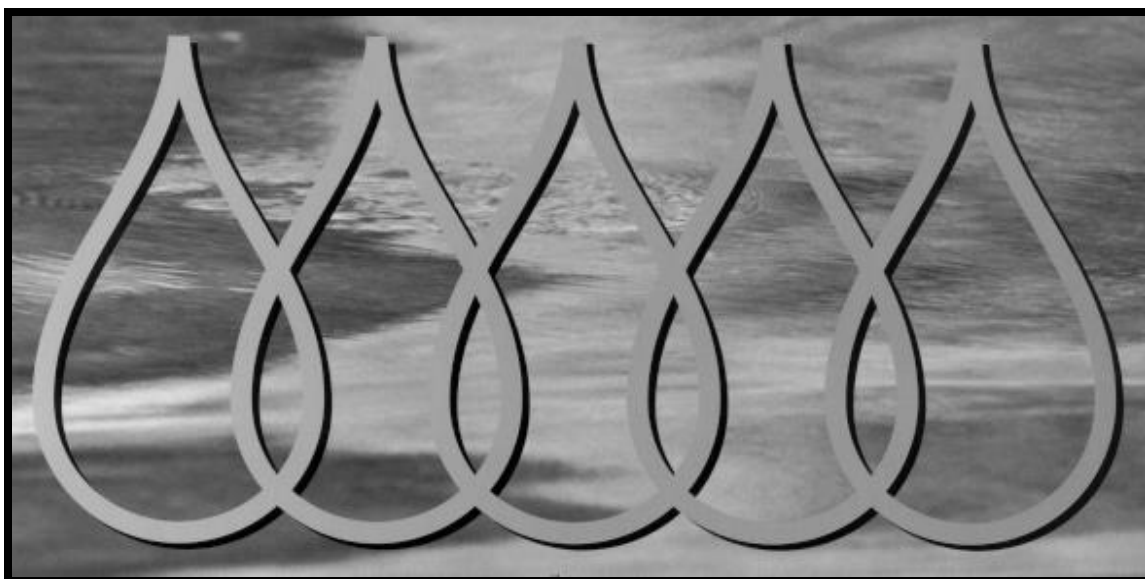


**PROCÉDURE DE VALIDATION
DE LA PERFORMANCE DES TECHNOLOGIES
DE TRAITEMENT DES EAUX USÉES D'ORIGINE
DOMESTIQUE**

Mars 2021



Québec 

Date	Modifications apportées
2002	Publication de la première édition à l'annexe 7 du <i>Guide de présentation des demandes d'autorisation</i>
Avril 2008	Révision générale (première édition de la procédure complète)
Décembre 2008	Ajout des « Équipements de procédé »
Février 2009	Ajout de la réduction NH ₄ ⁺ et de la méthode statistique
Janvier 2014	Révision générale (transfert de la coordination au BNQ)
Septembre 2014	Ajout de références et de la bibliographie
Mars 2021	Révision générale avec ajout des « Équipements de dosage »

TABLE DES MATIÈRES

1	CONTEXTE	4
2	OBJET	4
3	DÉFINITIONS	5
4	PROCESSUS DE VALIDATION DES ESSAIS DE PERFORMANCE	7
4.1	<i>Domaine d'application</i>	8
4.2	<i>Essais de validation équivalents</i>	9
4.2.1	<i>Équipements modulaires – Certification NQ 3680-910 et CAN/BNQ 3680-600</i>	9
4.2.2	<i>Mise à l'échelle – Certification NQ 3680-910 et CAN/BNQ 3680-600</i>	9
4.2.3	<i>Équivalence du suivi liée à une certification ou à un organisme indépendant</i>	9
4.2.4	<i>Technologie existante ailleurs</i>	10
4.3	<i>Approbation du protocole d'essai</i>	10
5	RENOUVELLEMENT, AUDIT OU MODIFICATION D'UNE FICHE	10
5.1	<i>Renouvellement</i>	10
5.2	<i>Conclusion d'un audit</i>	11
5.3	<i>Modification</i>	11
6	RÉFÉRENCES	11

ANNEXES

ANNEXE 1 – RAPPORT D’INGÉNIERIE	14
ANNEXE 2 – SUIVI DE VALIDATION DE LA PERFORMANCE POUR L’OBTENTION D’UNE FICHE DE NIVEAU <i>EN VALIDATION</i>	18
ANNEXE 3 – SUIVI DE VALIDATION DE LA PERFORMANCE POUR L’OBTENTION D’UNE FICHE DE NIVEAU <i>VALIDÉ</i>	27
ANNEXE 3A – TECHNOLOGIE DE TRAITEMENT	28
ANNEXE 3B – ÉQUIPEMENTS DE DOSAGE	37
ANNEXE 3B-I – DÉSINFECTION AU RAYONNEMENT ULTRAVIOLET	39
ANNEXE 4 – MÉTHODE STATISTIQUE UTILISÉE POUR DÉFINIR LES LIMITES DE REJET	46
ANNEXE 5 – BIBLIOGRAPHIE	61

ÉQUIPE DE RÉDACTION

L'équipe de rédaction remercie toutes les personnes qui ont collaboré à la préparation et à la rédaction du présent document, notamment les fabricants et les distributeurs de technologies et d'équipements de procédé qui, par leur collaboration active, ont aidé le gouvernement à élaborer une méthode rigoureuse et équitable.

Des remerciements sont également adressés à la direction et au personnel de soutien du Bureau de normalisation du Québec (BNQ), du ministère des Affaires municipales et de l'Habitation (MAMH) et du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC).

L'équipe initiale de rédaction était composée de :

Joao Fernandes Viana Moreira, ing., Ph. D.	MAMH
Bernard Lavallée, ing., Ph. D.	MELCC
Pierre Richer, ing.	MAMH
Robert Tétreault, ing., M. Ing.	MELCC

L'équipe de révision de l'édition de mars 2021 était composée de :

Jean Couture, chim.	BNQ
Donald Ellis, ing.	MELCC
Daniel Gagnon, ing., M. Sc. A.	MELCC
Geneviève Girard, ing.	MELCC
Bernard Lavallée, ing., Ph. D.	MELCC

PROCÉDURE DE VALIDATION DE LA PERFORMANCE DE TECHNOLOGIES DE TRAITEMENT DES EAUX USÉES D'ORIGINE DOMESTIQUE

1 CONTEXTE

Généralement, les livres spécialisés sur le traitement des eaux usées décrivent des règles de l'art pour la conception des équipements qui sont largement utilisés ou qui sont bien connus. Toutefois, les nouvelles technologies font l'objet de peu de publications. Malgré cela, les nouvelles technologies peuvent représenter d'intéressantes avenues de solutions pour le traitement d'eaux usées d'origine domestique. Des fiches d'information technique (ci-après nommées « fiches » ou « fiche ») sont produites pour documenter les performances de ces technologies de traitement.

Le présent document décrit la procédure de validation des technologies de traitement d'eaux usées d'origine domestique qui doit être suivie dans le but de publier de nouvelles fiches sur le site Web du BNQ. Ces fiches décrivent l'installation des essais, les performances obtenues et les critères de conception mesurés. L'essai réalisé a tout avantage à être proche des critères de conception anticipés par le fournisseur sur sa technologie de traitement. Pour ce faire, une attention particulière doit être portée notamment aux caractéristiques et aux débits des eaux usées à traiter ainsi qu'aux caractéristiques de l'unité de traitement soumis aux essais. Des analyses ou des mesures intermédiaires dans une chaîne d'équipements de procédé permettent de connaître plus spécifiquement un niveau de performance ou d'utilisation.

La présente édition de la procédure s'applique principalement pour une nouvelle fiche, mais elle précise quelques modalités pour le renouvellement ou pour la modification technique d'une fiche.

2 OBJET

Le présent document décrit les démarches techniques qui doivent être réalisées dans le cadre de la procédure administrative intitulée *Technologies de traitement de l'eau potable et des eaux usées d'origine domestique – Validation de la performance – Procédure administrative* (BNQ 9922-200). Le document technique et le document administratif décrivent les démarches qui sont appliquées par le BNQ relativement au processus de validation de la performance des technologies de traitement ou d'équipement de dosage particulier lié aux eaux usées d'origine domestique.

La publication des fiches permet entre autres d'augmenter le niveau de connaissance des usagers (ingénieurs-conseils, personnel technique des municipalités et des gouvernements, etc.) concernant de nouvelles technologies et des équipements de dosage particuliers.

La validation des essais de performance s'applique aux systèmes de traitement d'eaux usées qui ne sont pas dans le *Guide pour l'étude des technologies conventionnelles de*

traitement des eaux usées d'origine domestique ou sert à présenter une particularité de ces systèmes qui fait en sorte qu'ils ont des performances différentes. Une seule fiche de niveau *En validation* ainsi qu'une seule fiche de niveau *Validé* est possible sur le même sujet par demandeur (équipementier). De plus, la validation s'applique aux équipements de dosage qui ne peuvent pas être vérifiés facilement et rapidement par l'exploitant sur le terrain.

Dans le contexte québécois, les fiches servent pour le traitement d'eaux usées d'origine domestique dont le débit est supérieur à 3 240 L/d¹. Ces eaux usées peuvent être issues d'une résidence isolée, d'un commerce, d'une institution ou d'une communauté. Malgré leur caractère domestique, ces eaux usées peuvent présenter des différences substantielles. Les responsables de la planification des essais devront en tenir compte, tout comme les utilisateurs d'une fiche.

La procédure de validation de la performance tient compte notamment :

- de la phase du développement (prototype, système de traitement pleine grandeur);
- des analyses réalisées (paramètre, fréquence, période);
- de la température des eaux usées (< 10 °C ou ≥ 10 °C).

La validation des essais de performance permet la publication d'une fiche :

- de niveau « *En validation* » ou « *Validé* »;
- de domaine d'application :
 - « *Commercial et institutionnel* »;
 - « *Commercial, institutionnel et communautaire* ».

3 DÉFINITIONS

En plus des définitions figurant dans les documents BNQ 9922-200 et BNQ 9922-201, les termes suivants sont ainsi définis pour les besoins du reste du document :

Équipement de dosage – Équipement pleine grandeur destiné à appliquer une quantité déterminée d'un réactif chimique (p. ex., Al³⁺) ou énergétique (p. ex., mW/cm²). Ces équipements de dosage sont ceux qui ne peuvent pas être vérifiés rapidement sur place par l'exploitant (p. ex., dose moyenne de rayonnement ultraviolet dans une enceinte fermée). Un suivi de validation peut lui être spécifique. Toutefois, si l'équipement de dosage est inclus dans une chaîne d'équipements, il est considéré comme l'équivalent d'un équipement de procédé. Conséquemment, la description et le mode d'opération de l'équipement de dosage avec le suivi d'affluent et d'effluent de cette chaîne d'équipements sont recevables.

Équipement de procédé – Équipement pleine grandeur utilisé pour effectuer un traitement partiel des eaux usées (p. ex., nitrification).

¹ l/d = litre par jour

LRM-3, LRM-6, LMR-12 – Limite de rejet d'une moyenne de résultats qui correspond à la limite supérieure de l'intervalle de prédiction des moyennes calculées sur trois, six et douze résultats.

Prototype – Modèle qui possède toutes les qualités techniques et toutes les caractéristiques de fonctionnement de la technologie de traitement qui sera commercialisée.

Programme d'échantillonnage – Ensemble comprenant le mode de prélèvement des échantillons et les mesures de conservation, les dates ou la séquence des prélèvements ainsi que la liste des paramètres qui seront analysés, la localisation des points de prélèvement et l'identification du laboratoire d'analyse accrédité.

Protocole d'essai – Document qui définit l'objectif, la conception, la méthodologie, les conditions de réalisation et les diverses étapes d'un essai, incluant le programme d'échantillonnage.

Système de traitement – Prototype ou technologie de traitement.

Technologie de traitement – Équipement de procédé ou chaîne d'équipements de procédé commercialisable (pleine grandeur). Une chaîne d'équipements de procédé, sans évaluation intermédiaire, devient indissociable dans une fiche.

Tierce partie – Partie indépendante du demandeur (distributeur, fournisseur, fabricant). La tierce partie doit être un professionnel membre d'un ordre professionnel ou une firme où au moins un professionnel est membre d'un ordre professionnel. Le professionnel doit posséder les connaissances nécessaires au suivi des traitements d'eaux usées et signer le ou les rapports selon le cas.

4 PROCESSUS DE VALIDATION DES ESSAIS DE PERFORMANCE

La synthèse du processus de validation, pour la publication d'une nouvelle fiche ou la modification technique d'une fiche, est présentée au tableau 4.1. **Il est bon de noter qu'il n'est pas nécessaire d'avoir une fiche de niveau *En validation* avant l'obtention d'une fiche de niveau *Validé*.**

TABLEAU 4.1 – SYNTHÈSE DE LA PROCÉDURE DE VALIDATION

DEMANDE DE PUBLICATION D'UNE FICHE DE NIVEAU <i>EN VALIDATION</i>	
Installation	<ul style="list-style-type: none"> • Prototype • Technologie de traitement
Durée de l'essai de performance	<ul style="list-style-type: none"> • Suivi d'au moins 13 semaines consécutives ou considérées comme consécutives.
Document à produire par le demandeur à la suite des essais de performance	<ul style="list-style-type: none"> • Pièces justificatives demandées au document BNQ 9922-200 • Rapport d'ingénierie selon l'annexe 1 du présent document • Rapport de suivi présentant les résultats d'essais selon l'annexe 2 du présent document
Documents produits par le BNQ	<ul style="list-style-type: none"> • Commentaires sur le protocole d'essai si une demande est formulée au BNQ. • Le cas échéant, fiche de niveau <i>EN VALIDATION</i> publiée
DEMANDE DE PUBLICATION D'UNE FICHE DE NIVEAU <i>VALIDÉ</i>⁽¹⁾	
Installation	<ul style="list-style-type: none"> • Technologie de traitement • Équipement de dosage, s'il n'est pas dans une chaîne de traitement
Durée de l'essai de performance	<ul style="list-style-type: none"> • Technologie de traitement : Suivi d'au moins 52 semaines consécutives ou considérées consécutives • Équipement de dosage : suivi selon l'annexe 3B du présent document
Document à produire par le demandeur à la suite des essais de performance	<ul style="list-style-type: none"> • Pièces justificatives demandées au document BNQ 9922-200 • Rapport d'ingénierie selon l'annexe 1 du présent document • Rapport de suivi présentant les résultats d'essais, rédigé par une tierce partie <ul style="list-style-type: none"> – Technologie de traitement, selon l'annexe 3A du présent document – Équipement de dosage, selon l'annexe 3B du présent document
Documents produits par le BNQ	<ul style="list-style-type: none"> • Technologie de traitement <ul style="list-style-type: none"> – Commentaires sur le protocole d'essai si une demande est formulée au BNQ • Équipement de dosage : <ul style="list-style-type: none"> – Commentaires sur le protocole d'essai si une demande est formulée au BNQ – Production d'un nouveau protocole d'essai, le cas échéant • Le cas échéant, fiche de niveau <i>VALIDÉ</i> publiée

(1) Si l'annexe 3B ne comporte aucun protocole d'essai pour l'équipement de dosage à valider en dehors d'une chaîne d'équipements, le fabricant (demandeur) doit en élaborer un et le soumettre au BNQ pour analyse. Le cas échéant, le protocole d'essai, révisé au besoin, sera ajouté à l'annexe 3B de la présente procédure.

4.1 Domaine d'application

Le tableau 4.2 présente les situations qui permettent de déterminer les domaines d'application lors de la validation d'une fiche pour publication. Il fait également état d'une contrainte de température d'eau froide qui s'applique à la partie *communautaire*.

Commercial et institutionnel

Ce domaine d'application concerne les installations qui traitent des eaux usées d'origine domestique et dont la température peut être égale ou supérieure à 10 °C. Ce domaine d'application vise les établissements non raccordés à un réseau de collecte (p. ex., un restaurant, une halte routière) ou desservant un réseau de collecte exploité en période estivale (p. ex., certains campings).

Commercial, institutionnel et communautaire

La partie *communautaire* concerne toute installation de traitement des eaux usées issues d'un réseau de collecte desservant deux bâtiments et plus et où il est probable d'observer des épisodes de basse température (< 10 °C) sur une longue période. Le domaine d'application *Communautaire* inclut le domaine *Commercial et institutionnel*.

Tableau 4.2 — Influence de la situation d'essai sur le domaine d'application

Situations d'eaux usées lors de l'essai	Domaine d'application d'une fiche à publier ⁽¹⁾	
	<i>En validation</i>	<i>Validé</i>
	<ul style="list-style-type: none"> • Prototype • Technologie de traitement 	Technologie de traitement
Eaux usées ne provenant pas d'un réseau d'égout ou Eaux usées provenant d'un réseau d'égout dont la température n'a jamais été sous les 10 °C durant au moins 10 semaines considérées consécutives d'essai	<i>Commercial et institutionnel (et communautaire)</i> ⁽²⁾	<i>Commercial et institutionnel</i>
Eaux usées provenant d'un réseau d'égout dont la température est inférieure à 10 °C durant au moins 10 semaines considérées consécutives d'essai	<i>Commercial, institutionnel et communautaire</i>	<i>Commercial, institutionnel et communautaire</i>
		Équipement de dosage
Selon l'annexe 3B	<i>s.o.</i>	<i>Commercial et institutionnel (et communautaire)</i> ⁽³⁾

(1) Lorsque cela est applicable, différentes LRM-3 et LRM-6 peuvent être reconnues, si les moyennes des données de suivi sont statistiquement différentes selon la température.

(2) Pour une fiche de niveau *En validation*, malgré l'absence d'essai suffisamment long à l'eau froide (< 10 °C), le domaine « communautaire » peut être reconnu à partir de références scientifiques publiées par une tierce partie (p. ex., article scientifique, ouvrage de conception reconnu).

(3) L'effet d'une température d'eau froide (< 10 °C) doit être testé sur l'équipement de dosage afin d'inclure le domaine « communautaire » dans une fiche de niveau *Validé*.

4.2 Essais de validation équivalents

4.2.1 Équipements modulaires – Certification NQ 3680-910 et CAN/BNQ 3680-600

Comme il est indiqué au *Guide de présentation d'une demande d'autorisation pour réaliser un projet assujéti à l'article 32 de la Loi sur la qualité de l'environnement*, le MELCC reconnaît la validation de la performance de technologies de traitement modulaires certifiées NQ 3680-910 et CAN/BNQ 3680-600 pour le traitement des eaux usées de nature domestique dans le cadre de projets de type commercial et institutionnel.

Des projets communautaires sont possibles s'il y a eu au moins dix semaines considérées consécutives à une température inférieure à 10 °C à l'entrée de l'équipement modulaire durant l'essai de certification. Pour ces projets, les demandes d'autorisation transmises au MELCC devront être accompagnées du suivi des températures pendant la certification.

Conséquemment, aucune fiche n'est requise si les conditions d'application de chacun des équipements modulaires, installés en parallèle, sont conformes à leur certificat. Il est bon de rappeler que la reconnaissance de validation du MELCC est liée à l'encadrement des certifications, dont la plage de concentrations des eaux usées traitées durant les essais de certification.

4.2.2 Mise à l'échelle – Certification NQ 3680-910 et CAN/BNQ 3680-600

Il est possible de déposer une demande au BNQ pour l'obtention d'une fiche de niveau *En validation* liée à une mise à l'échelle d'équipement unitaire de capacité supérieure à sa certification, en soumettant :

- le rapport de suivi de la certification NQ 3680-910 ou de la CAN/BNQ 3680-600;
- un rapport d'ingénierie qui inclut :
 - les justifications de la mise à l'échelle (p. ex, critères maintenus, critères ajoutés),
 - les justifications si la demande vise le domaine communautaire, malgré l'absence d'essais suffisamment longue à température froide (< 10 °C),
 - la proposition signée d'un ingénieur, membre d'un ordre professionnel, d'une fiche pour validation qui inclut notamment les LRM;
- les autres pièces justificatives détaillées dans la procédure administrative BNQ 9922-200.

À la suite d'une validation positive de la mise à l'échelle proposée, une fiche de niveau *En validation* sera publiée.

4.2.3 Équivalence du suivi liée à une certification ou à un organisme indépendant

Les rapports d'essais effectués par un organisme accrédité pour un organisme de normalisation (ISO, CCN, NSF, EN) dans le cadre d'une certification ainsi que les rapports d'essais rédigés par un organisme indépendant dans le cadre d'un programme gouvernemental [*Environmental Technology Verification (ETV)*, norme Title 22] peuvent remplacer le rapport de suivi susceptible d'être rédigé par une tierce partie, conformément à l'exigence concernant l'appui des demandes de validation d'une fiche.

Toutefois, puisque les LRM ne sont pas précisées dans les documents normatifs, il s'avère nécessaire de présenter une demande de fiche au BNQ incluant les LRM. Quant aux paramètres visés pour les LRM, il faut respecter le nombre de résultats spécifié à l'annexe 2 (niveau *En validation*) ou l'annexe 3 (niveau *Validé*).

La demande de fiche présentée au BNQ doit comprendre les pièces justificatives énumérées au document BNQ 9922-200. La proposition de fiche présentée dans la demande doit être recommandée par un ingénieur membre d'un ordre professionnel.

4.2.4 Technologie existante ailleurs

Une technologie de traitement pleine grandeur éprouvée ailleurs dans le monde n'a pas à refaire l'objet d'un suivi d'essai de performance si les résultats de suivi sont disponibles et suffisants. Pour obtenir une fiche de niveau *En validation* ou de niveau *Validé*, le suivi effectué doit cependant répondre aux critères définis à l'annexe 2 ou à l'annexe 3, respectivement. Un rapport d'ingénierie, contenant un rapport de suivi et une proposition de fiche, doit accompagner la demande de fiche au BNQ. La proposition de fiche présentée dans la demande doit être recommandée par un ingénieur membre d'un ordre professionnel.

4.3 Approbation du protocole d'essai

L'annexe 2 (*En validation*) et l'annexe 3 (*Validé*) du présent document énoncent le suivi à effectuer selon le niveau de reconnaissance recherché.

Le demandeur peut formuler auprès du BNQ une demande d'approbation de son protocole d'essai ou de son programme d'échantillonnage par l'entremise du protocole d'essai.

Si le suivi demandé par le présent document ou celui soumis et accepté par le BNQ ne peuvent être respectés pendant la durée des essais, le demandeur doit communiquer le plus rapidement possible avec le BNQ afin d'obtenir un accord sur les changements à apporter, à défaut de quoi le demandeur s'expose à un refus de son dossier lorsque celui-ci sera soumis pour l'obtention ou la modification d'une fiche.

5 RENOUELEMENT, AUDIT OU MODIFICATION D'UNE FICHE

5.1 Renouvellement

Le renouvellement des fiches de niveau *En validation* et de niveau *Validé* se fait selon les conditions décrites au document BNQ 9922-200. L'analyse de la demande de renouvellement par le BNQ a pour but de reconduire la fiche si l'analyse est positive. Dans le cas contraire, la fiche sera retirée.

5.2 Conclusion d'un audit

Dans le contexte de déficiences de performance présumées de technologies ou d'équipements de dosage, un audit peut être réalisé. Cet audit peut conduire à une recommandation de statu quo de la fiche, un retrait temporaire ou définitif d'une fiche ou l'imposition de limitations ou de contraintes. Ces dernières seraient ajoutées dans la fiche (p. ex., remplacement du média aux cinq ans, vidanges des boues chaque année).

5.3 Modification

Un rapport d'ingénierie, selon l'annexe 1, doit être présenté pour toute demande de modification technique d'une fiche existante (p. ex., même prototype sous d'autres conditions). De plus, la demande doit inclure un rapport de suivi conforme à l'annexe 2 ou à l'annexe 3 selon le cas.

Le rapport de suivi, lié à l'annexe 2 pour une fiche *En validation*, n'est toutefois pas nécessaire si la modification vise uniquement la reconnaissance du domaine d'application communautaire (< 10 °C). Comme le précise le tableau 4.2, il est possible de justifier cette modification technique sur une base de références scientifiques.

Pour une modification strictement administrative, il faut se référer au document BNQ 9922-200.

6 RÉFÉRENCES

Dans le présent document, une référence normative datée signifie que c'est l'édition donnée de cette référence qui s'applique, tandis qu'une référence normative non datée signifie que c'est la dernière édition de cette référence qui s'applique.

Pour les besoins du présent document, les ouvrages de référence suivants (y compris tout modificatif, errata, rectificatif, amendement, etc.) contiennent des exigences dont il faut tenir compte et sont cités aux endroits appropriés dans le texte.

BNQ (Bureau de normalisation du Québec) [www.bnq.qc.ca]

[BNQ 9922-200](#)

Technologies de traitement de l'eau potable et des eaux usées d'origine domestique – Validation de la performance – Procédure administrative

[BNQ 9922-201](#)

Technologies de traitement de l'eau potable et des eaux usées d'origine domestique – Reconnaissance des compétences des experts externes pour l'analyse des demandes de validation de la performance des technologies de traitement

[NQ 3680-910](#)

Traitement des eaux usées – Systèmes d'épuration autonomes pour les résidences isolées

[CAN/BNQ 3680-600](#) *Systèmes de traitement autonomes des eaux usées résidentielles* – Onsite Residential Wastewater Treatment Technologies

ETV

Verification Protocol for Secondary Effluent and Water Reuse Disinfection Applications, Environmental Technology Verification Protocol, October 2002.
United States Environmental Protection Agency (USEPA) Archive document
(https://archive.epa.gov/nrmrl/archive-etv/web/pdf/04_vp_waterreuse.pdf)

Vérification des technologies environnementales – Canada
(<https://etvcanada.ca/fr/home/verify-your-technology/>)

ISO (Organisation internationale de normalisation) [www.iso.org]

[ISO/IEC 17025:2005](#) *Exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais*

[ISO 5667-10:2020](#) *Qualité de l'eau – Échantillonnage – Partie 10 : Ligne directrice pour l'échantillonnage des eaux résiduaires*

[ISO 14034:2016](#) *Management environnemental – Vérification des technologies environnementales (ETV)*

MELCC (ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques) [www.environnement.gouv.qc.ca]

Guide pour l'étude des technologies conventionnelles du traitement des eaux usées d'origine domestique
(<https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/eaux-usees/domestique/index.htm>)

Guide de présentation d'une demande d'autorisation pour réaliser un projet assujéti à l'article 32 de la Loi sur la qualité de l'environnement
(<https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/demande-autorisation/article32/guide-explicatif.pdf>)

Formulaire de demande d'autorisation pour réaliser un projet assujéti à l'article 32 de la Loi sur la qualité de l'environnement
(<https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/demande-autorisation/article32/index.htm>)

Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales – Échantillonnage des rejets liquides

Cahier 1 – Généralités

(<http://www.ceaeq.gouv.qc.ca/documents/publications/echantillonnage/geralitesC1.pdf>)

Cahier 2 – Échantillonnage des rejets liquides

(http://www.ceaeq.gouv.qc.ca/documents/publications/echantillonnage/rejets_liquidesC2.pdf)

Modes de conservation pour l'échantillonnage des rejets liquides (eaux usées) – fascicule DR-09-04

(http://www.ceaeq.gouv.qc.ca/documents/publications/echantillonnage/dr09_04rl.pdf)

NSF (National Sanitation Foundation) [www.nsf.org]

NSF/ANSI 55

Ultraviolet Microbiological Water Treatment Systems,
NSF International Standard/American National Standard

ANNEXE 1

RAPPORT D'INGÉNIERIE

ANNEXE 1 : RAPPORT D'INGÉNIERIE

PRÉAMBULE

Un rapport d'ingénierie doit être soumis au BNQ par le demandeur avec toute demande d'obtention d'une fiche de niveau *En validation* ou de niveau *Validé*, ainsi que toute demande de modification technique d'une fiche existante.

CONTENU DU RAPPORT D'INGÉNIERIE

Le rapport d'ingénierie du demandeur doit être préparé et signé par un ingénieur membre d'un ordre professionnel de la province ou de l'État où il exerce. Cet ingénieur peut travailler pour le demandeur ou être une partie indépendante (tierce partie).

Le rapport d'ingénierie doit être divisé en sept chapitres selon ceux de la fiche proposée pour validation. À ces chapitres, le rapport d'ingénierie inclut une proposition de la fiche basée sur les essais.

CHAPITRE 1 – COORDONNÉES DU FABRICANT

- Inscrire le nom et les coordonnées du fabricant avec, si possible, le nom d'une personne-ressource (téléphone, courriel et, s'il y a lieu, télécopieur).
- S'il y a lieu, inscrire le nom et les coordonnées du distributeur avec le nom d'une personne-ressource (téléphone, courriel et, s'il y a lieu, télécopieur).

CHAPITRE 2 – GÉNÉRALITÉS

- Inscrire le nom du système de traitement ou de l'équipement de dosage, incluant la marque et le numéro de modèle, s'il y a lieu.
- Expliquer le principe de fonctionnement.
- Décrire la chaîne liquide (les eaux usées) et, le cas échéant, la chaîne solide (boues).
- Décrire chacune des composantes et indiquer la ou les fonctions.

N.B. Ce chapitre ne doit pas servir à extrapoler les essais réalisés.

CHAPITRE 3 – DESCRIPTION DE L'INSTALLATION LORS DE L'ESSAI

Schéma d'installation

- Encadrer la partie désignant le système de traitement ou l'équipement de dosage (p. ex., un prétraitement pourrait être à l'extérieur de l'encadré).
- Représenter le mieux possible le système de traitement ou l'équipement de dosage.
- Préciser les points d'échantillonnage de l'affluent et de l'effluent (et le ou les points intermédiaires, le cas échéant).

Lieu de l'installation

- Préciser les coordonnées du lieu.
- Présenter un plan de localisation.
- Présenter le ou les plans détaillés et des photos de l'installation.

Composantes et prétraitement

- Fournir les spécifications de chacune des composantes du système de traitement ou de l'équipement de dosage ayant fait l'objet du suivi de performance.
- Fournir les spécifications du prétraitement, s'il y a lieu.

Période d'essai

- Préciser la durée.
- Préciser la nature et les températures des eaux usées à l'alimentation.

CHAPITRE 4 – DESCRIPTION DE L'EXPLOITATION ET DE L'ENTRETIEN LORS DE L'ESSAI

- Préciser le mode et la fréquence d'alimentation ainsi que les variations de débit.
- Décrire le fonctionnement des équipements et les niveaux d'opération.
- Décrire les interventions :
 - Démarrage;
 - Procédures de vidange des boues;
 - Remplacement des composantes essentielles.
- Décrire les arrêts à la suite d'une panne électrique ou d'un bris.

CHAPITRE 5 – PERFORMANCES ÉPURATOIRES DE L'ESSAI

- Présenter les résultats mesurés pendant la période d'exploitation continue (voir l'annexe 2 ou l'annexe 3, selon le cas) relativement à la qualité de l'affluent et de l'effluent.
- Indiquer les débits, les charges appliquées et leurs variations.
- Présenter, sous forme de figure, les performances en fonction des paramètres de conception ou d'exploitation.
- Présenter les limites de rejet moyen (LRM) pour 3, 6 et 12 résultats (voir l'annexe 4) ainsi que les types de distributions utilisées pour chaque paramètre.
- Énumérer les sous-produits et les types d'eaux résiduelles (boues, eaux de lavage et autres eaux de procédé) qui sont produits lors du traitement et préciser le mode de gestion. Fournir un bilan des quantités (intrants et extrants) et, le cas échéant, présenter les relations entre la qualité de l'eau brute, le dosage des produits et la concentration de sous-produits résultante ainsi que les eaux résiduelles.
- Fournir tout autre renseignement utile à l'interprétation des résultats. Pour une demande de fiche de niveau *Validé*, inclure, s'il y a lieu, le suivi pour chacune des installations autorisées *En validation*, y compris les dates de mise en service et les résultats des suivis de contrôle effectués jusqu'à 60 jours avant la date du dépôt du rapport de suivi au BNQ.
- S'il y a lieu, indiquer les références liées aux essais de validation équivalents (voir la section 4.2 de la procédure).

CHAPITRE 6 – CRITÈRES DE CONCEPTION

Critères issus seulement des essais

- À partir des performances épuratoires de l'essai, préciser les critères de conception, tels que les taux de charge massique appliqués ou enlevés, le taux de brassage, le temps de rétention hydraulique et leurs variantes maximales, s'il y a lieu.
- Indiquer le débit de pointe horaire sur la période de l'essai et le débit moyen.
- Préciser et justifier, le cas échéant, les différences entre l'installation ayant fait l'objet du suivi (p. ex., prototype) et la technologie de traitement ou de l'équipement de dosage décrit dans la fiche aux fins de commercialisation.
- S'il y a lieu, indiquer les justifications relatives à la mise à l'échelle. Dans certains cas, des aspects d'une mise à l'échelle ne pourront pas se justifier théoriquement. Pour ces aspects, des essais ou suivis de cas réels sont nécessaires.

Critères issus de références scientifiques – Température – En validation

Pour les demandes de niveau *En validation*, faute d'essais menés en eau froide (< 10 °C) sur une période suffisante, des justifications basées sur des références scientifiques sont acceptables. Les références doivent avoir fait l'objet d'une recevabilité par une tierce partie (p. ex., publication de mémoires de maîtrise, de thèses de doctorat, d'articles scientifiques ou de manuels citant une formule reconnue, telle la formule d'Arrhénius). Le rapport doit présenter les hyperliens Internet ou les photocopies d'extraits qui appuient la ou les modifications proposées.

CHAPITRE 7 – DOMAINES D'APPLICATION

- Indiquer le domaine d'application lié à la validation de la fiche souhaitée.
- Le cas échéant, justifier le choix du domaine d'application communautaire.

PROPOSITION DE FICHE D'INFORMATION TECHNIQUE

La préparation de la fiche d'information technique doit s'appuyer sur les informations présentées dans le rapport d'ingénierie et le rapport du suivi des essais.

ANNEXE 2

SUIVI DE VALIDATION DE LA PERFORMANCE
POUR L'OBTENTION D'UNE FICHE DE NIVEAU

EN VALIDATION

ANNEXE 2

SUIVI DE VALIDATION DE LA PERFORMANCE POUR L'OBTENTION D'UNE FICHE DE NIVEAU

EN VALIDATION

PRÉAMBULE

Le suivi de validation a pour but de démontrer la performance du système de traitement, sous les conditions des essais effectués.

La présente annexe précise les éléments requis pour l'obtention d'une fiche au niveau *En validation*.

- Les points A.2.1 à A.2.6 présentent les différents aspects liés au protocole d'essai, dont le programme d'échantillonnage.
- Le point A.2.7 présente le contenu du rapport de suivi.

Par ailleurs, les essais réalisés par un organisme de certification et le rapport rédigé par ce dernier ou par un organisme de vérification accrédité peuvent être recevables par le BNQ aux conditions prévues à la section 4.2.

A.2.1 PROTOCOLE D'ESSAI

Le demandeur doit préparer un protocole d'essai pour le suivi en tenant compte des balises de la présente annexe, tout en le complétant selon les particularités de son système de traitement lié aux applications visées. Le demandeur ou son représentant peuvent demander une approbation du protocole d'essai auprès du BNQ. Le demandeur ou son représentant peuvent exploiter le système de traitement.

Les informations techniques de la fiche seront celles issues des essais, exception faite de la température d'eau froide ($< 10\text{ °C}$) où le recours aux références scientifiques est possible pour modifier les critères mesurés à une température supérieure (renvoi 2 du tableau 4.2). Conséquemment, il incombe au demandeur et à l'ingénieur signataire du rapport d'ingénierie de veiller à tenir compte, lors des essais, de l'ensemble des conditions recherchées pour lesquelles ils souhaitent obtenir une fiche, que ce soit celles :

- du système de traitement (p. ex., dimensions dont la hauteur);
- des eaux traitées (p. ex., débits, concentrations, températures);
- d'opérations (p. ex., oxygène dissous, niveau de brassage).

De plus, il est de la responsabilité du demandeur et de l'ingénieur signataire du rapport d'ingénierie de s'assurer que le suivi d'exploitation et le programme d'échantillonnage permettront d'obtenir toutes les données et tous les renseignements nécessaires à l'obtention d'une fiche de niveau *En validation*. Une fiche peut faire état de plus d'un suivi environnemental, pour un système de traitement, conduisant à différents critères de conception et de performance, et ce, pour un système identique ou modifié (p. ex.,

hauteurs différentes du système). Dans l'optique qu'il y aurait plus de trois niveaux de performance dans une fiche, veuillez contacter le BNQ à cet effet.

A.2.2 SUPERVISION DES ESSAIS

La supervision se fait par un professionnel qualifié possédant les connaissances nécessaires au suivi des traitements d'eaux usées. Le suivi des essais peut être effectué sous la supervision de ce professionnel qualifié ou d'un autre professionnel qualifié en la matière. Ce professionnel peut travailler pour le demandeur si un programme d'échantillonnage, incluant les dates d'échantillonnage ou la séquence à partir de la première journée d'échantillonnage, est déposé au BNQ avant le début des essais de performance. À défaut de déposer ce programme d'échantillonnage au BNQ, le suivi des essais doit être effectué par une tierce partie (voir la définition).

La supervision des essais doit permettre de vérifier objectivement la rigueur des essais réalisés et rapportés. De plus, toutes les investigations nécessaires doivent être effectuées afin de déterminer les conditions d'exploitation présentes avant et pendant la prise des échantillons. Ces conditions doivent être consignées et abordées dans le rapport de suivi.

La supervision doit inclure les relevés de mesures et l'enregistrement des échantillons, la tenue d'un registre des événements incluant un journal de tous les paramètres d'exploitation, des activités d'échantillonnage et un relevé des conditions présentes lors des prélèvements.

Le rapport de suivi doit inclure la présentation de tous les résultats compilés, les relevés et les commentaires, l'analyse et l'interprétation des résultats relativement aux conditions d'exploitation et aux interventions effectuées ainsi que les bilans hydrauliques et massiques liés au système de traitement. Le rapport de suivi doit être rédigé et signé par le professionnel qualifié qui en a fait la supervision.

A.2.3 SUIVI D'EXPLOITATION

Lors des visites, il faut noter l'état des systèmes, les indications et les enregistrements des équipements de mesure ou de toute autre instrumentation, notamment les débitmètres, les sondes (p. ex., température, oxygène dissous, pH, niveau liquide, alarmes). Vérifier la calibration des appareils, et au besoin faire les tests de fonctionnement. La programmation des automates et les dates de calibration doivent être notées au registre des événements.

Il faut également noter les temps de marche ou d'arrêt des équipements, tels que les pompes d'injection, les pompes de transfert ou de recirculation et, s'il y a lieu, les vitesses de fonctionnement, les pourcentages d'induction des variateurs, ou encore le nombre de cycles de fonctionnement des équipements à marche discontinue, etc. S'il y a lieu, il convient de préciser le volume d'air injecté dans les réacteurs, le type, le modèle, le nombre et la disposition (dimension, espacement, profondeur) des aérateurs en fonction, le mode d'opération (constant, intermittent (marche/arrêt), variable avec ou sans interruption), les taux spécifiques (p. ex., mètres cubes d'air par heure (m^3 air/h) par mètre cube de bassin; m^3 air/h par mètre carré de surface de bassin), etc.

Registre des événements

Le signataire du rapport de suivi doit tenir un registre des événements et des conditions lors de l'échantillonnage ainsi qu'un registre chronologique des événements et des interventions effectuées sur le système de traitement. Il doit, notamment, noter et déclarer :

- la nature et la quantité de produits ajoutés (produits chimiques, nutriments, bactéries, enzymes ou autres additifs) et la fréquence de l'ajout de ces produits pendant toute la période des essais sur le système de traitement;
- tous les événements notables comme les mises au point, les remplacements (une pompe par une autre identique, matériel filtrant, etc.), l'entretien (p. ex., décolmatage) et les modifications. Au point A.2.6, on précise les conséquences liées aux remplacements et aux modifications;
- les niveaux d'eau, de boues ou d'autres éléments;
- l'état des systèmes, des automates et de l'instrumentation;
- les dates de calibration des équipements;
- l'âge des boues liées au système de traitement (le cas échéant);
- les dates d'extraction de résidus, la quantité des résidus extraits et le mode d'extraction utilisé.

A.2.4 PROGRAMME D'ÉCHANTILLONNAGE

Le programme d'échantillonnage, qui inclut les dates d'échantillonnage ou la séquence à partir de la première journée d'échantillonnage, doit permettre d'établir la performance obtenue par le système de traitement en fonction des conditions d'essai. Les journées d'échantillonnage, présentées dans le programme d'échantillonnage, doivent être réparties uniformément de la première à la dernière semaine.

L'échantillonnage doit se faire lorsque le système de traitement fonctionne dans des conditions stables. Sans s'y limiter, une condition stable pourrait être associée à une performance ou un état sans changement significatif dans le temps (p. ex., concentration de la demande biochimique en oxygène 5 jours, partie carbonée (DBO₅C) à l'effluent, développement du biofilm).

Advenant que les détails du programme d'échantillonnage de cette annexe puissent ne pas correspondre à l'application visée, **le demandeur ou son représentant peuvent déposer auprès du BNQ une demande d'approbation du programme d'échantillonnage dans le cadre d'une demande d'approbation du protocole d'essai.**

A.2.4.1 Prélèvement des échantillons

Le prélèvement des échantillons doit être fait par une personne qualifiée conformément aux prescriptions du [Cahier 1 – Généralités](#) et du [Cahier 2 – Échantillonnage des rejets liquides](#) du *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales* du Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ).

Le responsable de la supervision des essais doit attester dans le rapport de suivi que les échantillons ont été prélevés par une ou des personnes qualifiées et que les normes concernant l'échantillonnage ont été respectées.

A.2.4.2 Préservation des échantillons et laboratoires d'analyse

Préservation et transport

La préservation, le transport et le stockage des échantillons doivent être effectués conformément au paragraphe 5.4 de la norme ISO 5667-10:2020 et au fascicule [DR-09-04](#) – *Modes de conservation pour l'échantillonnage des rejets liquides (eaux usées)*, et selon les directives du laboratoire accrédité. Le responsable de la supervision des essais du système de traitement doit attester dans le rapport de suivi que les échantillons ont été conservés dans des conditions et des délais adéquats avant leur livraison au laboratoire.

Laboratoires pour l'analyse des échantillons

Les analyses des échantillons doivent avoir été exécutées dans un laboratoire accrédité par le CEAEQ ou selon la norme internationale ISO/CEI 17025, et indépendant du demandeur. L'organisme d'accréditation doit être signataire de l'Accord de reconnaissance mutuelle (ARM) de l'International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

A.2.4.3 Paramètres et fréquences d'échantillonnage selon les étapes de traitement

Le programme d'échantillonnage et d'analyses doit comprendre, au minimum, 20 jours de prélèvements au rythme d'au moins un échantillonnage par semaine. La période de suivi est d'au moins 13 semaines consécutives couvrant un minimum de 85 jours ou de 13 semaines considérées comme consécutives. Cette période de suivi permet une ou des interruptions liées à une panne électrique ou à un bris d'équipement périphérique (pompes, soufflantes, etc.). Toutefois, chaque partie du suivi officiel doit être composée de périodes d'au moins cinq semaines consécutives pour un total d'au moins 13 semaines officielles, comme dans l'exemple qui suit : 10 semaines consécutives + panne + 2 semaines consécutives + bris + 5 semaines consécutives. Avant et après l'interruption, les débits et charges doivent être similaires. Après une interruption, une période de remise en charge peut être nécessaire avant d'envisager de poursuivre le suivi officiel.

Un système de traitement peut effectuer une étape de traitement unique (p. ex., réduction de la $DBO_5C_{soluble}$) ou une combinaison d'étapes de traitement (p. ex., réduction de la $DBO_5C_{soluble}$, matières en suspension (MES), DBO_5C , coliformes fécaux). Un programme d'échantillonnage d'un système typique de traitement d'eaux usées d'origine domestique doit tenir compte des éléments liés aux étapes de traitement présentées au tableau A.2.1.

Dans le cas d'un système de traitement constitué d'équipements de procédé en série (p. ex., réacteurs biologiques), un suivi intermédiaire, qui n'est pas décrit en détail dans le présent document, permettrait au demandeur de présenter une performance pour des portions de technologie de traitement. Comme mentionné précédemment, un demandeur ou son représentant peuvent déposer auprès du BNQ une demande d'approbation du programme d'échantillonnage dans le cadre d'une demande d'approbation du protocole d'essai, et ce, avant la réalisation de l'essai.

Tableau A.2.1 : Paramètres et nombre d'analyses – Au moins 13 semaines

ÉTAPE USUELLE DE TRAITEMENT PARAMÈTRE MINIMAL	NOMBRE MINIMAL DE JOURNÉES D'ÉCHANTILLONNAGE	
	AVANT TRAITEMENT ⁽¹⁾	APRÈS TRAITEMENT ⁽¹⁾
Réduction de la DBO₅C_{soluble}		
DBO ₅ C	20	20
DBO ₅ C soluble	20	20
MES	20	20
Température	20	20 ⁽²⁾
Oxygène dissous ⁽³⁾		20
Réduction de la DBO₅C et des MES		
DBO ₅ C	20	20
DBO ₅ C soluble	20	
MES	20	20
Température	20	20 ⁽²⁾
pH		20
Oxygène dissous ⁽³⁾		20
Réduction des solides		
MES	20	20
MVES	20	20
Température	20	
pH		20
Réduction du phosphore total (Pt) (coagulation chimique)		
Pt	20	20
pH		20
Alcalinité	20	
Réduction des coliformes fécaux (CF) (désinfection)		
CF ⁽⁴⁾	20	20
Réduction de l'ammoniac (NH₃-NH₄) (nitrification)		
Azote total Kjeldhal (NTK)	20	
Azote ammoniacal	20	20
Nitrites et nitrates (NO ₂ -NO ₃)		20
pH		20
Alcalinité	20	

(1) Les notions « Avant traitement » et « Après traitement » font référence au système de traitement soumis aux fins de validation. Par journée de prélèvement, l'avant et l'après traitement se fait la même journée.

(2) À ajouter, si l'effluent devient l'affluent d'une autre partie pour laquelle une performance individuelle sera demandée.

(3) Dans chaque réacteur ou à la sortie de chaque réacteur.

(4) Compte tenu de la grande variabilité des résultats pour les coliformes fécaux, un plus grand nombre de résultats est nécessaire. Pour chaque journée d'échantillonnage, trois échantillons ponctuels doivent être prélevés à des moments distincts de la journée et analysés séparément [3 valeurs par jour x 20 jours = 60 valeurs (échantillons)]. Il doit s'écouler au moins deux heures entre chaque échantillon prélevé la même journée.

Un suivi complémentaire peut s'avérer nécessaire afin de mieux documenter la qualité de l'eau à traiter ou de celle traitée ainsi que les sous-produits générés par le traitement. À titre indicatif, les analyses de la transmittance, du fer, du manganèse et de la dureté de l'eau traitée seraient pertinentes advenant l'ajout anticipé d'une désinfection par rayonnement UV. Une liste non exhaustive de paramètres d'analyses non énumérés précédemment serait : DCO (demande chimique en oxygène), orthophosphates (o-PO₄), matières volatiles en suspension (MVES), calcium, composés organiques volatils (COV), conductivité, aluminium, huiles et graisses, indice de Langelier, potentiel redox, solides dissous totaux, sulfures et hydrogène sulfuré (H₂S).

A.2.5 DÉBITS, CONCENTRATIONS ET CHARGES

Débts

Le débit moyen journalier et le débit maximal horaire seront indiqués dans la fiche. Le volume d'eau traité par le système de traitement doit être mesuré en continu à l'aide d'un totalisateur de débit ou d'un enregistreur de temps de marche des pompes. Si l'on utilise un enregistreur de temps de marche des pompes, on doit calibrer le débit des pompes, notamment avant et après la période d'essai. Une lecture du volume cumulatif quotidien doit être effectuée tous les jours.

Pour la validation d'un débit de pointe horaire, qui est différent du débit moyen journalier, le suivi en continu des débits doit se faire sur une base horaire ou toutes les six heures si les débits sont variables toutes les six heures.

Débit moyen journalier

Aux fins de la validation, le débit moyen journalier qui sera inscrit dans la fiche est la moyenne des débits journaliers pendant la période totale des essais.

Débit maximal horaire

Lorsque le débit à l'affluent du système de traitement est au fil de l'eau de la totalité d'un réseau d'égout (exception faite des débordements), avec ou sans pompage, le débit maximal horaire qui sera inscrit dans la fiche est la moyenne des volumes maximums pendant 60 minutes consécutives pour chacune des journées de la période d'essai.

Lorsque le débit à l'affluent du système est contrôlé à partir de valeurs de consignes, une gamme de débits de 50 % à 200 % du débit moyen est considérée comme représentative des variations de débit inhérentes au fonctionnement d'une installation de traitement. La variation du débit doit être induite sur une base journalière, dans une proportion de 25 % du temps (six heures par jour) à 50 % ou moins du débit moyen, puis dans une proportion de 25 % du temps (six heures par jour) à 200 % ou plus du débit moyen. La variation peut être contrôlée sous la forme d'ondes sinusoïdes ou d'ondes carrées. Dans ce cas, le débit maximal horaire qui sera inscrit dans la fiche est la moyenne des volumes maximums pendant 60 minutes consécutives pour chacune des journées de la période d'essai. À défaut d'avoir des données sur une base horaire, le débit de pointe horaire retenu dans la fiche sera la moyenne horaire des volumes maximums traités durant les périodes de six heures (25 % du temps) de chaque journée d'essai.

À défaut d'alimenter le système de traitement par la totalité d'un réseau d'égout (secteur) et à défaut d'avoir respecté les consignes du 25 % du temps à 50 % ou moins du débit moyen et d'un autre 25 % du temps à 200 % et plus du débit moyen, le débit maximal horaire sera considéré comme identique au débit moyen journalier ramené sur une base horaire.

Concentration moyenne

La concentration moyenne retenue dans la fiche est celle portant sur l'ensemble de la période d'essai. Elle est obtenue à partir de la moyenne globale des concentrations journalières mesurées sans tenir compte des débits.

Charge moyenne

La charge moyenne retenue dans la fiche est celle portant sur l'ensemble de la période d'essai. Elle est obtenue à partir des charges journalières mesurées à chacune des journées d'échantillonnage. Une charge journalière est obtenue en multipliant le débit journalier par la concentration journalière de chaque journée d'échantillonnage.

A.2.6 REMPLACEMENT ET MODIFICATION EN COURS D'ESSAI

Le remplacement d'un élément (p. ex., une pompe ou une vanne) par un appareil identique ou équivalent n'est pas considéré comme une modification. Toutefois, un tel remplacement pour des raisons d'usure ou de fatigue devra être consigné dans le rapport de suivi et dans la fiche.

Lors de l'essai d'un système de traitement, aucune modification ne doit être apportée à l'installation. Si une modification doit être apportée, le suivi des essais du système de traitement doit être conforme au point A.2.4.

Nonobstant ce qui précède, il est possible de faire une demande de changement du suivi selon le point A.2.4 auprès du BNQ ou du protocole d'essai approuvé précédemment (voir la section 4.3).

A.2.7 CONTENU DU RAPPORT DE SUIVI

Le rapport de suivi du système de traitement peut être intégré au rapport d'ingénierie. Ce rapport de suivi doit faire état des conditions d'exploitation qui existaient avant et pendant les prises d'échantillons. De plus, ce rapport doit commenter l'incidence des interventions, des conditions d'exploitation et des événements observés lors des essais sur les résultats obtenus. Le rapport de suivi doit porter la signature du responsable qui a supervisé les essais.

Le rapport de suivi doit comprendre les éléments suivants, sans s'y restreindre :

- Les conditions d'exploitation présentes avant et pendant la prise des échantillons, y compris les modes de contrôle des équipements et de l'instrumentation, tels que des consignes d'exploitation;
- La nature des produits ajoutés (coagulant, aide coagulant, oxydant ou autres additifs), leur quantité et la fréquence d'ajout de ces produits pendant toute la période du suivi;

- Les procédures de mesure de débits ainsi que la localisation des points de mesure et de prélèvement;
- La méthode utilisée pour la prise des échantillons ainsi que le mode de préservation et de transport des échantillons;
- L'attestation que les échantillons ont été prélevés par une personne qualifiée connaissant et appliquant les normes relatives à l'échantillonnage et les méthodes et délais de préservation des échantillons (p. ex., cahiers 1 et 2 du *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales*);
- La description de tous les événements notables survenus (bris d'équipement, réparations, remplacement, mises au point, modifications apportées au système de traitement, etc.);
- L'interprétation de l'incidence des interventions, des conditions d'exploitation et des événements observés lors des essais sur les résultats obtenus;
- La présentation de tous les résultats analytiques compilés (inclure en annexe les certificats des analyses de laboratoire). Tous les résultats, ainsi que les LRM-3, LRM-6 et LRM-12 (voir l'annexe 4), doivent être présentés :
 - sous forme de tableaux, en précisant la date d'échantillonnage et, dans le cas des échantillonnages ponctuels, l'heure d'échantillonnage,
 - sous forme de figures, en fonction des dates d'échantillonnage ou du nombre de jours correspondant;
- Les bilans hydrauliques et massiques sur le système de traitement;
- Les relevés et commentaires.

ANNEXE 3

SUIVI DE VALIDATION DE LA PERFORMANCE
POUR L'OBTENTION D'UNE FICHE DE NIVEAU

VALIDÉ

ANNEXE 3A

**SUIVI DE VALIDATION DE LA PERFORMANCE
POUR L'OBTENTION D'UNE FICHE DE NIVEAU**

VALIDÉ

TECHNOLOGIE DE TRAITEMENT

ANNEXE 3A

SUIVI DE VALIDATION DE LA PERFORMANCE POUR L'OBTENTION D'UNE FICHE DE NIVEAU

VALIDÉ

TECHNOLOGIE DE TRAITEMENT

PRÉAMBULE

Le suivi de validation a pour but de démontrer la stabilité de performance de la technologie de traitement sur une année (quatre saisons) et sous les conditions des essais effectués.

La présente annexe précise les éléments requis pour l'obtention d'une fiche de niveau *Validé*.

- Les points A.3A.1 à A.3A.6 présentent les différents aspects liés au protocole d'essai, dont le programme d'échantillonnage.
- Le point A.3A.7 présente le contenu du rapport de suivi.

Par ailleurs, les essais réalisés par un organisme de certification et le rapport rédigé par ce dernier ou par un organisme de vérification accrédité peuvent être acceptés par le BNQ aux conditions prévues à la section 4.2.

A.3A.1 PROTOCOLE D'ESSAI

Le demandeur doit préparer un protocole d'essai afin d'assurer le suivi d'une technologie de traitement en tenant compte des balises de la présente annexe, tout en le complétant selon les particularités de sa technologie de traitement liée aux applications visées. Le demandeur ou son représentant peuvent demander une approbation du protocole d'essai auprès du BNQ. Le demandeur ou son représentant peuvent être responsables de l'exploitation de la technologie de traitement.

Les informations techniques de la fiche seront celles issues des essais. Conséquemment, il incombe au demandeur et à l'ingénieur signataire du rapport d'ingénierie de veiller à atteindre, lors des essais, l'ensemble des conditions recherchées pour lesquelles ils souhaitent obtenir une fiche, que ce soit celles :

- de la technologie de traitement (p. ex., dimensions dont la hauteur);
- des eaux traitées (p. ex., débits, concentrations, températures);
- d'opérations (p. ex., oxygène dissous, niveau de brassage).

De plus, il est de la responsabilité du demandeur et de l'ingénieur signataire du rapport d'ingénierie de s'assurer que le suivi d'exploitation et le programme d'échantillonnage permettront d'obtenir toutes les données et tous les renseignements nécessaires à l'obtention d'une fiche de niveau *Validé*. Une fiche peut faire état de plus d'un suivi environnemental pour une même technologie de traitement, conduisant à différents critères de conception et de performance, et ce, pour une technologie identique ou

modifiée (p. ex., hauteurs différentes de la technologie). Dans l'optique qu'il y aurait plus de trois niveaux de performance dans une fiche, veuillez contacter le BNQ à cet effet.

A.3A.2 SUPERVISION DES ESSAIS

La supervision des essais doit être réalisée par une tierce partie (voir la définition).

La supervision des essais doit permettre de vérifier objectivement la rigueur des essais réalisés et rapportés. De plus, toutes les investigations nécessaires doivent être effectuées afin de déterminer les conditions d'exploitation présentes avant et pendant la prise des échantillons. Ces conditions doivent être consignées et abordées dans le rapport de suivi.

La supervision doit inclure les relevés de mesures (p. ex., températures, oxygène dissous, pH, niveaux liquide, débits, etc.) et l'enregistrement des échantillons, la tenue d'un registre des événements incluant un journal de tous les paramètres d'exploitation et des activités d'échantillonnage, de même qu'un relevé des conditions présentes lors des prélèvements.

Le rapport de suivi doit englober la présentation de tous les résultats compilés, les relevés et les commentaires, l'analyse et l'interprétation des résultats relativement aux conditions d'exploitation et aux interventions effectuées ainsi que les bilans hydrauliques et massiques de la technologie de traitement. Le rapport de suivi doit être rédigé et signé par le professionnel de la tierce partie qui en fait la supervision.

A.3A.3 SUIVI D'EXPLOITATION

Lors des visites, il faut noter l'état des systèmes, les indications et les enregistrements des équipements de mesure ou de toute autre instrumentation, notamment les débitmètres, les sondes (p. ex., température, oxygène dissous, pH, niveau liquide, alarmes). De plus, il faut vérifier la calibration des appareils, et au besoin, faire les tests de fonctionnement. La programmation des automates et les dates de calibration doivent être notées au registre des événements.

Il faut également noter les temps de marche ou d'arrêt des équipements, tels que les pompes d'injection, les pompes de transfert ou de recirculation et, s'il y a lieu, les vitesses de fonctionnement, les pourcentages d'induction des variateurs, ou encore le nombre de cycles de fonctionnement des équipements à marche discontinue, etc. Le cas échéant, il faut consigner le volume d'air injecté dans les réacteurs, le type, le modèle, le nombre et la disposition (dimension, espacement, profondeur) des aérateurs en fonction, le mode d'opération (constant, intermittent (marche, arrêt), variable avec ou sans interruption), les taux spécifiques (p. ex., m³air/h par mètre cube de bassin; m³air/h par mètre carré de surface de bassin), etc.

Registre des événements

Le signataire du rapport de suivi doit tenir un registre des événements et des conditions lors de l'échantillonnage, de la chronologie des événements et des interventions effectuées sur le système de traitement. Il doit, notamment, noter et déclarer :

- la nature et la quantité de produits ajoutés (produits chimiques, nutriments, bactéries, enzymes ou autres additifs) et la fréquence de l'ajout de ces produits pendant toute la période des essais sur la technologie de traitement;
- tous les événements notables comme les mises au point, les remplacements (une pompe par une autre identique, matériaux filtrants, etc.), l'entretien (p. ex., décolmatage) et les modifications. Au point A.3A.6, on précise les conséquences liées aux remplacements et aux modifications;
- les niveaux d'eau, de boues ou d'autres éléments;
- l'état des systèmes, des automates et de l'instrumentation;
- les dates de calibration des équipements;
- l'âge des boues liées à la technologie de traitement (le cas échéant);
- les dates d'extraction de résidus, la quantité des résidus extraits et le mode d'extraction utilisé.

A.3A.4 PROGRAMME D'ÉCHANTILLONNAGE

Le programme d'échantillonnage, qui inclut les dates d'échantillonnage ou la séquence à partir de la première journée d'échantillonnage, doit permettre d'établir la performance obtenue par la technologie en fonction des conditions d'essai.

L'échantillonnage doit se faire lorsque le système de traitement a atteint des conditions stables. Sans s'y limiter, une condition stable pourrait être associée à une performance ou à un état sans changement significatif dans le temps (p. ex., concentration de la DBO₅C à l'effluent, développement du biofilm).

Advenant que les détails du programme d'échantillonnage de cette annexe puissent ne pas correspondre à l'application visée, le demandeur ou son représentant peuvent déposer auprès du BNQ une demande d'approbation du programme d'échantillonnage dans le cadre d'une demande d'approbation du protocole d'essai.

A.3A.4.1 Prélèvement des échantillons

Le prélèvement des échantillons doit être fait par une personne qualifiée conformément aux prescriptions du [Cahier 1 – Généralités](#) et du [Cahier 2 – Échantillonnage des rejets liquides](#) du *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales* du Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec.

Le responsable de la supervision des essais doit attester dans le rapport de suivi que les échantillons ont été prélevés par une ou des personnes qualifiées et que les normes concernant l'échantillonnage ont été respectées.

A.3A.4.2 Préservation des échantillons et laboratoires d'analyse

Préservation et transport

La préservation, le transport et le stockage des échantillons doivent être effectués conformément au paragraphe 5.4 de la norme ISO 5667-10:2020 et au fascicule [DR-09-04](#) – *Modes de conservation pour l'échantillonnage des rejets liquides*

(eaux usées), et selon les directives du laboratoire accrédité. Le responsable de la supervision des essais de la technologie de traitement doit attester dans le rapport de suivi que les échantillons ont été conservés dans des conditions et des délais adéquats avant leur livraison au laboratoire.

Laboratoires pour l'analyse des échantillons

Les analyses des échantillons doivent avoir été exécutées dans un laboratoire accrédité par le CEAEQ ou selon la norme internationale ISO/CEI 17025, et indépendant du demandeur. L'organisme d'accréditation doit être signataire de l'Accord de reconnaissance mutuelle (ARM) de l'International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

A.3A.4.3 Paramètres et fréquences d'échantillonnage selon les étapes de traitement

La durée des essais est d'au moins 52 semaines consécutives couvrant au moins 365 jours ou 52 semaines considérées comme consécutives. Cette durée permet une ou des interruptions liées à une panne électrique ou un bris d'équipement périphérique (pompes, soufflantes, etc.). Toutefois, chaque partie du suivi officiel doit être composée de périodes d'au moins cinq semaines consécutives pour un total d'au moins 52 semaines officielles comme dans l'exemple qui suit : 40 semaines consécutives + panne + 2 semaines consécutives + bris + 12 semaines consécutives. Avant et après l'interruption, les débits et charges doivent être similaires. Après une interruption, une période de remise en charge peut être nécessaire avant de poursuivre le suivi officiel.

Le programme d'échantillonnage et d'analyses doit comprendre, au minimum, ce qui suit, dont 30 jours de prélèvements à l'affluent et à l'effluent :

- De janvier à avril inclusivement : échantillonnage de zéro à un échantillon par semaine, si seulement 15 jours d'échantillonnage;
- De juillet à septembre inclusivement : échantillonnage de zéro à un échantillon par semaine, si seulement 10 jours d'échantillonnage;
- Mai, juin, octobre, novembre et décembre : échantillonnages mensuels.

Une technologie de traitement peut effectuer une étape de traitement unique (p. ex., étape de réduction de la $DBO_5C_{soluble}$) ou une combinaison d'étapes de traitement (p. ex., réduction de la $DBO_5C_{soluble}$, MES, DBO_5C , coliformes fécaux). Un programme d'échantillonnage d'un système typique de traitement d'eaux usées d'origine domestique doit tenir compte des éléments liés aux étapes de traitement présentées au tableau A.3.1.

Dans le cas d'un système de traitement constitué d'équipements de procédé en série (p. ex., réacteurs biologiques), un suivi intermédiaire, qui n'est pas décrit en détail dans le présent document, permettrait au demandeur de faire état d'une performance pour des portions de technologies de traitement. Comme mentionné précédemment, un demandeur ou son représentant peuvent déposer auprès du BNQ une demande d'approbation du programme d'échantillonnage dans le cadre d'une demande d'approbation du protocole d'essai, et ce, avant la réalisation de l'essai.

Tableau A.3.1 : Paramètres et nombre d'analyses – Au moins 52 semaines

ÉTAPE USUELLE DE TRAITEMENT PARAMÈTRE MINIMAL	NOMBRE MINIMAL DE JOURNÉES D'ÉCHANTILLONNAGE	
	AVANT TRAITEMENT ⁽¹⁾	APRÈS TRAITEMENT ⁽¹⁾
Réduction de la DBO₅C soluble		
DBO ₅ C	30	30
DBO ₅ C soluble	30	30
MES	30	30
Température	30	30 ⁽²⁾
Oxygène dissous ⁽³⁾		30
Réduction de la DBO₅C et des MES		
DBO ₅ C	30	30
DBO ₅ C soluble	30	
MES	30	30
Température	30	30 ⁽²⁾
pH		30
Oxygène dissous ⁽³⁾		30
Réduction des solides		
MES	30	30
MVES	30	30
Température	30	30
pH		30
Réduction du phosphore total (Pt) (coagulation chimique)		
Pt	30	30
pH		30
Alcalinité	30	
Réduction des coliformes fécaux (CF) (désinfection)		
CF ⁽⁴⁾	30	30
Réduction de l'azote ammoniacal (nitrification)		
Azote total Kjeldhal (NTK)	30	
Azote ammoniacal	30	30
Nitrites et nitrates (NO ₂ -NO ₃)		30
pH		30
Alcalinité	30	

(1) Les notions « Avant traitement » et « Après traitement » font référence à la technologie soumise aux fins de validation. Par journée de prélèvement, l'avant et l'après traitement se fait la même journée.

(2) À ajouter, si l'effluent devient l'affluent d'une autre partie pour laquelle une performance individuelle sera demandée.

(3) Dans chaque réacteur ou à la sortie de chaque réacteur.

(4) Compte tenu de la grande variabilité des résultats pour les coliformes fécaux, un plus grand nombre de résultats est nécessaire. Pour chaque journée d'échantillonnage, trois échantillons ponctuels doivent être prélevés à des moments distincts et analysés séparément [3 valeurs par jour x 30 journées = 90 valeurs (échantillons)]. Il doit s'écouler au moins deux heures entre chaque échantillon prélevé la même journée.

Un suivi complémentaire peut s'avérer nécessaire afin de mieux documenter la qualité de l'eau à traiter ou de celle traitée ainsi que les sous-produits générés par le traitement. À titre indicatif, les analyses de la transmittance, du fer, du manganèse et de la dureté de l'eau traitée seraient pertinentes advenant l'ajout anticipé d'une désinfection par rayonnement UV. Une liste non exhaustive de paramètres d'analyses non énumérés précédemment serait : demande chimique en oxygène (DCO), orthophosphates (o-PO₄),

matières volatiles en suspension (MVES), calcium, composés organiques volatils (COV), conductivité, aluminium, huiles et graisses, indice de Langelier, potentiel redox, solides dissous totaux, sulfures et hydrogène sulfuré (H₂S).

A.3A.5 DÉBITS, CONCENTRATIONS ET CHARGES

Débts

Le débit moyen journalier et le débit maximal horaire seront indiqués dans la fiche. Le volume d'eau traité par le système de traitement doit être mesuré en continu à l'aide d'un totalisateur de débit ou d'un enregistreur de temps de marche des pompes. Si l'on utilise un enregistreur de temps de marche des pompes, on doit calibrer le débit des pompes. Une lecture du volume cumulatif quotidien doit être effectuée tous les jours. Pour la validation d'un débit de pointe horaire, qui est différent du débit moyen journalier, le suivi en continu des débits doit se faire sur une base horaire ou toutes les six heures si les débits sont variables toutes les six heures.

Débit moyen journalier

Aux fins de la validation, le débit moyen journalier qui sera inscrit dans la fiche est la moyenne des débits journaliers pendant la période totale des essais.

Débit maximal horaire

Lorsque le débit à l'affluent du système de traitement est au fil de l'eau de la totalité d'un réseau d'égout (exception faite des débordements), avec ou sans pompage, le débit maximal horaire qui sera inscrit dans la fiche est la moyenne des volumes maximums soutenus pendant 60 minutes consécutives pour chacune des journées de la période d'essai.

Lorsque le débit à l'affluent du système de traitement est contrôlé à partir de valeurs de consignes, une gamme de débits de 50 % à 200 % du débit moyen est considérée comme représentative des variations de débit inhérentes au fonctionnement d'une installation de traitement. La variation du débit doit être induite sur une base journalière, dans une proportion de 25 % du temps (six heures par jour) à 50 % ou moins du débit moyen, puis dans une proportion de 25 % du temps (six heures par jour) à 200 % ou plus du débit moyen. La variation peut être contrôlée sous la forme d'ondes sinusoïdes ou d'ondes carrées. Dans ce cas, le débit maximal horaire qui sera inscrit dans la fiche est la moyenne des volumes maximums soutenus sur 60 minutes consécutives pour chacune des journées de la période d'essai. À défaut d'avoir des données sur une base horaire, le débit de pointe horaire inscrit dans la fiche sera la moyenne horaire des volumes maximums traités durant les périodes de six heures (25 % du temps) de chaque journée d'essai.

À défaut d'alimenter le système de traitement par la totalité d'un réseau d'égout (secteur) et à défaut d'avoir respecté les consignes du 25 % du temps à 50 % ou moins du débit moyen et d'un autre 25 % du temps à 200 % et plus du débit moyen, le débit maximal horaire sera considéré comme identique au débit moyen journalier ramené sur une base horaire.

Pour le débit de pointe horaire des équipements de dosage, il faut se référer au protocole applicable de l'annexe 3B.

Concentration moyenne

La concentration moyenne retenue dans la fiche est celle portant sur l'ensemble de la période d'essai. Elle est obtenue à partir de la moyenne globale des concentrations journalières mesurées sans tenir compte des débits.

Charge moyenne

La charge moyenne retenue dans la fiche est celle portant sur l'ensemble de la période d'essai. Elle est obtenue à partir des charges journalières mesurées lors de chacune des journées d'échantillonnage. Une charge journalière est obtenue en multipliant le débit journalier par la concentration journalière de chaque journée d'échantillonnage.

A.3A.6 REMPLACEMENT ET MODIFICATION EN COURS D'ESSAI

Le remplacement d'un élément (p. ex., une pompe ou une vanne) par un appareil identique ou équivalent n'est pas considéré comme une modification. Toutefois, un tel remplacement pour des raisons d'usure ou de fatigue devra être consigné dans le rapport de suivi et dans la fiche.

Lors de l'essai d'un système de traitement, aucune modification ne doit être apportée à l'installation. Si une modification doit être apportée, le suivi des essais de la technologie de traitement doit être conforme au point A.3A.4.

Nonobstant ce qui précède, il est possible de faire une demande de changement du suivi selon le point A.3A.4 auprès du BNQ ou du protocole d'essai approuvé précédemment (voir la section 4.3).

A.3A.7 CONTENU DU RAPPORT DE SUIVI DES ESSAIS

Le rapport de suivi du système de traitement peut être intégré au rapport d'ingénierie. Ce rapport de suivi doit faire état des conditions d'exploitation qui existaient avant et pendant les prises des échantillons. De plus, ce rapport doit commenter l'incidence des interventions, des conditions d'exploitation et des événements observés lors des essais sur les résultats obtenus. Le rapport de suivi des essais doit porter la signature du responsable qui a supervisé les essais.

Le rapport de suivi doit comprendre les éléments suivants :

- Les conditions d'exploitation présentes avant et pendant la prise des échantillons, y compris les modes de contrôle des équipements et de l'instrumentation, tels que des consignes d'exploitation;
- La nature des produits ajoutés (coagulant, aide coagulant, oxydant ou autres additifs), leur quantité et la fréquence d'ajout de ces produits pendant toute la période du suivi;
- Les procédures de mesure de débits ainsi que la localisation des points de mesure et de prélèvement;
- La méthode utilisée pour la prise des échantillons ainsi que le mode de préservation et de transport des échantillons;

- L'attestation que les échantillons ont été prélevés par une personne qualifiée connaissant et appliquant les normes relatives à l'échantillonnage et les méthodes et délais de préservation des échantillons (p. ex., cahiers 1 et 2 du *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales*);
- La description de tous les événements notables survenus (bris d'équipement, réparations, remplacement, mises au point, modifications apportées au système de traitement, etc.);
- L'interprétation de l'incidence des interventions, des paramètres d'exploitation et des événements observés lors des essais sur les résultats obtenus;
- La présentation de tous les résultats analytiques compilés (inclure en annexe les certificats des analyses de laboratoire). Tous les résultats, ainsi que les LRM-3, LRM-6 et LRM-12 (voir l'annexe 4), doivent être présentés :
 - sous forme de tableaux, en précisant la date d'échantillonnage et, dans le cas des échantillons ponctuels, l'heure d'échantillonnage,
 - sous forme de figures, en fonction des dates d'échantillonnage ou du nombre de jours correspondant;
- Les bilans hydrauliques et massiques sur la technologie de traitement;
- Les relevés et commentaires.

ANNEXE 3B

**SUIVI DE VALIDATION DE LA PERFORMANCE
POUR L'OBTENTION D'UNE FICHE DE NIVEAU**

VALIDÉ

ÉQUIPEMENT DE DOSAGE

ANNEXE 3B

ESSAI DE VALIDATION DE LA PERFORMANCE POUR L'OBTENTION D'UNE FICHE DE NIVEAU

VALIDÉ

ÉQUIPEMENT DE DOSAGE

PRÉAMBULE

L'annexe 3B décrit les essais qui doivent être réalisés sur des équipements de dosage pour lesquels il n'est pas facile, pour l'exploitant, d'effectuer une calibration sur place et sur une courte période. Dans ces cas, la dose délivrée par l'équipement doit être préalablement déterminée en laboratoire.

Si l'annexe 3B ne prévoit aucun protocole d'essai pour l'équipement de dosage à valider, le fabricant (demandeur) doit en élaborer un et le soumettre au BNQ aux fins d'analyse. Le cas échéant, le protocole d'essai, révisé au besoin, sera ajouté à l'annexe 3B. La vérification de l'équipement de dosage pourra se faire conformément au protocole d'essai adopté. Le BNQ examinera les demandes d'élaboration au cas par cas. Les protocoles d'essai seront donc ajoutés au fur et à mesure des demandes reçues.

Un équipement de dosage qui a fait l'objet d'une validation d'une technologie de traitement comportant plusieurs équipements de procédé n'a pas à faire l'objet d'une fiche de validation distincte conformément à la présente annexe 3B. Cet équipement de dosage fait alors partie intégrante de la technologie de traitement et est réputé indissociable de la technologie de traitement pour obtenir les limites de rejet spécifiées dans la fiche.

LISTE DES PROTOCOLES D'ESSAI DES ÉQUIPEMENTS DE DOSAGE

- 3B-I: Suivi de validation d'équipements de désinfection au rayonnement ultraviolet

ANNEXE 3B-I

SUIVI DE VALIDATION DE LA PERFORMANCE POUR L'OBTENTION D'UNE FICHE DE NIVEAU

VALIDÉ

ÉQUIPEMENTS DE DÉSINFECTION AU RAYONNEMENT ULTRAVIOLET

PRÉAMBULE

Le suivi de validation a pour but de confirmer les doses effectives fournies par un réacteur UV sous les différentes conditions des essais effectués. La validation de la dose délivrée par l'appareil doit être effectuée au moyen d'essais de biodosimétrie, et la performance est exprimée en dose livrée (microjoules par centimètre carré [mJ/cm^2]).

Faute d'essais de biodosimétrie, il est possible de reconnaître les essais de performance, mais cela se limite à la chaîne de traitement qui a été caractérisée, et les résultats ne sont pas transposables à d'autres chaînes de traitement. Dans un tel cas, le lecteur peut consulter les annexes 2 ou 3A pour connaître la procédure de validation de la chaîne de traitement.

Les règles de conception des grands systèmes à lampes multiples ont été documentées dans la littérature. Ces règles de conception sont abordées dans le *Guide pour l'étude des technologies conventionnelles de traitement des eaux usées d'origine domestique*. La dose UV délivrée par ces systèmes est estimée à l'aide d'équations et d'abaques d'intensité moyenne (I_{moy}) publiés dans différentes références en fonction de la configuration du réacteur. L'intensité moyenne donnée dans ces références a été déterminée à l'aide de méthodes de calcul telle la sommation des points d'émission (*point-source summation method* « PSS »).

Or, à l'heure actuelle, aucune publication ne fait état de l'intensité moyenne délivrée par les petits réacteurs préconçus. De façon générale, les fabricants de ces réacteurs procèdent par essais de biodosimétrie pour déterminer la dose délivrée par le réacteur.

Actuellement, un seul protocole a été adopté par les agences de certification internationale pour des applications en eaux usées à de faibles transmittances (ETV/NSF – *Verification Protocol for Secondary Effluent and Water Reuse Disinfection Application*). Toutefois, ce protocole a été élaboré expressément pour déterminer la dose réellement délivrée par les grands réacteurs UV à lampes multiples afin de les qualifier dans le cadre des programmes américains pour la réutilisation des eaux usées (EPA/600/R-012/618/Septembre 2012 – *Guidelines for Water Reuse*).

Un protocole a été mis au point pour la calibration de la dose délivrée par les petits réacteurs préconçus (NSF/ANSI-55 – *Ultraviolet Microbiological Water Treatment Systems*), mais dans le domaine de l'eau potable, où les conditions d'application sont très différentes. De ce fait, la calibration de la dose selon le protocole NSF/ANSI-55 n'est pas directement applicable aux réacteurs UV qui désinfectent des eaux usées.

Un protocole est donc proposé pour la validation de la dose délivrée par les petits réacteurs UV à une lampe qui ont été conçus pour traiter de l'eau potable, mais qui sont aujourd'hui également commercialisés pour des applications en eaux usées. Le protocole proposé s'inspire principalement du document *Ultraviolet Dinsinfection Guidance Manual* (USEPA, 2003, EPA 815-D-03-007) et du document *Ultraviolet Microbiological Water Treatment Systems* (NSF/ANSI-55-2004).

La présente annexe précise les éléments requis pour l'obtention d'une fiche de niveau *Validé*.

- Les points A.3B-I.2 à A.3B-I.8 présentent le protocole et le suivi des essais de l'équipement de désinfection.
- Le point A.3B-I.9 présente le contenu du rapport de suivi.

A.3B-I.1 PROTOCOLE D'ESSAI

La validation de la dose délivrée par l'appareil doit être effectuée au moyen d'essais de biosimétrie afin d'obtenir une fiche de niveau *Validé*.

L'essai de biosimétrie inclut l'élaboration d'un plan de vérification, la calibration de la réponse du phage à la dose et la calibration de la dose délivrée à un débit donné.

A.3B-I.2 SUPERVISION DES ESSAIS

Le rapport de suivi doit être rédigé et signé par la tierce partie qui en fait la supervision.

La supervision des essais doit permettre de vérifier objectivement la rigueur des essais réalisés et rapportés. De plus, toutes les investigations nécessaires doivent être effectuées afin de déterminer les conditions d'exploitation présentes avant et pendant la prise des échantillons. Ces conditions doivent être consignées et abordées dans le rapport de suivi.

La supervision doit inclure les relevés de mesures (températures, oxygène dissous, pH, niveaux liquide, débits, etc.) et l'enregistrement des échantillons, la tenue d'un registre des événements incluant un journal de tous les paramètres d'exploitation et des activités d'échantillonnage, de même qu'un relevé des conditions présentes lors des prélèvements.

Le rapport de suivi doit inclure la présentation de tous les résultats compilés, les relevés et les commentaires, l'analyse et l'interprétation des résultats relativement aux conditions d'exploitation et aux interventions effectuées ainsi que les bilans hydrauliques et massiques de l'équipement de désinfection. Le rapport de suivi doit être rédigé et signé par le professionnel de la tierce partie qui en fait la supervision.

A.3B-I.3 SUIVI D'EXPLOITATION

Les essais de biosimétrie doivent être effectués par un laboratoire spécialisé dans le domaine et indépendant du fournisseur.

Registre des événements

Le signataire du rapport de suivi des essais de l'équipement de désinfection doit tenir un registre des conditions en vigueur à l'échantillonnage, de la chronologie des événements et des interventions effectuées sur l'équipement de désinfection. Il doit, notamment, noter et déclarer :

- la nature et la quantité de produits ajoutés (produits chimiques, phages, bactéries, enzymes ou autres additifs) et la fréquence de l'ajout de ces produits pendant toute la période de validation de l'équipement de désinfection;
- tous les événements notables comme les mises au point, les remplacements (p. ex., une pompe par une autre identique), l'entretien (p. ex., nettoyage d'une lampe) et les modifications apportées à l'installation de l'équipement de désinfection. Au point A.3B-I.6, on précise les conséquences liées aux remplacements et aux modifications;
- l'état des systèmes, des automates et de l'instrumentation;
- les dates de calibration des équipements.

A.3B-I.4 PROGRAMME D'ÉCHANTILLONNAGE

A.3B-I.4.1 Prélèvement des échantillons

Le prélèvement des échantillons doit être fait par une personne qualifiée sous la supervision du laboratoire spécialisé, conformément aux prescriptions du *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales*, [Cahier 1 – Généralités](#) et [Cahier 2 – Échantillonnage des rejets liquides](#).

Le responsable de la supervision des essais doit attester dans le rapport de suivi que les échantillons ont été prélevés par une ou des personnes qualifiées et que les normes concernant l'échantillonnage ont été respectées.

A.3B-I.4.2 Préservation des échantillons et laboratoires d'analyse

Préservation et transport

La préservation, le transport et le stockage des échantillons doivent être effectués conformément au paragraphe 5.4 de la norme ISO 5667-10:2020 et au fascicule [DR-09-04](#) – *Modes de conservation pour l'échantillonnage des rejets liquides (eaux usées)*, et selon les directives du laboratoire accrédité. Le responsable de la supervision des essais de la technologie de traitement doit attester dans le rapport de suivi que les échantillons ont été conservés dans des conditions et des délais adéquats avant leur livraison au laboratoire.

Laboratoires pour l'analyse des échantillons

Les analyses des échantillons doivent avoir été exécutées par un laboratoire accrédité par le CEAEQ ou selon la norme internationale ISO/CEI 17025, et indépendant du demandeur. L'organisme d'accréditation doit être signataire de l'Accord de reconnaissance mutuelle (ARM) de l'International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

A.3B-I.4.3 VALIDATION DE LA DOSE UV

La dose doit être définie par essais de biodosimétrie effectués avec les coliphages MS-2 ATCC 15597.

Afin de déterminer la dose équivalente d'inactivation (RED), le protocole NSF/ANSI-55-2004 doit être suivi en tenant compte des modifications suivantes :

- Les chapitres 4.0, 5.0 et 8.0 ne sont pas applicables.
- Les paragraphes 6.2.1, 7.2.2.1, 7.2.2.2 et 7.2.2.8 ne sont pas applicables.
- Le sous-paragraphe g) du paragraphe 7.2.1.3 est modifié de la façon suivante :
 - g) Déterminer la dose aux pourcentages de la dose requise suivant : 0 %, 15 %, 30 %, 45 %, 60 %, 75 %, 90 %, 105 %. Le temps d'exposition pour chacune des doses doit être déterminé à partir de l'équation suivante :

$$\text{Temps d'exposition} = \text{dose}/E_{ave}$$

- Le sous-paragraphe h) du paragraphe 7.2.1.3 est modifié de la façon suivante :
 - h) Préparer 16 boîtes de Pétri de 60 x 20 mm en y incluant une barre agitatrice stérile de 10 x 3 mm. Verser suffisamment de la suspension (profondeur de 1 cm) à chacune des boîtes. Irradier deux boîtes pour chacune des doses déterminées au sous-paragraphe 7.2.1.3 g).
- Le paragraphe 7.2.2.5.1 est modifié de la façon suivante :

7.2.2.5.1 Transmittances cibles de l'essai

L'essai doit être mené minimalement pour une transmittance représentative de celle des eaux usées et un débit donné. Le test peut être mené pour plusieurs transmittances et plusieurs débits de consigne.

Si une seule valeur de transmittance est ciblée, celle-ci doit être de 45 % ou moins. Si plus d'une valeur de transmittance est ciblée, il faut minimalement tester la valeur de 45 % (ou moins) et il est recommandé de cibler aussi les valeurs de 55 % et de 65 %.

La procédure d'échantillonnage donnée au paragraphe 7.2.2.7 doit être suivie pour les deux réacteurs avec la transmittance de 45 % ou moins.

Si plus d'une transmittance ou plus d'un débit sont ciblés, la procédure donnée au paragraphe 7.2.2.7 peut être suivie pour un seul réacteur si l'écart de la dose équivalente d'inactivation de chacun des réacteurs à la transmittance de 45 % est inférieur à 5 %. Dans le cas contraire, toute la procédure décrite au paragraphe 7.2.2.7 doit être suivie pour les deux réacteurs.

- Les sous-paragraphes g), h) et i) du paragraphe 7.2.2.5.2 sont modifiés de la façon suivante :

7.2.2.5.2 Mesure de la puissance normale du système

- g) La variation de l'intensité de la lampe doit être évaluée pour des conditions d'application représentatives des eaux du Québec. La courbe de la variation de l'intensité de la lampe doit être établie de 25 °C jusqu'à 5 °C par tranche de 5 °C. Lors de l'essai, l'intensité doit être mesurée et enregistrée en

continu. Lors de la mesure de l'intensité, celle-ci doit être stabilisée ($\pm 1 \text{ mW/cm}^2$) depuis plus de 30 minutes avant d'être consignée.

- h) La température de fonctionnement de la lampe dans le réacteur doit être mesurée dans des conditions représentatives des eaux du Québec (de 25 °C jusqu'à 5 °C par tranches de 5 °C). Lors de l'essai, la température doit être mesurée et enregistrée en continu. Lors de la mesure de la température de la lampe, celle-ci doit être stabilisée ($\pm 0,2 \text{ °C}$) depuis plus de 30 minutes avant d'être consignée.
- i) Les essais prévus aux points g) et h) peuvent être conduits simultanément en suivant une méthode équivalente.
- Le tableau 6 du paragraphe 7.2.2.7 est modifié de la façon suivante :

Tableau 6 – Procédure d'échantillonnage pour la validation des essais de performance de désinfection

Jour	Condition du système	Point d'échantillonnage	
		Entrée	Sortie
0	Préparation du système	Aucun échantillon	Aucun échantillon
1	Démarrage (lampe éteinte)	Aucun échantillon	2 échantillons
1	Démarrage (lampe allumée)	3 échantillons	3 échantillons
1	2 h	3 échantillons	3 échantillons
1	4 h	3 échantillons	3 échantillons
1	5 h (lampe éteinte)	Aucun échantillon	2 échantillons
<ul style="list-style-type: none"> • Après chaque période de stagnation et avant l'échantillonnage, il faut purger une quantité d'eau minimale équivalant à au moins cinq fois le volume du réacteur UV, de la tuyauterie et des autres appareils afin de s'assurer que toute l'eau a été renouvelée. • Tous les échantillons doivent être prélevés après 30 minutes de fonctionnement. 			

- Le sous-paragraphe a du paragraphe 7.2.2.7 est modifié de la façon suivante :
 - a) Installer deux systèmes comme indiqué à la figure 3 du protocole NSF/ANSI-55-2004 et vérifier l'installation avec l'eau qui sera utilisée pour les tests conformément aux recommandations du fabricant. Si le réacteur est pourvu d'un préfiltre ou d'un postfiltre, il est nécessaire d'enlever ces derniers avant d'effectuer les tests. Installer une valve trois voies immédiatement en amont de l'unité de désinfection afin de permettre le contournement de celle-ci. Déterminer le débit à chacun des points d'échantillonnage pour diverses pressions de fonctionnement. Déterminer la pression de fonctionnement requise pour chacun des débits visés. La lampe peut être désactivée durant ces essais.
- Le sous-paragraphe d du paragraphe 7.2.2.7 est modifié de la façon suivante :
 - d) Ajouter suffisamment de PHBA pour atteindre la transmittance visée. Il est également possible de remplacer le PHBA par un mélange de vanilline (CAS# 121-33-5) et de SuperHume (acide humique) dans un ratio de 1.0 mg de vanilline pour 0.02 mL de SuperHume, selon la norme NSF/ANSI-55-2019.

A.3B-I.5 DÉBITS

Le ou les débits utilisés durant les essais doivent être présentés clairement dans le rapport de suivi, ainsi que la méthode de mesure et de calibration. Une lecture du volume cumulatif doit être effectuée à chaque essai.

A.3B-I.6 REMPLACEMENT ET MODIFICATION EN COURS D'ESSAI

Le remplacement d'un élément (p. ex., une pompe ou une vanne) par un appareil identique ou équivalent n'est pas considéré comme une modification. Toutefois, un tel remplacement pour des raisons d'usure ou de fatigue devra être consigné dans le rapport de suivi et dans la fiche.

Lors d'un essai d'équipement de dosage, aucune modification ne doit être apportée à l'installation. Si une modification doit être finalement apportée, le suivi des essais doit être réinitialisé après la modification.

A.3B-I.7 CONTENU DU RAPPORT DE SUIVI DES ESSAIS

Le rapport de suivi de l'équipement de désinfection peut être intégré au rapport d'ingénierie. Ce rapport de suivi doit faire état des conditions d'exploitation qui existaient avant et pendant les prises d'échantillons. De plus, ce rapport doit commenter l'incidence des interventions, des conditions d'exploitation et des événements observés lors des essais sur les résultats obtenus. Le rapport de suivi des essais sur le prototype doit porter la signature du responsable qui a supervisé les essais.

Le rapport de suivi doit comprendre les éléments suivants :

- Les conditions d'exploitation présentes avant et pendant la prise des échantillons, y compris les modes de contrôle des équipements et de l'instrumentation tels que des consignes d'exploitation;
- La nature et la quantité de produits ajoutés (produits chimiques, phages, bactéries, enzymes ou autres additifs) et la fréquence de l'ajout de ces produits pendant toute la durée de l'essai;
- Les procédures de mesure de débits ainsi que la localisation des points de mesure et de prélèvement;
- La méthode utilisée pour la prise des échantillons ainsi que le mode de préservation et de transport des échantillons;
- L'attestation que les échantillons ont été prélevés par une personne qualifiée connaissant et appliquant les normes relatives à l'échantillonnage et les méthodes et délais de préservation des échantillons (p. ex., cahiers 1 et 2 du *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales*);
- La description de tous les événements notables survenus (bris d'équipement, réparations, mises au point, modifications apportées à l'équipement de dosage, etc.);
- La présentation de tous les résultats analytiques compilés (inclure en annexe les certificats des analyses de laboratoire). Tous les résultats doivent être présentés :

- sous forme de tableaux, en précisant la date et l’heure d’échantillonnage. Les tableaux doivent présenter les moyennes et écarts types;
 - sous forme de figures, en fonction des paramètres d’exploitation (transmittance, débit, etc.), en indiquant les intervalles de confiance de la régression s’il y a lieu.
- Les relevés et commentaires.

A.3B-I.8 CONTENU DE LA FICHE D’INFORMATION TECHNIQUE

En plus des éléments indiqués à l’annexe 1, il faut indiquer, dans une fiche de niveau *Validé*, que la dose attribuée est celle qui a été validée par biodosimétrie. De plus, on doit retrouver la courbe de vieillissement de la ou des lampes UV, du ou des manchons ainsi que l’effet de la température de l’eau si la ou les lampes sont immergées, le tout basé sur des résultats d’intensité de la ou des lampes testées ou similaires.

L’aspect d’encrassement des manchons lors des essais doit être indiqué dans la fiche. Pour ce qui est de la valeur de conception de l’encrassement, il doit être indiqué à titre indicatif.

Si la validation de la dose a été effectuée à partir de plusieurs cas de charge (transmittances ou débits), l’équation de la courbe de régression des données peut être indiquée dans la fiche.

ANNEXE 4

**MÉTHODE STATISTIQUE UTILISÉE POUR DÉFINIR LES
LIMITES DE REJET**

ANNEXE 4

MÉTHODE STATISTIQUE UTILISÉE POUR DÉFINIR LES LIMITES DE REJET

Dans la procédure à l'étude, la capacité d'un système de traitement à respecter une exigence de rejet est évaluée à l'aide de la présente méthode statistique à partir des résultats de suivi. Pour que la performance attendue du système de traitement respecte les exigences de rejet définies pour l'installation, la probabilité de non-dépassement de la concentration maximale probable est fixée à 99 %, avec une certitude de 95 %. Cette concentration est définie par une limite de rejet pour une moyenne (LRM) de trois, six et douze résultats, soit respectivement LRM-3, LRM-6 et LRM-12. Ces limites de rejets moyennes sont déterminées par une analyse statistique des données de suivi.

L'USEPA (1991) propose de retenir une méthode statistique pour définir les normes de rejet des établissements qui rejettent des eaux usées traitées dans les cours d'eau (USEPA, 1991). La méthode statistique proposée permet de déterminer les concentrations maximales probables des rejets en valeurs quotidiennes et mensuelles qui peuvent être atteintes par un système de traitement à partir des résultats de suivi de l'effluent des eaux de procédé et en tenant compte de la variation observée (ou estimée) à l'effluent.

La présente annexe décrit une démarche qui permet d'appliquer la méthode statistique à une série de données obtenues à partir d'un effluent traité.

A.4.1 MÉTHODE STATISTIQUE PROPOSÉE PAR L'USEPA

Il est reconnu que plusieurs phénomènes physiques peuvent être interprétés à l'aide de caractéristiques découlant de lois statistiques. En effet, il a été constaté que, pour un contaminant donné, les concentrations dans un effluent traité varient d'une journée à l'autre, et ce, malgré le fait que les traitements aient été bien conçus et qu'ils soient utilisés adéquatement.

La variabilité de la qualité des rejets est attribuable à plusieurs facteurs, notamment à certaines variations dans le procédé, à la fluctuation du débit ou de la charge polluante à traiter, à une mise au point du traitement durant une courte période, à la température des eaux à traiter et, quelquefois, à la température extérieure, à la fiabilité des échantillonnages et des mesures, etc. Il est donc normal que, certains jours, les concentrations de contaminants soient plus élevées dans les eaux traitées.

Afin de prendre en compte la variabilité intrinsèque de l'effluent, l'USEPA (1991) préconise l'application de deux normes, soit une norme quotidienne et une norme mensuelle, qui découlent de l'analyse statistique des données de suivi. En fixant une norme quotidienne – qui est en fait une limite maximale de rejet –, l'agence américaine reconnaît que les concentrations à l'effluent d'une installation peuvent occasionnellement être plus élevées. En déterminant également une norme mensuelle, l'USEPA restreint l'occurrence de ces valeurs quotidiennes élevées. À cette fin, elle recommande que les normes quotidiennes et la moyenne mensuelle applicables à une installation particulière correspondent respectivement au 99^e centile et au 95^e centile de la distribution des données de concentration de l'effluent traité.

De plus, lorsque le nombre de données est limité, l'USEPA préconise une approche basée sur la combinaison d'une évaluation de la variabilité de l'effluent, définie par l'écart type de la série de mesures, et de l'incertitude générée par le nombre limité de mesures.

La méthode proposée par l'USEPA repose sur l'hypothèse qu'on dispose d'une série de données de suivi représentatives de la performance du système de traitement, que les données sont indépendantes du temps (une valeur ne dépend pas de la valeur précédente) et que la distribution des données de suivi de l'effluent traité suit une loi normale, lognormale ou delta-lognormale.

Ces hypothèses impliquent que les conditions d'exploitation n'ont pas changé au cours de la période de caractérisation de la performance du système de traitement et que cette performance est stable dans le temps.

Par conséquent, les conclusions tirées de l'évaluation statistique ne sont valides que pour les conditions observées au cours de la période de caractérisation de la performance du système de traitement.

A.4.1.1 Limites des méthodes de mesure

Une méthode expérimentale ne peut détecter avec certitude la présence d'un contaminant lorsqu'il est présent en deçà d'une certaine concentration. Une méthode expérimentale ne peut pas non plus permettre de déterminer avec certitude la concentration d'un contaminant lorsqu'il est présent en deçà d'une certaine concentration. Ce sont respectivement les limites de détection et de quantification.

Lorsque plusieurs valeurs d'un échantillon d'une population sont inférieures à la limite de détection, l'USEPA (1991; 2004) recommande d'utiliser la méthode delta-lognormale pour effectuer les calculs statistiques.

A.4.2 CALCULS STATISTIQUES

Pour une population d'observations qui suit une distribution normale, on obtient la moyenne (μ) avec l'équation suivante :

$$\mu = \sum_i^n y_i / n$$

y_i = chacune des données de concentration à l'effluent

n = nombre de données

et l'écart type (σ) avec l'équation suivante :

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_i^n (y_i - \mu)^2}{n - 1}}$$

Pour une population d'observations qui suit une distribution normale, il est possible de définir la probabilité qu'une valeur soit inférieure à une valeur critique avec la statistique suivante :

$$P(Z \leq z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int^z e^{-z^2/2}$$

A.4.2.1 Limite de tolérance

Étant donné que les caractéristiques d'un effluent présentent une variabilité intrinsèque, l'objectif du processus de validation n'est pas de définir la performance moyenne du système de traitement, mais de définir sa capacité à respecter une exigence annuelle ou périodique. Par conséquent, une observation unique ou un groupe d'observations devraient respecter une exigence quelconque pendant une période donnée. L'objectif est donc de définir la limite de tolérance qui englobe l'ensemble des observations selon un centile $(1-\alpha)$ acceptable.

Lorsqu'on dispose d'un groupe d'observations représentatives de la population de données ($n =$ valeur finie), l'écart type « s » du groupe peut différer de l'écart type (σ) de la population. Il convient alors de définir la certitude $(1-\gamma)$ sur « s » dans l'évaluation de la limite. La limite de tolérance peut ainsi être définie selon une certitude et un centile acceptable à partir de l'équation suivante :

$$LT = \mu + k_{\alpha,\gamma} s$$

Le facteur de tolérance $k_{\alpha,\gamma}$ est donné dans des tables statistiques qui ont été établies à cet effet (Walpole et collab., 1998; NIST/SEMATECH, 2007).

Limite de tolérance d'une moyenne

Pour un échantillon d'observations dont on a défini l'écart type « s », il est possible de définir l'écart type s_y de la moyenne d'un sous-groupe quelconque d'observations :

$$s_y = \frac{s}{\sqrt{m}}$$

Ainsi, il est possible de définir la limite de tolérance de la moyenne d'un nombre défini de valeurs (m) avec l'équation suivante :

$$LT = \mu + k_{\alpha,\gamma} s_y$$

A.4.2.2 Validation des données

Pour calculer les limites de rejet pour un contaminant, on doit compiler les données de l'effluent exprimées en concentration et suivre les étapes suivantes :

1. Représentation graphique des données quotidiennes en courbe de distribution et vérification du type de distribution.
2. Validation des données selon le type de distribution, puis élimination des valeurs aberrantes.

Toutefois, il faut être prudent avant d'écarter une donnée, car un résultat élevé ou très bas peut refléter une situation normale. Lorsqu'on a peu de données, le retrait d'une valeur élevée ou très basse peut influencer grandement sur la moyenne et les autres calculs qui s'ensuivent.

Avant de calculer les valeurs limites, il est nécessaire de traiter les données afin de respecter les hypothèses inhérentes aux méthodes statistiques. Le calcul d'une valeur moyenne et d'un écart type ne peut être effectué qu'à partir d'un groupe de valeurs qui suit une distribution normale. Or, si la distribution du groupe de valeurs ne respecte pas cette hypothèse, une transformation est requise afin de donner au groupe une distribution normale.

Une transformation logarithmique des mesures est utilisée pour normaliser la distribution des observations à l'effluent lorsque celles-ci suivent une distribution lognormale.

La pondération de la moyenne et de l'écart type en proportion de la fraction de valeurs sous le seuil de détection doit être effectuée à partir de la valeur arithmétique de la moyenne et de l'écart type. Cela peut requérir plusieurs transformations supplémentaires selon la forme de la distribution.

A.4.3 LIMITES DE REJET

Au Québec, les exigences de rejet des stations de traitement des eaux usées d'origine domestique sont exprimées sous forme de moyennes, sur une base périodique, saisonnière ou annuelle. Selon les exigences de rejet formulées par le MELCC, la moyenne à l'effluent de la station de traitement est obtenue sur trois, six ou douze résultats journaliers respectivement. Afin qu'il y ait concordance entre les exigences et les limites de rejet calculées, l'évaluation des limites de rejet doit être effectuée de façon à refléter la formulation des exigences de rejet. C'est pourquoi des limites de rejet en moyennes de trois, six et douze résultats sont calculées (LRM-3, LRM-6 et LRM-12).

Pour que la performance usuelle de la technologie respecte les exigences de rejet définies pour l'installation, la probabilité de non-dépassement de la limite de tolérance est fixée à 99 %, avec une certitude de 95 %. La limite de tolérance ainsi définie sera plus élevée que les observations effectuées lors des essais. Pour que la probabilité de non-dépassement soit respectée, la norme liée aux exigences de rejet devra donc être supérieure à la limite de tolérance.

Limite de rejet d'une moyenne de trois résultats (LRM-3)

Aux fins de validation des performances des nouvelles technologies, la limite de tolérance est déterminée selon la méthode proposée pour définir la limite de rejet d'une moyenne de trois résultats selon une probabilité de non-dépassement de 99 %, avec un degré de confiance de 95 % d'une moyenne de trois mesures.

Limite de rejet d'une moyenne de six résultats (LRM-6)

Aux fins de validation des performances des nouvelles technologies, la limite de tolérance est déterminée selon la méthode proposée pour définir la limite de rejet d'une moyenne de six résultats selon une probabilité de non-dépassement de 99 %, avec un degré de confiance de 95 % d'une moyenne de six observations.

Limite de rejet d'une moyenne de douze résultats (LRM-12)

Aux fins de validation des performances des nouvelles technologies, la limite de tolérance est déterminée selon la méthode proposée pour définir la limite de rejet d'une moyenne de douze résultats selon un centile de non-dépassement de 99 %, avec un degré de confiance de 95 % d'une moyenne de douze observations.

A.4.3.1 Calcul des limites de rejet pour une exigence en moyenne arithmétique

La méthode de calcul de la limite de rejet doit tenir compte de la forme de la distribution statistique des données et aussi de la méthode de calcul des exigences de rejet. Pour la DBO₅C, les MES, l'azote et le phosphore, l'exigence de rejet correspond à la moyenne calculée en valeur arithmétique.

A.4.3.1.1 Méthode de calcul pour une distribution normale

Lorsque la distribution des données de suivi est normale, les calculs des limites de tolérance deviennent donc :

Calcul de la moyenne

$$\mu = \sum_i^n y_i / n$$

y_i = chacune des données de concentrations à l'effluent
 n = nombre de données

Calcul de l'écart type

$$s = \sqrt{\frac{\sum_i^n (y_i - \mu)^2}{n - 1}}$$

Calculs de la LRM-3, de la LRM-6 et de la LRM-12

$$LRM-3 = \mu + k_{\alpha, \gamma} * \frac{s}{\sqrt{3}}$$

$$LRM-6 = \mu + k_{\alpha, \gamma} * \frac{s}{\sqrt{6}}$$

$$LRM-12 = \mu + k_{\alpha, \gamma} * \frac{s}{\sqrt{12}}$$

LRM-3	=	limite de rejet d'une moyenne de 3 résultats
LRM-6	=	limite de rejet d'une moyenne de 6 résultats
LRM-12	=	limite de rejet d'une moyenne de 12 résultats
μ	=	moyenne de la série de mesures
$k_{\alpha, \gamma}$	=	facteur de tolérance pour un nombre de données, selon un centile α et un degré de confiance γ définis dans les tables statistiques
s	=	écart type observé de la série de mesures
n	=	nombre de valeurs de la série de mesures
m	=	nombre de mesures de la moyenne de 3, 6 ou 12 résultats.

A.4.3.1.2 Méthode de calcul pour une distribution lognormale

Généralement, les données de suivi d'un effluent traité à partir d'une station d'épuration suivent une distribution de type lognormale.

Lorsque la distribution est lognormale, il est nécessaire d'effectuer la transformation en valeur logarithmique avant de faire les calculs. Cette transformation amène la distribution sous une forme normale afin que les méthodes statistiques usuelles puissent être appliquées.

À la suite des calculs statistiques, il est nécessaire de reconvertir la valeur obtenue en valeur arithmétique pour obtenir la LRM-3, la LRM-6 et la LRM-12.

La transformation en valeur logarithmique s'effectue avec l'équation suivante :

$$w_i = \ln(y_i)$$

y_i = chacune des données de concentration à l'effluent

w_i = valeur logarithmique de chacune des données de concentration à l'effluent

Calcul de la moyenne

$$\mu_w = \sum_i^n w_i / n$$

μ_w = moyenne de la valeur logarithmique des données de concentration à l'effluent

w_i = valeur logarithmique de chacune des données de concentration à l'effluent

n = nombre de données

Calcul de l'écart type

$$s_w = \sqrt{\frac{\sum_i (w_i - \mu_w)^2}{n - 1}}$$

Calculs de la LRM-3, de la LRM-6 et de la LRM-12

$$E(y) = \exp\left[\mu_w + \frac{(s_w)^2}{2}\right]$$

$$\text{Var}(y) = \exp\left[2\mu_w + (s_w)^2\right] \left[\exp\left[(s_w)^2\right] - 1\right]$$

$$\text{Var}(y)_m^{(1)} = \frac{\text{Var}(y)}{m}$$

$$E(y)_m = E(y)$$

$$\sigma_m = \sqrt{\ln\left(\frac{\text{Var}(y)_m + 1}{[E(y)]^2}\right)}$$

$$\mu_m = \ln(E(y)) - 0,5(\sigma_m)^2$$

$$\text{LRM-3}^{[2]} = \exp\left(\mu_m + k_{\alpha, \gamma} \sigma_m\right)$$

$$\text{LRM-6}^{[2]} = \exp\left(\mu_m + k_{\alpha, \gamma} \sigma_m\right)$$

$$\text{LRM-12}^{[3]} = E(y)_m + k_{\alpha, \gamma} \sqrt{\text{Var}(y)_m}$$

^[1] Comme l'exigence est basée sur une moyenne arithmétique, l'écart type d'un groupe de moyennes arithmétiques doit être déterminé à partir de la valeur arithmétique.

^[2] Lorsque la distribution d'un groupe de données suit une distribution lognormale, l'USEPA présuppose que la distribution d'une série de moyennes de moins de 10 valeurs suit une distribution lognormale.

^[3] L'USEPA présuppose que la distribution d'une série de moyennes de 12 valeurs suit une distribution normale.

LRM-3	=	limite de rejet d'une moyenne de 3 résultats
LRM-6	=	limite de rejet d'une moyenne de 6 résultats
LRM-12	=	limite de rejet d'une moyenne de 12 résultats
μ_w	=	moyenne de la valeur logarithmique des mesures
s_w	=	écart type de la valeur logarithmique des mesures
$\text{Var}(y)$	=	écart type de la série de mesures
$\text{Var}(y)_m$	=	écart type d'une série de moyennes
$E(y)$	=	moyenne de la série de mesures
$k_{\alpha, \gamma}$	=	facteur de tolérance pour un nombre de données, selon un centile α et un degré de confiance γ définis dans les tables statistiques
μ_m	=	valeur logarithmique de la moyenne calculée
σ_m	=	valeur logarithmique de l'écart type calculé d'une série de moyennes sur 3, 6 ou 12 résultats
n	=	nombre de valeurs de la série de mesures
m	=	nombre de mesures de la moyenne de 3, 6 ou 12 résultats.

A.4.3.1.3 Méthode de calcul pour une distribution delta-lognormale

Lorsqu'une proportion delta (δ) des valeurs se situe sous le seuil de détection de la méthode de mesure (D), la distribution devient delta-lognormale.

Si la distribution est delta-lognormale, la pondération de la moyenne et de l'écart type en proportion de la fraction de valeurs sous le seuil de détection doit être effectuée à partir de la valeur arithmétique de la moyenne et de l'écart type. Cela peut requérir plusieurs transformations supplémentaires selon la forme de la distribution. Il est alors nécessaire d'effectuer la transformation des valeurs au-dessus du seuil de détection (y_C) en valeur logarithmique avant d'effectuer les calculs. Cette transformation entraîne la distribution des valeurs situées au-dessus du seuil de détection sous une forme normale afin que les méthodes statistiques usuelles puissent être appliquées à cette série de valeurs.

Selon l'USEPA, il est possible de déterminer la valeur du centile visé par la limite de tolérance en formulant l'hypothèse que la moyenne calculée peut être pondérée dans la proportion suivante :

$$\mu(U) = \delta D + (1 - \delta)\mu(y_C)$$

La variance peut être pondérée dans la proportion suivante :

$$\text{Var}(U) = \delta D^2 + (1 - \delta)(\text{Var}(y_C) + [\mu(y_C)]^2) - \mu(U)$$

Calcul de la proportion delta (δ) des valeurs qui se situent sous le seuil de détection de la méthode de mesure :

$$\delta = r / k$$

r = nombre de mesures sous le seuil de détection

k = nombre total de mesures

δ = nombre de mesures au-dessous du seuil de détection ($k - r$)

La transformation en valeur logarithmique des valeurs au-dessus du seuil de détection s'effectue avec l'équation suivante :

$$w_i = \ln(y_i)$$

y_i = chacune des données de concentration à l'effluent

w_i = valeur logarithmique des concentrations à l'effluent au-dessus du seuil de détection

Calculs pour une moyenne de n_m valeurs

Calcul de la moyenne, qui est la moyenne de la valeur logarithmique des données au-dessus du seuil de détection

$$\mu_w = \frac{\sum_i^{k-r} w_i}{(k - r)}$$

μ_w = moyenne de la valeur logarithmique des données de concentration à l'effluent au-dessus du seuil de détection

w_i = valeur logarithmique des données de concentration à l'effluent au-dessus du seuil de détection

$k - r$ = nombre de données au-dessus du seuil de détection

Calcul de l'écart type (s_w) de la série de données converties en valeur logarithmique

$$s_w = \sqrt{\frac{\sum_i^{k-r} (w_i - \mu_w)^2}{(k-r) - 1}}$$

Calculs de la LRM-3, de la LRM-6 et de la LRM-12

$$\begin{aligned}
 \mathbf{E}(y) &= \exp\left[\mu_w + \frac{(s_w)^2}{2}\right] \\
 \mathbf{Var}(y) &= (E(y))^2 \left(\exp\left[(s)^2\right] - 1\right) \\
 \mathbf{E}(Y^*) &= \delta D + (1 - \delta)E(y) \\
 \mathbf{Var}(Y^*) &= \delta D^2 + (1 - \delta) \left[\mathbf{Var}(y) + (E(y))^2 \right] - E(Y^*)^2 \\
 \mathbf{A} &= \frac{\mathbf{Var}(Y^*)}{\left[m \left(E(Y^*) - \delta^m D \right) \right]^2} \\
 \mathbf{B} &= \frac{-\left[\delta^m D^2 (1 - \delta^m) \right]}{\left[E(Y^*) - \delta^m D \right]^2} \\
 \mathbf{C} &= \frac{\left[2\delta^m D \right]}{\left[E(Y^*) - \delta^m D \right]} \\
 \sigma_m^2 &= \ln\left\{ (1 - \delta^m) [1 + A + B + C] \right\} \\
 \mu_m &= \ln\left[\frac{\left(E(Y^*) + \delta^m D \right)}{(1 - \delta^m)} \right] - 0,5 \sigma_m^2 \\
 \gamma &= \frac{(0,99 - \delta)}{(1 - \delta)} \\
 \mathbf{LRM-3} &= \exp\left(\mu_m + k_{\alpha, \gamma} \sigma_m \right) \\
 \mathbf{LRM-6} &= \exp\left(\mu_m + k_{\alpha, \gamma} \sigma_m \right) \\
 \mathbf{LRM-12} &= \exp\left(\mu_m + k_{\alpha, \gamma} \sigma_m \right)
 \end{aligned}$$

LRM-3	=	limite de rejet d'une moyenne de 3 résultats
LRM-6	=	limite de rejet d'une moyenne de 6 résultats
LRM-12	=	limite de rejet d'une moyenne de 12 résultats
μ_w	=	moyenne des valeurs logarithmiques des mesures au-dessus du seuil de détection
s_w	=	écart type des valeurs logarithmiques des mesures au-dessus du seuil de détection
Var(y)	=	écart type des mesures au-dessus du seuil de détection
E(y)	=	moyenne des mesures au-dessus du seuil de détection
Var(Y*)	=	écart type pondéré des mesures
E(Y*)	=	moyenne pondérée des mesures
$k_{\alpha,\gamma}$	=	facteur de tolérance pour un nombre de données, selon un centile α et un degré de confiance γ définis dans les tables statistiques
μ_m	=	valeur logarithmique de la moyenne pondérée pour une série de moyennes de 3, 6 ou 12 résultats
σ_m	=	valeur logarithmique de l'écart type pondéré d'une série de moyennes de 3, 6 ou 12 résultats
k - r	=	nombre de valeurs au-dessus du seuil de détection de la méthode de mesure
δ	=	r / k
n	=	nombre de valeurs de la série de mesures
m	=	nombre de mesures de la moyenne de 3, 6 ou 12 résultats.

A.4.3.2 Calcul des limites de rejet pour une exigence en moyenne géométrique

La méthode de calcul de la limite de rejet doit tenir compte de la forme de la distribution statistique des données et aussi de la méthode de calcul des exigences de rejet. Pour les coliformes fécaux, l'exigence de rejet correspond à la moyenne calculée en valeur géométrique pour la période.

Par conséquent, l'écart type d'un groupe de moyennes géométriques doit être déterminé à partir de l'écart type des valeurs logarithmiques.

A.4.3.2.1 Méthode de calcul pour une distribution lognormale

Généralement, les données de suivi d'un effluent traité à partir d'une station d'épuration suivent une distribution de type lognormale.

Lorsque la distribution est lognormale, il est nécessaire d'effectuer la transformation en valeur logarithmique avant de faire les calculs. Cette transformation entraîne la distribution sous une forme normale afin que les méthodes statistiques usuelles puissent être appliquées. À la suite des calculs statistiques, il est nécessaire de reconvertir la valeur obtenue en valeur arithmétique pour obtenir la LRM-3, la LRM-6 et la LRM-12.

La transformation en valeur logarithmique s'effectue avec l'équation suivante :

$$w_i = \ln(y_i)$$

x_i = chacune des données de concentration à l'effluent

y_i = valeur logarithmique de chacune des données de concentration à l'effluent

Calcul de la moyenne

$$\mu_w = \sum_i^n w_i / n$$

μ_w = moyenne de la valeur logarithmique des données de concentration à l'effluent

w_i = valeur logarithmique de chacune des données de concentration à l'effluent

n = nombre de données

Calcul de l'écart type

$$s_w = \sqrt{\frac{\sum_i (w_i - \mu_w)^2}{n - 1}}$$

Calculs de la LRM-3, de la LRM-6 et de la LRM-12

$$\sigma_m = \frac{s_w}{\sqrt{m}}$$

$$\text{LRM-3} = \exp\left[\mu_w + k_{\alpha, \gamma} \sigma_m\right]$$

$$\text{LRM-6} = \exp\left[\mu_w + k_{\alpha, \gamma} \sigma_m\right]$$

$$\text{LRM-12} = \exp\left[\mu_w + k_{\alpha, \gamma} \sigma_m\right]$$

LRM-3	=	limite de rejet d'une moyenne de 3 résultats
LRM-6	=	limite de rejet d'une moyenne de 6 résultats
LRM-12	=	limite de rejet d'une moyenne de 12 résultats
μ_w	=	moyenne des valeurs logarithmiques des mesures
s_w	=	écart type des valeurs logarithmiques des mesures
σ_m	=	écart type calculé d'une série de moyennes géométriques sur 3, 6 ou 12 résultats
$k_{\alpha, \gamma}$	=	facteur de tolérance pour un nombre de données, selon un centile α et un degré de confiance γ définis dans les tables statistiques
n	=	nombre de valeurs de la série de mesures
m	=	nombre de mesures de la moyenne de 3, de 6 ou de 12 résultats.

A.4.3.2.2 Méthode de calcul pour une distribution delta-lognormale

Lorsqu'une proportion delta (δ) des valeurs se situe sous le seuil de détection de la méthode de mesure (D), la distribution devient delta-lognormale. La pondération de la moyenne et de l'écart type en proportion de la fraction de valeurs sous le seuil de détection doit être effectuée à partir de la moyenne et de l'écart type des valeurs logarithmiques. Cela peut requérir quelques transformations supplémentaires selon la forme de la distribution.

Si la distribution est delta-lognormale, les valeurs logarithmiques des mesures au-dessus du seuil de détection (x_c) suivent une distribution normale.

Selon l'USEPA, il est possible de déterminer la valeur du centile visé par la limite de tolérance en formulant l'hypothèse que la moyenne calculée peut être pondérée dans la proportion suivante :

$$\mu(U) = \delta D + (1 - \delta) \mu(x_c)$$

La variance peut être pondérée dans la proportion suivante :

$$\text{Var}(U) = \delta D^2 + (1 - \delta)(\text{Var}(x_c) + [\mu(x_c)]^2) - \mu(U)^2$$

Calcul de la proportion delta (δ) des valeurs qui se situent sous le seuil de détection de la méthode de mesure :

$$\delta = r / k$$

r = nombre de mesures sous le seuil de détection

k = nombre total de mesures

δ = nombre de mesures au-dessous du seuil de détection (k - r)

La transformation des valeurs au-dessus du seuil de détection en valeur logarithmique s'effectue avec l'équation suivante :

$$w_i = \ln(y_i)$$

y_i = chacune des données de concentration à l'effluent

w_i = valeur logarithmique des concentrations à l'effluent au-dessus du seuil de détection

Calculs pour une moyenne de n_m valeurs

Calcul de la moyenne, qui est la moyenne de la valeur logarithmique des données au-dessus du seuil de détection :

$$\mu_w = \frac{\sum_i^{k-r} w_i}{(k-r)}$$

μ_w = moyenne de la valeur logarithmique des données de concentration à l'effluent au-dessus du seuil de détection

w_i = valeur logarithmique des données de concentration à l'effluent au-dessus du seuil de détection

k - r = nombre de données au-dessus du seuil de détection

Calcul de l'écart type (s_w) de la série de données converties en valeur logarithmique :

$$s_w = \sqrt{\frac{\sum_i^{k-r} (w_i - \mu_w)^2}{(k-r) - 1}}$$

Calculs de la LRM-3, de la LRM-6 et de la LRM-12

$$\mu_c = \delta \ln(D) + (1 - \delta) \mu_w$$

$$\frac{(\sigma_c)^2}{m} = \frac{\left\{ \delta [\ln(D)]^2 + (1 - \delta) (\mu_w^2 + s_w^2) - \mu_c^2 \right\}}{m}$$

$$(\sigma_c)_m = \sqrt{\frac{(\sigma_c)^2}{m}}$$

$$\text{LRM-3} = \exp(\mu_c + k_{\alpha,\gamma} (\sigma_c)_m)$$

$$\text{LRM-6} = \exp(\mu_c + k_{\alpha,\gamma} (\sigma_c)_m)$$

$$\text{LRM-12} = \exp(\mu_c + k_{\alpha,\gamma} (\sigma_c)_m)$$

LRM-3	=	limite de rejet d'une moyenne de 3 résultats
LRM-6	=	limite de rejet d'une moyenne de 6 résultats
LRM-12	=	limite de rejet d'une moyenne de 12 résultats
μ_w	=	moyenne des valeurs logarithmiques des mesures au-dessus du seuil de détection
s_w	=	écart type des valeurs logarithmiques des mesures au-dessus du seuil de détection
$k_{\alpha,\gamma}$	=	facteur de tolérance pour un nombre de données, selon un centile α et un degré de confiance γ définis dans les tables statistiques
μ_c	=	moyenne pondérée des valeurs logarithmiques des mesures
$(\sigma_c)_m$	=	écart type pondéré d'une série de moyennes sur 3, 6 ou 12 résultats calculées en valeur logarithmique
k-r	=	nombre de valeurs au-dessus du seuil de détection de la méthode de mesure
δ	=	r / k
n	=	nombre de valeurs de la série de mesures
m	=	nombre de mesures de la moyenne de 3, 6 ou 12 résultats.

Tableau A.5-1 — Facteur de tolérance $k_{\alpha,95}$

Degré de confiance de 95 %								
k	Centile							
	$t_{150/95}$	$t_{155/95}$	$t_{160/95}$	$t_{170/95}$	$t_{180/95}$	$t_{190/95}$	$t_{195/95}$	$t_{199/95}$
	0,50	0,55	0,60	0,70	0,80	0,90	0,95	0,99
2	0,000	2,454	4,943	10,237	16,450	25,007	32,138	45,462
3	0,000	0,639	1,287	2,666	4,284	6,513	8,370	11,840
4	0,000	0,410	0,826	1,710	2,748	4,178	5,369	7,595
5	0,000	0,326	0,657	1,361	2,188	3,326	4,274	6,046
6	0,000	0,283	0,571	1,183	1,900	2,889	3,713	5,252
7	0,000	0,257	0,518	1,073	1,724	2,621	3,369	4,766
8	0,000	0,239	0,482	0,999	1,605	2,440	3,136	4,436
9	0,000	0,227	0,456	0,945	1,519	2,308	2,967	4,197
10	0,000	0,217	0,437	0,904	1,453	2,209	2,838	4,015
11	0,000	0,209	0,421	0,872	1,401	2,130	2,737	3,872
12	0,000	0,203	0,408	0,846	1,359	2,066	2,655	3,756
13	0,000	0,198	0,398	0,824	1,324	2,013	2,587	3,659
14	0,000	0,193	0,389	0,806	1,295	1,968	2,529	3,578
15	0,000	0,189	0,381	0,790	1,269	1,930	2,480	3,508
16	0,000	0,186	0,375	0,776	1,247	1,896	2,437	3,448
17	0,000	0,183	0,369	0,764	1,228	1,867	2,400	3,394
18	0,000	0,181	0,364	0,754	1,211	1,841	2,366	3,347
19	0,000	0,178	0,359	0,744	1,196	1,818	2,337	3,306
20	0,000	0,176	0,355	0,736	1,182	1,797	2,310	3,268
25	0,000	0,169	0,340	0,703	1,130	1,718	2,208	3,124
30	0,000	0,163	0,329	0,682	1,095	1,665	2,140	3,027
33	0,000	0,161	0,324	0,672	1,079	1,640	2,108	2,982
35	0,000	0,160	0,321	0,666	1,070	1,626	2,090	2,957
40	0,000	0,157	0,316	0,654	1,050	1,597	2,052	2,902
45	0,000	0,154	0,311	0,644	1,035	1,573	2,021	2,859
50	0,000	0,152	0,307	0,636	1,022	1,554	1,997	2,824
55	0,000	0,151	0,304	0,629	1,011	1,537	1,976	2,795
60	0,000	0,149	0,301	0,624	1,002	1,524	1,958	2,770
65	0,000	0,148	0,299	0,619	0,994	1,512	1,943	2,748
70	0,000	0,147	0,297	0,614	0,987	1,501	1,929	2,729
75	0,000	0,146	0,295	0,611	0,981	1,492	1,917	2,712
80	0,000	0,146	0,293	0,607	0,976	1,484	1,907	2,698
85	0,000	0,145	0,292	0,604	0,971	1,476	1,897	2,684
90	0,000	0,144	0,291	0,602	0,967	1,470	1,889	2,672
95	0,000	0,144	0,289	0,599	0,963	1,464	1,881	2,661
100	0,000	0,143	0,288	0,597	0,959	1,458	1,874	2,651
150	0,000	0,139	0,281	0,581	0,934	1,424	1,831	2,601
200	0,000	0,137	0,277	0,573	0,920	1,402	1,802	2,557
250	0,000	0,136	0,274	0,567	0,911	1,388	1,783	2,529
300	0,000	0,135	0,272	0,563	0,904	1,377	1,770	2,508
400	0,000	0,134	0,269	0,557	0,895	1,363	1,751	2,481
500	0,000	0,133	0,267	0,554	0,889	1,354	1,739	2,463
600	0,000	0,132	0,266	0,551	0,884	1,347	1,730	2,449
700	0,000	0,132	0,265	0,549	0,881	1,342	1,723	2,439
1000	0,000	0,131	0,263	0,545	0,874	1,332	1,709	2,419
∞	0,000	0,126	0,253	0,524	0,842	1,280	1,645	2,327

ANNEXE 5

BIBLIOGRAPHIE

Bibliographie

- COHEN, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioural Sciences*, 2^e édition, Hillsdale (New Jersey), Lawrence Erlbaum Associates, Publisher.
- ETV/NSF (2002). *Verification Protocol for Secondary Effluent and Water Reuse Disinfection Application*, Water Quality Protection Center, Environmental Technology Verification Protocol, NSF.
- NIST/SEMATECH. *Handbook of Statistical Methods*, [En ligne]. [<http://www.itl.nist.gov/div898/handbook/>] (Consulté le 29 octobre 2007).
- WALPOLE, R.E., R.H. Myers et S.L. Myers (1998). *Probability and Statistics for Engineers and Scientists*, New Jersey, Prentice Hall Inc., 739 p.
- USEPA (1991). *Technical Support Document for Water Quality-based Toxics Control*, Washington, D.C., United States Environmental Protection Agency, Office of Water Enforcement and Permits.
- USEPA (2003). *Ultraviolet Disinfection Guidance Manual*, United States Environmental Protection Agency, Office of Water, EPA 815-D-03-07.
- USEPA (2004a). « Appendix E: Modified Delta-Lognormal Distribution », dans *Technical Development Document for the Final Effluent Limitation Guidelines and New Source Performance Standards for the Concentrated Aquatic Animal Production Point Source Category* (révisé en août 2004), Washington, D.C., United States Environmental Protection Agency, Office of Science and Technology, Engineering and Analysis Division.
- USEPA (2012). *Guidelines for Water Reuse*, Washington, D.C., United States Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, Office of Water, EPA/600/R-12/618.