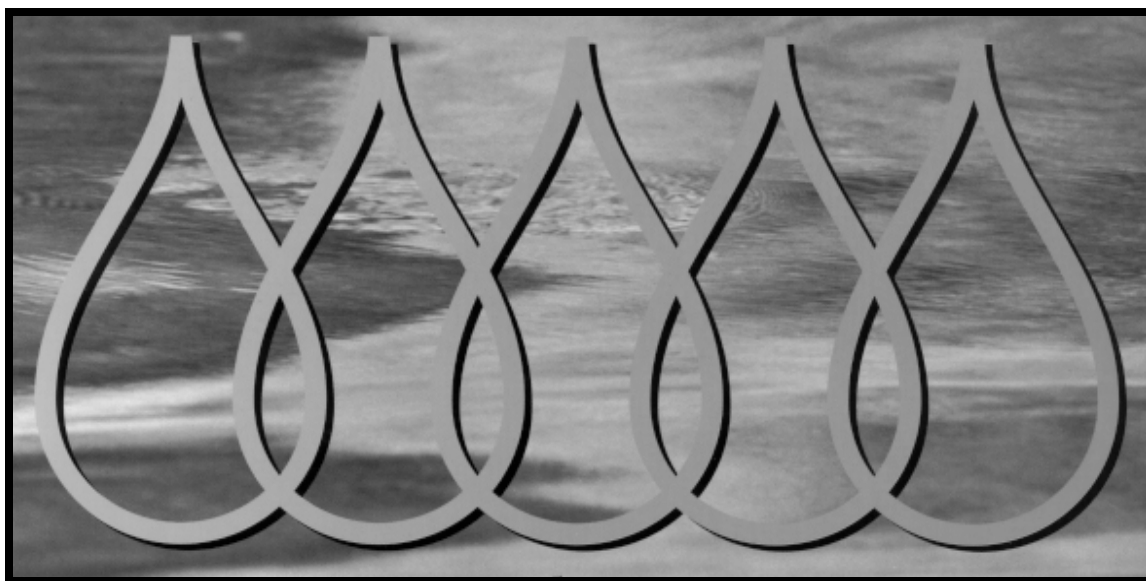


PROCÉDURE DE VALIDATION DE LA PERFORMANCE DES TECHNOLOGIES DE TRAITEMENT EN EAU POTABLE

Janvier 2014



Québec 

TABLE DES MATIÈRES

1. CONTEXTE	4
2. OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION	5
3. RÉFÉRENCES	6
4. DÉFINITIONS	7
5. VALIDATION DE LA PERFORMANCE DES TECHNOLOGIES	8
5.1. NIVEAU <i>EN VALIDATION</i> À L'ÉCHELLE RÉELLE.....	8
5.1.1 <i>Conditions de validation</i>	8
5.1.2 <i>Demande de validation au niveau En validation à l'échelle réelle</i>	8
5.2. NIVEAU <i>VALIDÉ</i>	9
5.2.1 <i>Conditions de validation</i>	9
5.2.2 <i>Demande de validation au niveau Validé</i>	9
5.3. CALCUL DES LIMITES MAXIMALES PRÉVISIBLES POUR L'EAU PRODUITE	11
5.3.1 <i>Présentation des données sur les paramètres à l'eau brute</i>	11
5.3.2 <i>Présentation des données sur les paramètres à l'eau traitée</i>	13
5.3.3 <i>Analyse statistique des résultats obtenus</i>	14
ANNEXE 1 : RAPPORT D'INGÉNIERIE	16
ANNEXE 2 : SUIVI DES ESSAIS PILOTES	21
ANNEXE 3 : SUIVI DE VALIDATION D'UNE INSTALLATION À L'ÉCHELLE RÉELLE	32
ANNEXE 4 : FORMULES ET TABLES STATISTIQUES	43

ÉQUIPE DE RÉDACTION

L'équipe de rédaction remercie toutes les personnes qui ont collaboré à la préparation et à la rédaction de ce document, ainsi que les fabricants et les distributeurs de technologies qui, par leur collaboration active, ont aidé le Comité sur les technologies de traitement en eau potable (CTTEP) à élaborer une méthode de validation rigoureuse et équitable. Des remerciements sont également adressés à la direction et au personnel de soutien du ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP) et du ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire (MAMROT).

L'équipe de rédaction était composée de :

Donald Ellis, ing., M. Sc.	MDDEFP
Eric Marcil, ing., M. Sc.	MAMROT
Simon Picard, ing.	MDDEFP
Pierre Richer, ing.	MAMROT

Avec la collaboration immédiate de :

Jim Ferrero, ing.	Bureau de normalisation du Québec (BNQ)
Sophie Paré, chim.	BNQ

Sous la supervision de :

Carole Jutras
Chef du Service des eaux municipales, MDDEFP

François Payette, ing.
Directeur de la Direction des Infrastructures – Montréal, MAMROT

PROCÉDURE DE VALIDATION DE LA PERFORMANCE DES TECHNOLOGIES DE TRAITEMENT EN EAU POTABLE

1. CONTEXTE

Dans le cadre d'une entente établie entre le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP), le ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire (MAMROT) et le Bureau de normalisation du Québec (BNQ), le gouvernement a mandaté le BNQ à titre d'administrateur de la procédure de validation de la performance des technologies de traitement en eau potable.

Le document intitulé *Technologies de traitement en eau potable et en eaux usées d'origine domestique — Validation de la performance — Procédure administrative*, rédigé par le BNQ, ainsi que les présentes décrivent la marche à suivre pour soumettre une demande de validation de la performance par le Comité sur les technologies de traitement en eau potable (ci-après nommé Comité), et de diffusion par le MDDEFP d'une fiche d'information technique sur une technologie de traitement en eau potable.

La diffusion de fiches d'information technique vise à faciliter l'analyse des dossiers soumis dans le cadre des programmes d'infrastructures gérés par le MAMROT et l'autorisation des projets qui font appel à ces technologies par le MDDEFP.

2. OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

Le présent document décrit les démarches techniques qui doivent être suivies dans le cadre de la procédure administrative BNQ 9922-200 relative au processus de validation de la performance des technologies de traitement en eau potable.

Il s'applique à toute technologie de traitement en eau potable, ou à son application, qui n'est pas décrite dans les documents de référence disponibles sur le site Web du MDDEFP.

Cette technologie doit répondre aux critères suivants :

- elle doit permettre de respecter les normes du Règlement sur la qualité de l'eau potable ou, lorsque les paramètres visés ne sont pas normés, les Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada;
les matériaux en contact avec l'eau utilisés par la technologie doivent être certifiés NSF/ANSI 61 ou conformes aux normes du BNQ appropriées;
- les produits chimiques utilisés dans les technologies doivent être certifiés NSF/ANSI 60.

3. 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 en eau potable et en eaux usées d'origine domestique — Validation de la performance — Procédure administrative*
- ISO (International Organization for Standardization)** [www.iso.org]
ISO/IEC 17025 *Exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais*
- MDDEFP (Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs)** [www.mddefp.gouv.qc.ca]
Guide de conception *Guide de conception des installations de production d'eau potable*
RQEP *Règlement sur la qualité de l'eau potable (Q-2, r.40)*
Guide d'interprétation du RQEP *Guide d'interprétation du Règlement sur la qualité de l'eau potable (Q-2, r.40)*
- NSF (NSF International)** [www.nsf.org]
NSF/ANSI 60 *Drinking Water Treatment Chemicals — Health Effects*
NSF/ANSI 61 *Drinking Water System Components — Health Effects*
- Santé Canada** [www.hc-sc.gc.ca]
Recommandations canadiennes *Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada — Documents techniques*

4. DÉFINITIONS

Pour les besoins du présent document, le terme suivant est ainsi défini :

Technologie : Système constitué d'un ou de plusieurs équipements utilisés pour effectuer un traitement de l'eau destinée à la consommation humaine.

Limite de qualité (LQ) : La LQ est la limite supérieure de l'intervalle de prédiction du critère de qualité observé selon un centile de non-dépassement de 99,9 % avec un degré de confiance de 99 % (voir annexe 4).

Pour les autres définitions, se référer à la procédure BNQ 9922-200.

5. VALIDATION DE LA PERFORMANCE DES TECHNOLOGIES

Selon la présente procédure de validation, la performance des technologies peut être décrite dans une fiche de niveau *En validation à échelle réelle* ou *Validé*.

La validation par le Comité débute au dépôt d'une demande officielle au BNQ comme prévu dans la procédure BNQ 9922-200. La démarche de validation est résumée au tableau 1.

5.1. Niveau *En validation à l'échelle réelle*

5.1.1 Conditions de validation

Une fiche de niveau *En validation à échelle réelle* peut être publiée par le Comité quand une technologie présente des données de suivi des essais pilotes démontrant une efficacité de traitement suffisante pour que son utilisation à échelle réelle soit autorisée, mais demandant des vérifications à plus long terme. L'utilisation d'une telle technologie doit faire l'objet d'une autorisation auprès du MDDEFP avant d'être mise en place et le [formulaire de demande d'autorisation](#) est disponible sur son site Internet.

Le suivi des essais pilotes est décrit à l'annexe 2. Ce suivi doit être effectué par une tierce partie et les analyses doivent être réalisées par un laboratoire accrédité par le Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ). Si les essais pilotes ont eu lieu ailleurs qu'au Québec, l'analyse des échantillons prélevés dans le cadre des essais pilotes doit avoir été effectuée par un laboratoire accrédité selon la norme internationale ISO/CEI 17025 par un organisme d'accréditation signataire de l'Accord de reconnaissance mutuelle (ARM) de l'International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

Les exigences du RQEP pour les paramètres normés, ou les Recommandations canadiennes pour les paramètres qui ne sont pas assujettis à des normes, sont satisfaites lorsque les limites de tolérance calculées avec les résultats obtenus pendant les essais selon la méthode précisée à l'article 5.3 sont inférieures aux valeurs spécifiées.

5.1.2 Demande de validation au niveau *En validation à l'échelle réelle*

Pour que la performance d'une technologie puisse être validée pour des conditions données (débits, variation de débits, nature des eaux brutes, etc.) dans une fiche de niveau *En validation à échelle réelle*, le demandeur doit soumettre au BNQ en pièces justificatives au dossier les documents suivants :

- rapport d'ingénierie conforme à l'annexe 1, comprenant l'information servant à reconnaître des crédits d'enlèvement et la méthode de suivi de l'intégrité choisie, si cette reconnaissance est demandée par le demandeur, conformément à l'annexe 2-B;
- rapport de suivi des essais pilotes conforme à l'[annexe 2-A](#), et à l'[annexe 2-B le cas échéant](#);
- [déclaration d'indépendance de la tierce partie](#);
- pièces justificatives énumérées dans la procédure BNQ 9922-200.

5.2. Niveau *Validé*

5.2.1 Conditions de validation

Une fiche de niveau *Validé* peut être publiée par le Comité quand une technologie présente des données de suivi d'une installation réelle qui démontrent une efficacité de traitement et une fiabilité opérationnelle suffisantes pour que son utilisation soit autorisée sans restriction.

Le suivi demandé est décrit à l'annexe 3. Ce suivi doit être effectué par une tierce partie et les analyses doivent être réalisées par un laboratoire accrédité par le Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ). Si le suivi de validation a eu lieu ailleurs qu'au Québec, l'analyse des échantillons prélevés dans le cadre de ce suivi doit avoir été effectuée par un laboratoire accrédité selon la norme internationale ISO/CEI 17025 par un organisme d'accréditation signataire de l'Accord de reconnaissance mutuelle (ARM) de l'International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

Les normes du RQEP, ou les Recommandations canadiennes pour les paramètres qui ne sont pas normés, doivent être respectées pendant la période de suivi.

5.2.2 Demande de validation au niveau *Validé*

Pour que la performance d'une technologie puisse être validée pour des conditions données (débits, variation de débits, nature des eaux brutes, etc.) dans une fiche de niveau *Validé*, le demandeur doit soumettre au BNQ en pièces justificatives au dossier les documents suivants :

- rapport d'ingénierie conforme à l'annexe 1, comprenant l'information relative à la méthode de suivi de l'intégrité choisie, si sa reconnaissance est demandée par le demandeur, conformément à l'annexe 3-B;
- rapport de suivi de l'installation à échelle réelle conforme à l'annexe 3-A, et à l'annexe 3-B le cas échéant;
- déclaration d'indépendance de la tierce partie;
- pièces justificatives énumérées dans la procédure BNQ 9922-200.

TABLEAU 1 – SYNTHÈSE DES LIMITES D'APPLICATION ASSOCIÉES AUX NIVEAUX DE VALIDATION

Niveau de validation	AUCUNE VALIDATION	EN VALIDATION À L'ÉCHELLE RÉELLE	VALIDÉ
But des essais	Obtenir une fiche d'information technique de niveau <i>En validation à l'échelle réelle</i> . Vérifier la performance d'une unité pilote pendant une période d'au moins trois mois ⁽¹⁾ . Attention : La technologie ne peut servir à la production d'eau pour la consommation humaine.	Obtenir une fiche d'information technique de niveau <i>Validé</i> . Vérifier la performance et la fiabilité opérationnelle d'une installation réelle, pendant une période d'au moins 12 mois. Produire de l'eau potable pour la consommation humaine.	Produire de l'eau potable pour la consommation humaine.
Rejet des boues et des eaux de procédé	Réseau d'égout ou système de traitement autorisé	Réseau d'égout, ou selon les indications du chapitre 14 du Guide de conception	Réseau d'égout, ou selon les indications du chapitre 14 du Guide de conception
Critères d'évaluation de la performance	Essais à l'échelle pilote avec suivi de performance en respectant les balises énoncées en annexe 2. Tel que le prévoit la procédure BNQ 9922-200, le Comité peut commenter le protocole préparé par le demandeur préalablement aux essais.	Essais à l'échelle réelle avec suivi de performance en respectant les balises énoncées en annexe 3. • Tel que le prévoit la procédure BNQ 9922-200, le Comité peut commenter le protocole préparé par le demandeur préalablement aux essais.	
Documents à produire par le demandeur à la suite des essais de performance	<ul style="list-style-type: none"> • Rapport d'ingénierie (annexe 1) • Rapport de suivi rédigé par une tierce partie présentant les résultats des essais pilotes (annexe 2) ou Rapport de suivi démontrant que la technologie est déjà appliquée avec succès ailleurs (annexe 2) ⁽¹⁾ <ul style="list-style-type: none"> • Pièces justificatives demandées dans la procédure BNQ 9922-200 	<ul style="list-style-type: none"> • Rapport d'ingénierie (annexe 1) • Rapport de suivi rédigé par une tierce partie présentant les résultats des essais de validation (annexe 3) ou Rapport de suivi démontrant que la technologie a déjà été appliquée avec succès ailleurs pendant une période minimale de 12 mois (annexe 3) ⁽¹⁾ <ul style="list-style-type: none"> • Pièces justificatives demandées dans la procédure BNQ 9922-200 	
Document produit par le Comité	Rapport décisionnel Fiche de niveau <i>En validation à l'échelle réelle</i> , le cas échéant	Rapport décisionnel Fiche de niveau <i>Validé</i> , le cas échéant	
Autorisation du MDDEFP pour le projet	Non nécessaire, mais il faut respecter les lois et règlements en vigueur.	Nécessaire Formulaire de demande d'autorisation pour réaliser un projet assujéti à l'article 32 de la Loi sur la qualité de l'environnement	Nécessaire Formulaire de demande d'autorisation pour réaliser un projet assujéti à l'article 32 de la Loi sur la qualité de l'environnement

(1) Dans le cas particulier où la technologie est déjà éprouvée ailleurs dans des conditions d'application équivalentes, il n'est pas nécessaire de faire un essai pilote. Des essais de traitabilité peuvent être nécessaires afin de confirmer les performances ou d'optimiser les paramètres de conception.

5.3. Calcul des limites maximales prévisibles pour l'eau produite

CONTEXTE

Selon un principe généralement reconnu et accepté, les justifications des performances présentées dans le rapport d'ingénierie doivent être fondées sur une analyse statistique des résultats du rapport de suivi permettant un niveau de confiance adéquat au regard des exigences réglementaires.

APPROCHE STATISTIQUE PRÉCONISÉE PAR LE PROGRAMME VTE DU CANADA

Tout comme l'Environmental Technology Verification Program (ETV) de l'Agence américaine de protection de l'environnement (USEPA), le Programme de vérification des technologies environnementales (VTE) du Canada, dans son protocole générique général, exige que les dossiers soumis soient appuyés par une analyse statistique des résultats présentés.

Le demandeur peut se référer au document intitulé *Environmental Technology Verification — General Verification Protocol (GVP) — Review of Application and Assessment of Technology* et à ses annexes, tous disponibles sur le site du Programme VTE du Canada [<http://etvcanada.ca/fr/home/protocols-and-procedures/>].

Il est donc d'intérêt, pour tout demandeur souhaitant obtenir une reconnaissance des performances de sa technologie dans une fiche du Programme VTE du Canada, de prendre connaissance du document précité.

BESOIN D'UNE APPROCHE STATISTIQUE ADAPTÉE AUX EXIGENCES RÉGLEMENTAIRES S'APPLIQUANT AU QUÉBEC

Afin d'obtenir une reconnaissance des essais et du suivi de performance dans une fiche d'information technique publiée sur le site Internet du MDDEFP, il est nécessaire d'élaborer une approche statistique avec des balises adaptées aux exigences du RQEP s'appliquant au Québec.

Dans cette perspective, il faudra se référer au RQEP et au Guide d'interprétation du RQEP, documents disponibles sur le site Internet du MDDEFP.

5.3.1 Présentation des données sur les paramètres à l'eau brute

Il n'est pas nécessaire de présenter dans la fiche tous les paramètres qui ont été mesurés à l'eau brute.

Afin d'établir dans la fiche les conditions à l'eau brute représentatives des conditions rencontrées lors des essais pilotes de 3 mois ou d'un suivi de 12 mois, il est d'usage de retenir un certain nombre de paramètres plus significatifs.

En ce qui concerne les procédés de traitement utilisés en eau de surface (clarification, filtration granulaire, membranes, etc.), les valeurs à présenter pour les paramètres à l'eau brute sont les suivants :

i) Paramètres critiques à l'eau brute

- Turbidité : - valeur basée sur le 95^e centile des valeurs observées
- valeur maximale des valeurs observées
- COT¹ : - valeur basée sur le 90^e centile des valeurs observées
- valeur maximale des valeurs observées
- Autres : - valeur basée sur le 90^e centile des valeurs observées et valeur maximale pour tout autre paramètre jugé critique pour assurer la performance souhaitée des équipements

ii) Autres paramètres mesurés à l'eau brute

La liste suivante n'est pas exhaustive et peut être ajustée selon les procédés évalués.

- Couleur vraie : - valeur basée sur le 90^e centile des valeurs observées
- Température : - plage des valeurs observées
- pH : - plage des valeurs observées
- Alcalinité totale : - plage des valeurs observées
- Fer : - plage des valeurs observées
- Manganèse : - plage des valeurs observées
- Absorbance UV : - plage des valeurs observées
- SUVA² : - plage des valeurs observées

En ce qui a trait aux procédés de traitement utilisés en eau souterraine, les valeurs à présenter pour les paramètres à l'eau brute dépendront des performances visées. Ainsi, les données à l'eau brute seront requises pour chaque paramètre pour lequel une reconnaissance de performance de traitement est demandée.

¹ Carbone organique total

² Absorbance UV spécifique

i) Paramètres critiques à l'eau brute

Paramètre : - valeur basée sur le 90^e centile des valeurs observées et valeur maximale pour tout paramètre jugé critique pour assurer la performance souhaitée des équipements

ii) Autres paramètres mesurés à l'eau brute

Paramètre : - valeur basée sur le 90^e centile des valeurs observées et valeur maximale pour tout paramètre jugé critique pour assurer la performance souhaitée des équipements

Il en va de même pour les technologies pour lesquelles des crédits d'enlèvement sont demandés, que ces technologies soient utilisées en eau de surface ou en eau souterraine.

5.3.2 Présentation des données sur les paramètres à l'eau traitée

Pour les résultats à l'eau traitée, il est nécessaire de démontrer, en utilisant une méthode statistique adaptée, que les exigences réglementaires formulées dans le RQEP sont satisfaites.

Ainsi, le demandeur devra démontrer, de façon distincte pour les groupes de paramètres suivants et en se limitant aux paramètres visés qui seront traités par ses équipements, que les résultats obtenus respectent les exigences formulées dans le RQEP, considérant les précisions apportées par le Guide d'interprétation du RQEP :

i) Paramètres microbiologiques

Les résultats présentés doivent permettre de constater le taux d'élimination atteint pour chacun des microorganismes visés. Pour connaître les paramètres à présenter et les taux d'élimination pouvant être atteints, le demandeur doit se référer à l'annexe 2-B de la présente procédure ainsi qu'au chapitre 10 du volume 1 du Guide de conception.

ii) Paramètres concernant les substances inorganiques

Les résultats présentés doivent permettre de démontrer que les normes du RQEP seront respectées en tout temps. L'article 2 de l'annexe 1 du RQEP donne les concentrations maximales à respecter à l'eau traitée pour les substances inorganiques normées.

Si le paramètre visé par le traitement n'est pas l'objet d'une norme au RQEP, les résultats présentés doivent permettre de démontrer que le seuil généralement admis pour ce paramètre (Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada, Organisation mondiale de la Santé, etc.) sera respecté en tout temps.

iii) Paramètres concernant les substances organiques

Les résultats présentés doivent permettre de démontrer que les normes du RQEP seront respectées en tout temps. L'article 3 de l'annexe 1 du RQEP donne les concentrations maximales à respecter à l'eau traitée pour les substances inorganiques normées.

Si le paramètre visé par le traitement n'est pas l'objet d'une norme au RQEP, les résultats présentés doivent permettre de démontrer que le seuil généralement admis pour ce paramètre (Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada, Organisation mondiale de la Santé, etc.) sera respecté en tout temps.

Cas des sous-produits de chloration

Pour les trihalométhanes (THM) et les acides haloacétiques (AHA), la note 3 au bas du tableau 3 du Guide d'interprétation du RQEP demande de calculer la moyenne des valeurs maximales obtenues pour quatre trimestres consécutifs. Ainsi, les résultats présentés pour les sous-produits de la chloration seront basés sur la moyenne de quatre valeurs consécutives plutôt que sur la valeur maximale.

iv) Paramètres concernant les substances radioactives

Les résultats présentés doivent permettre de démontrer que les normes du RQEP seront respectées en tout temps. L'article 4 de l'annexe 1 du RQEP donne les concentrations maximales à respecter à l'eau traitée pour les substances inorganiques normées.

Si le paramètre visé par le traitement n'est pas l'objet d'une norme au RQEP, les résultats présentés doivent permettre de démontrer que le seuil généralement admis pour ce paramètre (Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada, Organisation mondiale de la Santé, etc.) sera respecté en tout temps.

v) Paramètres concernant la turbidité

Les résultats présentés doivent permettre de démontrer que les normes du RQEP seront respectées en tout temps. L'article 5 de l'annexe 1 du RQEP précise les valeurs à respecter pour différents procédés :

- la valeur limite qui, pour une période de 30 jours, doit être respectée dans 95 % des mesures effectuées;
- la valeur limite qui ne doit jamais être dépassée.

5.3.3 Analyse statistique des résultats obtenus

Pour l'ensemble de ces paramètres, une méthode statistique doit être utilisée afin de démontrer que les résultats obtenus permettront de respecter les exigences requises avec un centile de non-dépassement de 99,9 % pour un degré de confiance de 99 %. L'annexe 4 de la présente procédure propose certaines balises pour encadrer une telle analyse statistique.

ANNEXE 1

RAPPORT D'INGÉNIERIE

ANNEXE 1 : RAPPORT D'INGÉNIERIE

PRÉAMBULE

Un rapport d'ingénierie doit être soumis par le demandeur avec toute demande de fiche de niveau *En validation à l'échelle réelle* ou *Validé*.

La présente annexe décrit le contenu du rapport d'ingénierie à soumettre au BNQ aux fins de la validation.

CONTENU DU RAPPORT D'INGÉNIERIE

Le rapport d'ingénierie doit être divisé en neuf chapitres contenant au moins les éléments suivants :

CHAPITRE 1 — DESCRIPTION DE LA TECHNOLOGIE

- Inscrire les noms, marque et numéro de modèle.
- Expliquer le principe de fonctionnement de la technologie.
- Décrire la chaîne de traitement.
- Décrire chacun des composants de la technologie et indiquer sa fonction.
- Décrire les spécifications relatives aux étapes de traitement préalables.

Lorsque la technologie proposée est basée sur une technologie dite conventionnelle à laquelle le demandeur veut intégrer des éléments nouveaux, il doit présenter au début de ce chapitre du rapport les renseignements suivants :

- nom de la technologie conventionnelle déjà utilisée comme base de référence;
- critères de conception de la technologie conventionnelle et références bibliographiques s'y rapportant (Guide de conception ou autre source);
- comparaison entre les critères de conception de la technologie proposée et ceux de la technologie conventionnelle;
- évaluation des répercussions potentielles de ces différences sur le fonctionnement ou la performance du système;
- analyse comparative entre le traitement préalable recommandé pour la technologie proposée et celui fait normalement avec la technologie conventionnelle.

CHAPITRE 2 — LIMITES D'UTILISATION ET PRÉTRAITEMENT NÉCESSAIRE

- Préciser la gamme de débits à l'intérieur de laquelle la technologie ou chaque modèle de la technologie sont utilisables.
- Préciser la gamme de concentrations pour tout paramètre jugé critique pour le bon fonctionnement de la technologie, à l'intérieur de l'application visée.

- Indiquer toute autre contrainte à l'utilisation de la technologie (la turbidité excessive, la présence importante de matières organiques, etc.).
- Si la technologie nécessite une étape de traitement préalable, fournir les spécifications relatives à ce traitement préalable ou des références précises au Guide de conception ou à une section d'un manuel technique applicable.
- Préciser, le cas échéant, si des ajustements à la conception sont nécessaires, notamment pour tenir compte de la diminution de la température de l'eau en conditions hivernales et de la réduction de l'efficacité des équipements avec le temps.

CHAPITRE 3 — SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES ET CRITÈRES DE CONCEPTION

- Fournir les spécifications techniques de chaque composant susceptible d'avoir une incidence sur la performance de la technologie.
- Préciser les critères de conception proposés, les équipements en redondance, les mesures d'urgence, le suivi en continu, les alarmes, etc.
- Fournir la capacité des équipements mécaniques.
- Si le dimensionnement des unités de traitement est basé sur un modèle cinétique ou un autre modèle mathématique, fournir ce modèle ainsi que les valeurs des coefficients utilisés.
- Inclure, le cas échéant, les courbes ou abaques du demandeur sur lesquels est basé le dimensionnement des unités de traitement, ainsi que les études de validation de ceux-ci.
- Si cela est nécessaire, fournir les règles de mise à l'échelle des composants ainsi que les limites d'application prescrites en matière de conception et de fonctionnement.

CHAPITRE 4 — PERFORMANCES ATTENDUES

- Indiquer les performances attendues de la technologie en spécifiant les concentrations dans l'eau brute et l'eau traitée pour chacun des paramètres de contrôle ciblés.
- Présenter au besoin les modèles ou courbes proposés pour prédire la performance de la technologie ou de l'équipement.

CHAPITRE 5 — SOUS-PRODUITS ET EAUX USÉES ISSUS DU TRAITEMENT

- Donner la liste des sous-produits qui pourraient se former lors du traitement et les concentrations attendues. Préciser, le cas échéant, les relations entre la qualité de l'eau brute, le dosage des produits et la concentration de sous-produits résultante.
- Indiquer les types d'eaux usées (boues, eaux de lavage et autres eaux de procédé) qui sont produits lors du traitement, et fournir une estimation des quantités à prévoir.

CHAPITRE 6 — DESCRIPTION DE L'INSTALLATION SOUMISE AU SUIVI

- Fournir les coordonnées de l'installation et un plan de localisation.
- Fournir les plans détaillés et des photos de l'installation soumise au suivi de performance.
- Fournir les spécifications de chacun des composants du système soumis au suivi de performance.
- Préciser les caractéristiques, les spécifications techniques de l'installation de même que les différences entre l'installation soumise au suivi et la technologie ou le modèle proposés.

CHAPITRE 7 — INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

- Indiquer les débits, les charges appliquées et leurs variations.
- Comparer les conditions réelles d'utilisation aux critères de conception (taux de charge hydraulique, temps de rétention).
- Présenter les résultats observés pendant la période d'exploitation continue spécifiée à l'annexe 2, relativement à la qualité de l'affluent ou de l'effluent, qui permettent de préciser les critères de conception, tels que les taux de charge hydraulique ou massique appliqués sur le système durant les essais.
- Fournir également les bilans massiques et tous les résultats disponibles concernant la production et l'évacuation des eaux et boues résiduelles.
- Comparer les résultats obtenus au rendement attendu (vérifier la concordance avec le modèle mathématique ou les courbes utilisés, le cas échéant).
- Évaluer si les performances devraient se maintenir au-delà de la période d'essai.
- Évaluer aussi le potentiel d'accumulation de boues, de colmatage progressif du matériau, d'encrassement des équipements, etc., et leurs incidences sur la performance et le fonctionnement du système.
- Présenter, sous forme de figure, les résultats du suivi de performance en fonction des paramètres de conception ou d'exploitation avec lesquels la variable présente une corrélation, en indiquant les intervalles de confiance et les limites de tolérance de la régression (voir annexe 4);
- Pour une demande de fiche de niveau *Validé*, inclure la liste des installations autorisées, comprenant les dates de mise en service, ainsi que, dans la mesure du possible, les résultats des suivis de contrôle effectués jusqu'à 60 jours avant la date du dépôt du rapport de suivi de validation de l'installation suivie (voir l'annexe 3-A).
- Fournir tout autre renseignement utile à l'interprétation des résultats.

CHAPITRE 8 — GUIDE ET RECOMMANDATIONS RELATIVES À L'EXPLOITATION

- Fournir un guide d'utilisation dans lequel sont précisées les activités d'exploitation, d'inspection et d'entretien recommandées par le demandeur.
- Préciser la fréquence des interventions recommandées s'il s'agit d'activités périodiques à fréquence fixe ou indiquer le critère motivant une intervention

(volume ou hauteur des boues accumulées dans un bassin, accumulation d'eau en surface d'un filtre ou autre).

- Mentionner dans le rapport toute intervention effectuée sur les installations autorisées (ex. : si l'intervention de spécialistes a été nécessaire, préciser si une telle intervention est prévue dans le guide d'utilisation ou le manuel d'exploitation).
- Fournir une attestation d'un ingénieur indiquant que les recommandations d'utilisation, d'inspection et d'entretien contenues dans ce guide ou ce manuel respectent les règles de l'art, visent à permettre le maintien des performances attendues et concordent avec les activités d'exploitation effectuées lors du suivi des équipements.

CHAPITRE 9 — PROPOSITION DE FICHE D'INFORMATION TECHNIQUE

Le demandeur doit présenter à ce chapitre sa proposition de fiche d'information technique, qu'il aura préparée en s'appuyant sur les chapitres précédents de son rapport.

Aux fins d'une certaine uniformisation de la présentation de l'information technique, le format de cette proposition devra s'inspirer des modèles types de fiches qui sont disponibles sur demande auprès du BNQ.

Le demandeur pourra également se référer aux formats des fiches déjà publiées sur le site Internet du MDDEFP.

SIGNATURE DU RAPPORT D'INGÉNIERIE

Le rapport d'ingénierie du demandeur doit être préparé et signé par un ingénieur membre de l'Ordre des ingénieurs de la province ou de l'État où il exerce.

ANNEXE 2

SUIVI DES ESSAIS PILOTES
REQUIS POUR SOUTENIR UNE DEMANDE DE CLASSEMENT
AU NIVEAU *EN VALIDATION* À L'ÉCHELLE RÉELLE
(ANNEXE 2A)

ET

MÉTHODES POUR L'ÉTABLISSEMENT DES
CRÉDITS D'ENLÈVEMENT DES
MICROORGANISMES
(ANNEXE 2-B)

ANNEXE 2 : SUIVI DES ESSAIS PILOTES

1. BUT DU SUIVI

Le suivi des essais pilotes a pour objectif de démontrer la performance des équipements et les conditions où ces essais ont été effectués. Ce suivi est supervisé par une tierce partie indépendante qui doit vérifier la rigueur des essais effectués et rapporter de façon objective les résultats obtenus.

2. PROTOCOLE POUR LE SUIVI DES ESSAIS PILOTES

Le suivi peut varier en fonction de la technologie et de la source d’approvisionnement en eau (de surface ou souterraine). L’échantillonnage doit se faire lorsque l’unité pilote a atteint des conditions stables.

Le demandeur doit préparer un **protocole de suivi des essais pilotes** en tenant compte des balises de la présente annexe et l’adapter en fonction de la technologie et de son application.

Le Comité peut être consulté relativement au contenu d’un programme de suivi des essais pilotes. L’article 7.2 de la procédure BNQ-9922-200 prévoit les modalités d’une telle démarche.

3. DURÉE DU SUIVI DES ESSAIS PILOTES

L’unité pilote doit être exploitée dans les conditions de référence durant une période d’au moins trois mois où, dans le cas des eaux de surface, les conditions de qualité de l’eau brute sont représentatives des variations anticipées en conditions réelles.

4. SUPERVISION PAR UNE TIERCE PARTIE

Le suivi des essais pilotes devra être effectué sous la supervision d’une tierce partie compétente comptant au moins un ingénieur qui possède les connaissances nécessaires au suivi de la technologie.

Le mandat de la tierce partie doit inclure la supervision du prélèvement des échantillons, la tenue du journal des activités d’échantillonnage, le suivi de tous les paramètres de fonctionnement et le relevé des conditions qui prévalaient à l’installation lors du prélèvement des échantillons pour les analyses de laboratoire (www.ceaeq.gouv.qc.ca/documents/publications/echantillonnage/generalitesC1.pdf). La tierce partie doit rédiger un rapport de suivi tel que cela est décrit à l’article 9 de cette annexe.

5. EXPLOITATION DE L'UNITÉ PILOTE

Le demandeur peut assurer le fonctionnement de l'unité pilote.

6. PARAMÈTRES ET ANALYSES

6.1 PARAMÈTRES D'EXPLOITATION

Dans le cadre du suivi des essais pilotes, la tierce partie doit s'assurer que les mesures des paramètres d'exploitation correspondent aux conditions d'exploitation des équipements utilisés. Elle doit s'assurer que ces mesures soient bien consignées au moment où les échantillons sont prélevés pour être analysés.

Elle doit également rapporter 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. Elle doit vérifier la calibration des équipements.

Il faut noter, lors des visites, l'état des systèmes, les indications et les enregistrements des équipements de mesure ou de toute autre instrumentation, tels que les débitmètres, les sondes de température, les sondes de niveau et les alarmes.

Il est nécessaire de décrire les cycles de fonctionnement, la programmation des automates et le fonctionnement des systèmes de contrôle. Au besoin, faire les tests de fonctionnement et vérifier la calibration des appareils.

6.2 PROGRAMME D'ÉCHANTILLONNAGE ET ANALYSES À EFFECTUER

Les tableaux 1.1 et 1.2 précisent les paramètres de base pour tout suivi d'essais pilotes. Le tableau 1.1 doit être utilisé pour les eaux de surface et le tableau 1.2, pour les eaux souterraines. Des analyses supplémentaires portant sur des paramètres particuliers pourraient également être pertinentes selon les caractéristiques locales (par exemple, l'analyse de l'aluminium s'il y a utilisation d'alun).

L'échantillonnage doit se faire uniformément pendant toute la période d'essai, notamment durant la première et la dernière semaine des essais. Le protocole d'essai peut être présenté au préalable au Comité comme prévu à la procédure BNQ 9922-200.

Cas particulier : suivi des paramètres d'une technologie faisant partie d'une chaîne complète de traitement

Dans le cas où la technologie à analyser serait intégrée à l'intérieur d'une chaîne complète de traitement, le suivi doit porter également sur les paramètres de fonctionnement des différentes technologies concernées ainsi que sur des échantillonnages intermédiaires.

6.3 PRÉLÈVEMENT ET PRÉSERVATION DES ÉCHANTILLONS

Le prélèvement, la préservation et le transport des échantillons doivent répondre aux exigences décrites au RQEP pour les paramètres visés. Si les paramètres suivis ne sont pas normés au RQEP, la tierce partie doit s'assurer de faire respecter les modalités qui s'appliquent selon les consignes obtenues auprès du laboratoire accrédité.

7. REGISTRE DES ÉVÉNEMENTS

La tierce partie doit tenir un registre des conditions en vigueur à l'échantillonnage, de la chronologie des événements et des interventions effectuées sur le système. Elle doit, notamment, noter et rapporter :

- la nature et la quantité de produits ajoutés (produits chimiques ou autres additifs) et la fréquence de l'ajout de ces produits pendant toute la période de validation à échelle réelle;
- tous les événements notables (bris d'équipements, réparations, ajustements ou modifications mineures apportées au système, décolmatage, scarification ou remplacement du matériau filtrant, entre autres);
- l'état des systèmes, des automates et de l'instrumentation;
- les dates de calibration des équipements;
- la quantité et la caractérisation, le cas échéant, d'eau de rejet ou de boues produites.

8. MODIFICATIONS EN COURS D'ESSAI

Lors d'un essai pilote, aucune modification importante ne doit être apportée à l'installation. Si une telle modification est apportée, le suivi des essais pilotes doit se poursuivre pendant au moins trois mois après la modification.

9. CONTENU DU RAPPORT DE SUIVI DES ESSAIS PILOTES

Le rapport de suivi des essais pilotes doit être préparé par la tierce partie et doit porter la signature de l'ingénieur responsable sur une page décrivant de façon explicite son mandat.

Le rapport de suivi de l'ingénieur doit comprendre les éléments suivants :

- l'attestation que les échantillons ont été prélevés par une personne qualifiée et que les normes concernant l'échantillonnage et les méthodes et délais de préservation des échantillons prévus au RQEP ont été respectées;
- la présentation de tous les résultats analytiques compilés (inclure en annexe les certificats d'analyses de laboratoire). Le calcul des limites maximales prévisibles pour l'eau produite doit avoir été effectué à partir des résultats obtenus (voir article 5.3);
- les conditions d'exploitation qui avaient cours au moment de la prise des échantillons et avant;

- 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;
- la description de tous les événements notables survenus (bris d'équipement, réparations, ajustements, modifications mineures apportées au système ou autres);
- l'interprétation de l'incidence des interventions et des événements observés lors des essais sur les résultats obtenus, y compris ses propres relevés et commentaires.

Tableau 1.1 : Paramètres et nombre d'analyses
Essais pilotes avec des eaux de surface

PARAMÈTRES DE BASE	EAU BRUTE	EAU TRAITÉE
	Nombre d'échantillons	Nombre d'échantillons
pH (sur place)	13	13
Température (sur place)	13	13
Coliformes fécaux	13	13
Coliformes totaux	facultatif	facultatif
Bactéries hétérotrophes aérobies et anaérobies (BHAA)	facultatif	facultatif
Bactéries sporulantes aérobies (BSA)	13	13
Couleur vraie (sur place)	13	13
Carbone organique total (voir note 1)	13	si on l'exige
Carbone organique dissous (voir note 1)	13	6
Turbidité	13	13
Absorbance UV à 254 nm (voir note 1)	13	6
Azote ammoniacal	3	si on l'exige
Nitrites	3	si on l'exige
Nitrates et nitrites	3	si on l'exige
Demande en chlore (voir note 2)	facultatif	6
Alcalinité totale	6	6
Al (pour technologies utilisant des sels d'aluminium)	6	6
Calcium	6	6
Dureté	6	6
Fer	6	6
Manganèse	6	6
<i>Silt Density Index</i> (SDI, voir note 3)	6	-
Solides dissous	3	3
Solides totaux	3	3
Conductivité	facultatif	facultatif
Simulation de formation des trihalométhanes (SDS-THM, voir note 2)	S. O.	6
Simulation de formation des acides haloacétiques (SDS-AHA, voir note 2)	S. O.	6

Note 1 : Ces analyses permettent entre autres de calculer l'absorbance UV spécifique (SUVA) de l'eau brute.

Note 2 : Essai de 24 h avec $0,5 \pm 0,2$ mg/L de chlore résiduel libre après 24 h, pH de 7,5 et température de ± 22 °C.

Note 3 : Ces analyses doivent être réalisées seulement pour les technologies utilisant la nanofiltration. Les prélèvements doivent être faits juste en amont du premier étage de membranes, en incluant la recirculation le cas échéant.

***Tableau 1.2 : Paramètres et nombre d'analyses
Essais pilotes avec des eaux souterraines***

PARAMÈTRES DE BASE	EAU BRUTE	EAU TRAITÉE
	Nombre d'échantillons	Nombre d'échantillons
pH (sur place)	13	13
Température (sur place)	13	13
Coliformes fécaux	13	13
Coliformes totaux	13	13
Bactéries hétérotrophes aérobies et anaérobies (BHAA)	facultatif	facultatif
Couleur vraie (sur place)	13	13
Carbone organique total	13	13
Turbidité	13	13
Oxygène dissous (sur place)	6	6
Nitrites	3	si on l'exige
Nitrates et nitrites	3	si on l'exige
Demande en chlore (voir note 1)	S. O.	6
Alcalinité totale	6	6
Dureté	6	6
Al (pour technologies utilisant des sels d'aluminium)	6	6
Arsenic	3	3
Baryum	3	3
Calcium	6	6
Fer	6	6
Manganèse	6	6
<i>Silt Density Index</i> (SDI, voir note 2)	6	-
Chlorures	3	3
Fluorures	3	3
Sulfates	3	3
Sulfures	3	3
Sodium	3	3
Solides dissous	3	6
Solides totaux	3	3
Conductivité	facultatif	facultatif
Potentiel redox	3	3
Simulation de formation des trihalométhanes (SDS-THM, voir note 1)	S. O.	6
Simulation de formation des acides haloacétiques (SDS-AHA, voir note 1)	S. O.	6

Note 1 : Essai de 24 h avec $0,5 \pm 0,2$ mg/L de chlore résiduel libre après 24 h, pH de 7,5 et température de ± 22 °C.

Note 2 : Ces analyses doivent être réalisées seulement pour les technologies utilisant la nanofiltration. Les prélèvements doivent être faits juste en amont du premier étage de membranes, en incluant la recirculation le cas échéant.

ANNEXE 2-B

MÉTHODES POUR L'ÉTABLISSEMENT DES CRÉDITS D'ENLÈVEMENT DES MICROORGANISMES

L'annexe 2-B présente les différentes méthodes acceptées par le Comité pour l'établissement des crédits d'enlèvement (log de réduction) des microorganismes.

Deux cas sont présentés ci-dessous, soit les réacteurs UV et les autres systèmes de traitement.

CAS 1 — RÉACTEURS UV

La performance de tout réacteur de désinfection par irradiation UV utilisé pour le traitement d'eau destinée à la consommation humaine doit avoir été validé par une méthode de biodosimétrie reconnue par le Comité. La validation a pour objectif de confirmer la dose effective fournie par un réacteur UV dans différentes conditions de fonctionnement, tout en permettant de calibrer les capteurs en fonction de la dose effective fournie.

Compte tenu du fait qu'il existe plusieurs normes, le demandeur doit fournir les résultats de ses essais en indiquant le protocole de validation utilisé et l'organisme indépendant ayant supervisé les essais. Les protocoles de validation allemand (DVGW-W294), autrichien (ONORM M 5873-1) ou américain (NWRI-AWWARF et NSF 55) sont actuellement des références en la matière. Le protocole de validation de l'USEPA (UVGM), version 2003, mouture en révision de 2003 à 2006 ou nouvelle version de novembre 2006, pourrait également être utilisé pour valider la performance d'un réacteur UV.

Si des essais de biodosimétrie sont faits directement dans les endroits où les réacteurs seront installés, le protocole utilisé devra être conforme à l'un des protocoles reconnus par le Comité et devra être approuvé par celui-ci avant que les essais soient effectués.

CAS 2 — AUTRES SYSTÈMES DE TRAITEMENT

Le crédit maximal accordé pour les systèmes de traitement est la valeur la plus faible parmi les deux valeurs suivantes :

- l'enlèvement le plus faible (en log) obtenu lors des essais permettant d'établir les crédits d'enlèvement;
- l'enlèvement maximal (en log) vérifié par la mesure périodique de l'intégrité des systèmes.

Protocole pour établir les crédits d'enlèvement des parasites et des virus

Un protocole reconnu permettant d'accorder des crédits d'enlèvement aux systèmes de traitement est le protocole EPA/NSF ETV, intitulé *Protocol for Equipment Verification Testing for Physical Removal of Microbiological and Particulate Contaminants*, version 2005.

Ce protocole préconise l'utilisation de particules ou de microorganismes de référence pour vérifier la qualité de fabrication et d'assemblage des systèmes en ce qui a trait à l'enlèvement des parasites et des virus. En conformité avec ce protocole, le Comité énonce les principes directeurs suivants :

- les **particules de référence** utilisées (particules inertes, microorganismes ou autres) sont **représentatives** des organismes visés (parasites ou virus) et sont facilement **mesurables ou dénombrables** (par exemple en utilisant les bactéries sporulantes aérobies, les virus MS2 bactériophages, des particules calibrées fluorescentes, etc.);
- les **particules de référence** utilisées sont en **nombre suffisant** pour qu'il soit possible d'établir le niveau d'enlèvement du système testé;
- le **système testé** est **représentatif du système réel**, par exemple il utilise les mêmes types de membranes, conditions de fonctionnement (flux membranaire, qualité de l'eau avant les membranes, conditions d'écoulement), méthodes et accessoires d'assemblage, caissons, etc.

Toute autre approche d'établissement des crédits d'enlèvement peut être reconnue, à condition qu'elle montre clairement l'obtention des performances de désinfection qui sont visées.

Il est donc de la responsabilité de chaque demandeur d'établir un protocole et de le soumettre pour approbation au Comité. Ce protocole **doit nécessairement être accompagné** du protocole de reconnaissance d'une méthode de suivi de l'intégrité du système de traitement soumis (voir section suivante).

Protocole de reconnaissance d'une méthode de suivi de l'intégrité

Ce protocole vise à s'assurer, en effectuant un suivi de l'intégrité (de façon continue ou discontinue) par une méthode reconnue (mesure directe ou indirecte), que les crédits

d'enlèvement des parasites et des virus de la technologie à l'étude sont maintenus. Bien qu'il existe sur le marché plusieurs méthodes pour mesurer l'intégrité des équipements, aucun protocole ne permet pour l'instant d'associer une méthode de suivi de l'intégrité aux crédits d'enlèvement accordés.

Cependant, les principes directeurs permettant la reconnaissance d'une méthode de suivi de l'intégrité sont les suivants :

- Les **méthodes de mesure directes** de l'intégrité **sont préférées** aux méthodes indirectes (le tableau qui suit présente certaines méthodes ainsi que leurs avantages et inconvénients).

MÉTHODES DE SUIVI DE L'INTÉGRITÉ		
MÉTHODES INDIRECTES	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
Mesure de la turbidité du perméat	- Facile à utiliser - Peu coûteuse	- Moins précise que les deux méthodes suivantes
Monitoring des particules dans le perméat	- Plus précise que la mesure de la turbidité	- Plus coûteuse que la mesure de la turbidité
Comptage des particules dans le perméat	- Très précise	- Plus coûteuse que les deux méthodes précédentes - Plus complexe que la mesure de la turbidité
MÉTHODES DIRECTES	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
Maintien de la pression ¹	- Simple - Peut être facilement automatisée	- Arrêt obligatoire de la filtration - Doit être intégrée au procédé
Maintien du vide ^{2,3}		
Mesure du point de bulle ¹	- Simple - Détermine la taille des défauts dans les membranes	- Arrêt obligatoire de la filtration - Mesure manuelle, module par module - Difficile à mettre en œuvre à grande échelle
Détection acoustique ¹	- Contrôle en ligne	- Nécessité d'avoir une maîtrise du bruit de fond

1. Utilisée surtout pour les modules membranaires à fibres creuses.

2. Utilisée surtout pour les modules membranaires spiralés.

3. Norme existante : ASTM D3923-94 (1998), *Standard Practices for Detecting Leaks in Reverse Osmosis Devices*.

- La **méthode utilisée** pour le système à l'étude doit être **validée au même moment** que sont établis les **crédits d'enlèvement** des parasites et des virus.
- La **méthode utilisée** doit présenter une fidélité suffisante pour détecter une **variation de la qualité de l'eau traitée** qui risquerait de nuire à l'atteinte des crédits d'enlèvement obtenus par le système à l'étude (par exemple, si cinq log d'enlèvement sont accordés au système à l'étude, il faut que la méthode de suivi de l'intégrité permette de faire la distinction entre cinq log et quatre log d'enlèvement).

Il est donc de la responsabilité de chaque demandeur d'établir un protocole et de le soumettre pour approbation au Comité. Ce protocole **doit nécessairement être accompagné** du protocole pour l'établissement des crédits d'enlèvement des parasites et des virus (voir section précédente).

ANNEXE 3

**SUIVI DE VALIDATION
D'UNE INSTALLATION À L'ÉCHELLE RÉELLE
REQUIS POUR SOUTENIR UNE DEMANDE DE CLASSEMENT
AU NIVEAU *VALIDÉ*
(ANNEXE 3-A)**

ET

**SUIVI COMPLÉMENTAIRE REQUIS
DANS CERTAINS CAS
(ANNEXE 3-B)**

ANNEXE 3 : SUIVI DE VALIDATION D'UNE INSTALLATION À L'ÉCHELLE RÉELLE

ANNEXE 3-A SUIVI REQUIS POUR SOUTENIR UNE DEMANDE DE CLASSEMENT AU NIVEAU *VALIDÉ*

1. BUT DU SUIVI

Le suivi de validation d'une installation à l'échelle réelle a pour objectif d'évaluer si la technologie peut être considérée comme étant de niveau *Validé* tant du point de vue de ses performances que de sa fiabilité opérationnelle. Ce suivi est supervisé par une tierce partie indépendante qui doit vérifier la rigueur de la validation réalisée et rapporter de façon objective les résultats obtenus.

2. PROTOCOLE POUR LE SUIVI DE VALIDATION

Le suivi varie en fonction de la technologie et de la source d'approvisionnement en eau (de surface ou souterraine). L'échantillonnage doit se faire lorsque l'installation est en activité normale.

Un **protocole de suivi de validation** doit être préparé par le demandeur en tenant compte des balises de la présente annexe ainsi que des balises de l'annexe 3B, le cas échéant, laquelle décrit le **suivi complémentaire** proposé pour différentes situations. Le protocole de suivi sera adapté en fonction de la technologie et de son application.

Le Comité peut être consulté relativement au contenu d'un programme de suivi des essais pilotes. L'article 7.2 de la procédure BNQ-P99200-04 prévoit les modalités d'une telle démarche.

3. DURÉE DU SUIVI DE VALIDATION

Le demandeur doit démontrer que la technologie proposée a atteint un niveau de performance et de fiabilité mécanique et opérationnelle suffisant pour qu'elle puisse être considérée comme étant de niveau *Validé*. La démonstration doit être basée sur les résultats d'un suivi de validation effectué, pendant une **période minimale de 12 mois consécutifs**, sur une installation à l'échelle réelle.

Dans le cas où la technologie est utilisée pour traiter de l'eau de surface, les équipements doivent fonctionner au maximum de leur capacité de production (critères de conception) pendant une période minimale de cinq jours consécutifs à quatre moments précis au cours des 12 mois de suivi : en hiver, au printemps (en ciblant les pires conditions d'eau brute), en été et à l'automne (en ciblant les pires conditions d'eau brute).

L'échantillonnage prévu au tableau 2.2 sera réparti comme suit :

- durant les périodes où l'on atteindra les critères maximums, il y aura un échantillonnage par jour (soit quatre périodes de cinq jours, pour un total de 20 échantillonnages), et ces échantillonnages vont compter pour le mois;
- durant les autres mois, il y aura un échantillonnage par mois (soit huit au total).

Si le suivi est effectué sur une installation qui n'est pas située au Québec, le demandeur devra démontrer que le choix de l'installation est pertinent au regard des conditions d'application de sa technologie en territoire québécois.

4. SUPERVISION PAR UNE TIERCE PARTIE

Le suivi de validation doit être effectué sous la supervision d'une tierce partie compétente, c'est-à-dire une firme dans laquelle au moins un ingénieur possède les connaissances nécessaires au suivi de la technologie.

Le mandat de la tierce partie doit inclure la supervision du prélèvement des échantillons, la tenue du journal des activités d'échantillonnage, le suivi de tous les paramètres de fonctionnement et le relevé des conditions qui prévalaient à l'installation lors du prélèvement des échantillons pour les analyses de laboratoire (www.ceaeq.gouv.qc.ca/documents/publications/echantillonnage/generalitesC1.pdf). La tierce partie doit rédiger un rapport de suivi tel que le décrit l'article 9 de cette annexe.

5. EXPLOITATION DURANT LE SUIVI DE VALIDATION

Durant le suivi de validation, l'exploitation doit être normalement sous la responsabilité du propriétaire de l'ouvrage.

Le demandeur de la technologie ne peut être chargé de l'exploitation.

6. PARAMÈTRES ET ANALYSES

6.1 PARAMÈTRES D'EXPLOITATION

Dans le cadre du suivi de validation, la tierce partie doit s'assurer que les mesures des paramètres d'exploitation correspondent aux conditions d'exploitation des équipements utilisés. Il doit s'assurer que ces mesures soient bien consignées au moment où les échantillons sont prélevés pour être analysés.

6.2 PROGRAMME D'ÉCHANTILLONNAGE ET ANALYSES À EFFECTUER

Les tableaux 2.1 et 2.2 précisent les paramètres de base pour tout suivi de validation. Le tableau 2.1 doit être utilisé pour les eaux de surface et le tableau 2.2, pour les eaux souterraines. Des analyses supplémentaires portant sur des paramètres particuliers pourraient également être pertinentes selon les caractéristiques locales (par exemple, l'analyse de l'aluminium s'il y a utilisation d'alun).

Toute installation à pleine échelle soumise au suivi de validation est également assujettie au contrôle obligatoire de la qualité de l'eau potable, conformément à la réglementation en vigueur.

L'échantillonnage doit se faire uniformément pendant toute la période d'essai, notamment durant la première et la dernière semaine des essais. Le protocole d'essai peut être présenté au préalable au Comité comme prévu à la procédure BNQ 9922-200.

Cas particulier : suivi des paramètres d'une technologie faisant partie d'une filière complète de traitement

Si la technologie ciblée par le suivi se trouve intégrée à l'intérieur d'une filière complète de traitement, le suivi doit porter également sur les paramètres de fonctionnement des différents équipements concernés ainsi que sur des échantillonnages intermédiaires dont le nombre et la fréquence doivent être précisés au protocole de suivi.

Suivi de l'intégrité pour les procédés de filtration sur membranes

Dans le cas d'une technologie de filtration sur membranes avec des crédits d'enlèvement, il faut faire le suivi de l'intégrité des systèmes membranaires selon une méthode reconnue et approuvée.

6.3 PRÉLÈVEMENT ET PRÉSERVATION DES ÉCHANTILLONS

Le prélèvement, la préservation et le transport des échantillons doivent répondre aux exigences décrites au RQEP pour les paramètres visés. Si les paramètres suivis ne sont pas normés au RQEP, la tierce partie doit s'assurer de faire respecter les modalités qui s'appliquent selon les consignes obtenues auprès du laboratoire accrédité.

7. REGISTRE DES ÉVÉNEMENTS

La tierce partie doit tenir un registre des conditions en vigueur à l'échantillonnage, de la chronologie des événements et des interventions effectuées sur l'installation de traitement. Elle doit, notamment, noter et rapporter :

- la nature et la quantité de produits ajoutés (produits chimiques ou autres additifs) et la fréquence de l'ajout de ces produits pendant toute la période de validation à échelle réelle;
- tous les événements notables (bris d'équipements, réparations, ajustements ou modifications mineures apportées au système, décolmatage, scarification ou remplacement du matériau filtrant, entre autres);
- la description de toute intervention effectuée sur les installations soumises au suivi et l'analyse de ces interventions au regard de la conception, de l'exploitation, de l'inspection et de l'entretien de la technologie (si, par exemple, l'intervention de spécialistes a été nécessaire, préciser si celle-ci est prévue dans le guide d'exploitation, d'inspection et d'entretien fourni par le demandeur);

- la quantité et la caractérisation, le cas échéant, d'eau de rejet ou de boues produites.

8. MODIFICATIONS EN COURS DE FONCTIONNEMENT

Lors d'un suivi de validation, aucune modification importante ne doit être apportée à l'installation. Si une telle modification est apportée, le suivi de validation doit se poursuivre pendant au moins 12 mois après la modification.

9. CONTENU DU RAPPORT DE SUIVI DE VALIDATION

Le rapport de suivi des essais pilotes doit être préparé par la tierce partie et doit porter la signature de l'ingénieur responsable sur une page décrivant de façon explicite son mandat.

Le rapport de suivi de validation de l'ingénieur doit comprendre les éléments suivants :

- l'attestation que les échantillons ont été prélevés par une personne qualifiée et que les normes concernant l'échantillonnage et les méthodes et délais de préservation des échantillons prévus au RQEP ont été respectées;
- la présentation de tous les résultats analytiques compilés (inclure en annexe les certificats d'analyses de laboratoire). Le calcul des limites maximales prévisibles pour l'eau produite doit avoir été effectué à partir des résultats obtenus (voir section 5.3 de la procédure);
- les conditions d'exploitation qui avaient cours au moment de la prise des échantillons et avant;
- 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;
- la description de tous les événements notables survenus (bris d'équipement, réparations, ajustements, modifications mineures apportées au système ou autres);
- l'interprétation de l'incidence des interventions et des événements observés lors des essais sur les résultats obtenus, y compris ses propres relevés et commentaires.

Tableau 2.1 : Paramètres et nombre d'analyses
pour un suivi de validation à l'échelle réelle d'un traitement des eaux de surface

PARAMÈTRES DE BASE	EAU BRUTE	EAU TRAITÉE
	Nombre d'échantillons	Nombre d'échantillons
pH (sur place)	28 (8 mois + 4 sem. x 5 éch.)	28
Température (sur place)	28	28
Coliformes fécaux	28	28
Coliformes totaux	28	28
Bactéries hétérotrophes aérobies et anaérobies (BHAA)	28	28
Couleur vraie (sur place)	28	28
Carbone organique total (voir note 1)	28	28
Turbidité	28	28
Absorbance UV 254 nm (voir note 1)	28	28
Azote ammoniacal	28	si cela est requis
Nitrites	12 (8 mois + 4 sem. x 1 éch.)	si cela est requis
Nitrites et nitrates	12	si cela est requis
Demande en chlore (voir note 2)	S. O.	12
Alcalinité totale	12	12
Al (pour technologies utilisant des sels d'aluminium)	12	12
Calcium	12	6 (2 mois + 4 sem. x 1 éch.)
Dureté	12	6
Fer	28	28
Manganèse	28	28
<i>Silt Density Index</i> (SDI, voir note 3)	12	S. O.
Solides dissous	12	12
Solides totaux	12	12
Conductivité	28	28
Simulation de formation des trihalométhanes (SDS-THM, voir note 2)	S. O.	12
Simulation de formation des acides haloacétiques (SDS-AHA, voir note 2)	S. O.	12

Note 1 : Ces analyses permettent entre autres de calculer l'absorbance UV spécifique (SUVA) de l'eau brute.

Note 2 : Essai de 24 h avec $0,5 \pm 0,2$ mg/L de chlore résiduel libre après 24 h, pH de 7,5 et température de ± 22 °C.

Note 3 : Ces analyses doivent être réalisées seulement pour les technologies utilisant la nanofiltration. Les prélèvements doivent être faits juste en amont du premier étage de membranes, en incluant la recirculation le cas échéant.

***Tableau 2.2 : Paramètres et nombre d'analyses
pour un suivi de validation à l'échelle réelle d'un traitement des eaux souterraines***

PARAMÈTRES DE BASE	EAU BRUTE	EAU TRAITÉE
	Nombre d'échantillons	Nombre d'échantillons
pH (sur place)	13	13
Température (sur place)	13	13
Coliformes fécaux	26	26
Coliformes totaux	26	26
Bactéries hétérotrophes aérobies et anaérobies (BHAA)	26	26
Couleur vraie (sur place)	26	26
Carbone organique total	13	13
Turbidité	26	26
Oxygène dissous (sur place)	13	13
Nitrites et nitrates	13	13
Demande en chlore (voir note 1)	S. O.	13
Alcalinité totale	13	13
Al (pour technologies utilisant des sels d'aluminium)	13	13
Arsenic	13	13
Baryum	13	13
Calcium	26	26
Dureté	26	26
Fer	26	26
Manganèse	26	26
Silt Density Index (SDI, voir note 2)	13	S. O.
Sulfates	13	13
Sodium	13	13
Chlorures	13	13
Sulfures	13	13
Fluorures	13	13
Solides dissous	13	13
Solides totaux	13	13
Conductivité	26	26
Potentiel redox	26	26
Simulation de formation des trihalométhanes (SDS-THM, voir note 1)	S. O.	13
Simulation de formation des acides haloacétiques (SDS-AHA, voir note 1)	S. O.	13

Note 1 : Essai de 24 h avec $0,5 \pm 0,2$ mg/L de chlore résiduel libre après 24 h, pH de 7,5 et température de ± 22 °C.

Note 2 : Ces analyses doivent être réalisées seulement pour les technologies utilisant la nanofiltration. Les prélèvements doivent être faits juste en amont du premier étage de membranes, en incluant la recirculation le cas échéant.

ANNEXE 3-B

SUIVI COMPLÉMENTAIRE REQUIS DANS CERTAINS CAS

L'annexe 3-B présente le suivi complémentaire requis dans certains cas.

CAS 1 — VALIDATION OPÉRATIONNELLE DES UV

Le demandeur doit fournir des données sur le suivi d'au moins un système UV existant ayant fonctionné au cours d'une période minimale de 12 mois consécutifs. Ces données doivent avoir été recueillies par un organisme indépendant. Les installations existantes peuvent être au Québec ou hors Québec, tant que la température des eaux est similaire à celle des eaux du Québec.

Tableau 1 Paramètres de suivi et fréquence d'analyse nécessaire à la validation du fonctionnement des systèmes UV

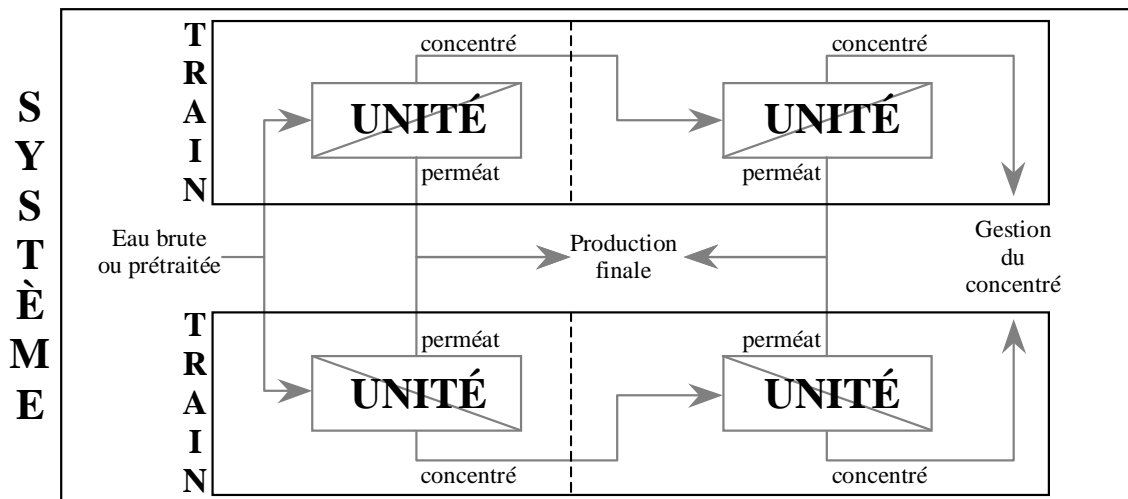
PARAMÈTRES	FRÉQUENCE
Conditions de fonctionnement	
Débit	Moyenne mensuelle
Dose opérationnelle pour le réacteur	En continu
Transmittance UV	Minimum, moyenne, maximum pour un an
Turbidité	Minimum, moyenne, maximum pour un an
Température	Moyenne mensuelle
Nombre cumulatif d'arrêts-départs	Pour une année de fonctionnement
Nombre de lampes, de manchons, de sondes d'intensité et de ballasts remplacés	Pour une année de fonctionnement
Âge moyen des lampes	Moyenne mensuelle
Fréquence des nettoyages (s'il y a lieu)	Nombre par mois
Puissance cumulative consommée	Moyenne mensuelle Maximum mensuel
Suivi explicatif des alarmes	
Liste des alarmes de faible dose	Pour une année de fonctionnement
Liste des alarmes de mise à la terre	
Liste des arrêts de fonctionnement	

CAS 2 — PROJETS COMPORTANT DES MEMBRANES

CONTRÔLE ET SUIVI DES ÉQUIPEMENTS

La terminologie utilisée ici est la même que dans le Guide de conception qu'on trouve sur le site Internet du MDDEFP. Les principaux termes utilisés dans la présentation du contrôle et du suivi des équipements sont repris ici et illustrés dans la figure 1.

Figure 1 Représentation schématique d'une installation de traitement par membranes



Membrane : Très mince couche de matière qui permet de faire une séparation à l'échelle microscopique.

Module : Façon de mettre en œuvre les membranes (spirales, tubulaires, fibres creuses, plaque et cadre, etc.). C'est l'élément de base des systèmes de traitement par membranes.

Caisson : Boîtier habituellement pressurisé dans lequel on trouve un ou plusieurs modules.

Unité : Façon d'agencer les modules dans l'espace. Dans une unité, les modules peuvent être en parallèle, en série ou les deux à la fois (par exemple 10 rangées en parallèle de trois modules en série).

Train : Ensemble indépendant de traitement par membranes. Chaque train peut contenir une seule unité ou plusieurs unités avec les pompes qui y sont associées.

Système : Ensemble complet de traitement comprenant les prétraitements, les trains (un seul ou plusieurs en parallèle) ainsi que les post-traitements.

ÉQUIPEMENTS ET SUIVI

Pour un fonctionnement efficace des systèmes de traitement par filtration membranaire, certaines pièces d'équipement sont essentielles, comme des vannes d'isolement pour chacune des unités et des pompes (entretien) ou encore une tuyauterie d'interconnexion entre les pompes et les unités (n'importe quelle

pompe peut alimenter n'importe quel train de membranes). Certaines pièces sont également nécessaires pour le suivi et la vérification de l'intégrité des modules.

Le tableau suivant présente une liste des équipements nécessaires dans une installation de traitement par membranes pour le suivi de la technologie :

Types d'équipement	Paramètres à suivre	Fréquence
Prise d'échantillonnage	Qualité de l'eau brute	Voir annexe 2 ou 3
	Qualité de l'eau traitée	Voir annexe 2 ou 3
Capteur de température	Température de l'eau traitée	En continu
Capteur de pression	Pression à l'entrée des prétraitements	En continu
	Pression différentielle dans les prétraitements	En continu
	Pression à l'entrée de chacune des unités	En continu
	Pression à la sortie de chacune des unités (perméat et concentré)	En continu
Lecteur de débit	Débit d'eau brute (ou prétraitée) à l'entrée de chaque train	En continu
	Débit de perméat à la sortie de chacune des unités	En continu
	Débit de concentré à la sortie de chacune des unités	En continu
Lecteur de turbidité (précis au centième d'UTN ¹)	Turbidité du perméat de chacun des trains	En continu
Mesure de l'intégrité	Intégrité des membranes	Selon l'approbation du Comité

¹ Unité de turbidité néphélométrique

Le tableau suivant présente une liste de paramètres à suivre pour faire une meilleure vérification des modules et ainsi optimiser les performances de traitement :

Types d'équipement	Paramètres à suivre
Prise d'échantillonnage	Qualité du perméat (chaque unité) ^a
	Qualité du concentré (chaque unité) ^a
	Qualité de l'eau de lavage (chaque unité) ^a
Mesure de perte de charge	Pour chacun des prétraitements
	Pour chacune des unités de membranes
Lecteur de débit	Débit d'eau brute pompée vers l'usine
Mesure de perméabilité	Perméabilité initiale des modules (idéalement pour chaque module) mesurée à l'eau très propre ³ dans des conditions contrôlées (mesure de référence)
	Perméabilité de chacune des unités lors du fonctionnement
Mesure du taux de récupération	Taux global, en tenant compte des pertes internes (lavage des membranes, prétraitements, fuites, etc.)
Rinçage-lavage	Nombre, fréquence, durée, produits utilisés pour le rinçage-lavage des prétraitements
	Fréquence de remplacement des prétraitements
	Facteur qui déclenche un lavage des membranes
	Nombre, fréquence, durée, produits utilisés pour le rinçage-lavage des membranes

^a Voir liste des paramètres aux annexes 2 et 3.

3. Une eau très propre est une eau ayant une turbidité inférieure à 0,1 UTN, une conductivité inférieure à 50 µS/cm et un contenu en carbone organique total inférieur à 0,2 mg/L.

ALARMES

Les procédés de traitement par filtration membranaire devront prévoir des alarmes pour les situations suivantes :

- non-respect de l'intégrité d'une unité d'un train de membranes;
- perte de perméabilité plus grande que la valeur de contrôle du procédé;
- perte de charge en prétraitement supérieure au seuil de contrôle du procédé;
- perte de charge en filtration membranaire supérieure au seuil de contrôle du procédé;
- turbidité supérieure ou égale à 0,1 UTN à la sortie d'une unité;
- pression à l'entrée d'une unité d'un train supérieure au seuil de contrôle du procédé;
- arrêt du système en raison d'une panne de courant (avec raccordement à la génératrice d'urgence afin de poursuivre la production d'eau potable);
- débits (eau brute, concentré ou perméat) supérieurs aux seuils de contrôle du procédé.

ANNEXE 4

FORMULES ET TABLES STATISTIQUES

ANNEXE 4 : FORMULES ET TABLES STATISTIQUES

MÉTHODE STATISTIQUE UTILISÉE POUR DÉFINIR LES LIMITES DE TOLÉRANCE À L'EAU TRAITÉE (PRODUITE)

L'USEPA propose de retenir une méthode statistique pour définir les normes de rejet des établissements industriels. 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 proposée par le Comité, basée sur la méthode de l'USEPA. Cette démarche vise à appliquer une méthode statistique à une série de données obtenues à partir d'une eau traitée pour s'assurer de la conformité des résultats obtenus aux exigences réglementaires applicables au Québec ou aux seuils généralement admis pour les paramètres qui ne sont pas normés.

MÉTHODE STATISTIQUE DE L'USEPA

Généralités

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 une eau traitée en production d'eau potable varient d'une journée à l'autre, et ce, malgré le fait que ces traitements aient été bien conçus et qu'ils soient utilisés adéquatement.

La variabilité de la qualité de l'eau traitée est attribuable à plusieurs facteurs, notamment à certaines variations dans le procédé, à la fluctuation du débit ou de la qualité de l'eau brute à traiter, à un ajustement 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.

Afin de prendre en compte la variabilité intrinsèque de la qualité d'une eau traitée, l'USEPA préconise de vérifier le respect des différentes valeurs visées en réalisant une analyse statistique des données de suivi obtenues. À cette fin, elle recommande que les normes ou seuils applicables à la technologie étudiée correspondent à un centile acceptable de la distribution des données de concentration obtenues pour l'eau traitée par cette technologie.

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 la qualité de l'eau traitée, définie par l'écart type de la série de résultats, et de l'incertitude générée par le nombre limité de résultats.

La méthode proposée par l'USEPA repose sur l'hypothèse qu'on dispose d'une série de résultats de suivi représentatifs de la performance du système de traitement, que les résultats sont indépendants du temps (une valeur ne dépend pas de la valeur précédente) et que la distribution des résultats de suivi de l'eau traitée 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.

MÉTHODE STATISTIQUE PROPOSÉE

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. De plus, une méthode expérimentale ne peut 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 recommande d'utiliser la méthode delta-lognormale pour effectuer les calculs statistiques.

CALCULS STATISTIQUES

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

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

x_i = chacune des données de concentration à l'eau traitée
 n = nombre de données

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

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

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 :

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

Limite qualitative

Étant donné que les caractéristiques d'une eau traitée à la sortie d'une unité de traitement présentent une variabilité intrinsèque, l'objectif du processus de validation des technologies de traitement en production d'eau potable n'est pas de définir la performance moyenne du système de traitement, mais de définir sa capacité à respecter une valeur précise. Donc, une observation ou un groupe d'observations devraient respecter une exigence quelconque pendant une période donnée. L'objectif est donc de définir la limite qualitative 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 qualitative peut alors être définie selon un niveau de certitude et un centile acceptables à partir de l'équation suivante :

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

Le facteur de tolérance $k_{\alpha,\gamma}$ est donné dans des tables statistiques qui ont été établies à cet effet.

Validation des données

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

1. Représentation graphique des données obtenues 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 de valeurs transformées une distribution normale.

Une transformation logarithmique des mesures est utilisée pour normaliser la distribution des observations à l'eau traitée 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.

LIMITES QUALITATIVES DE CONCENTRATION À L'EAU TRAITÉE

Au Québec, les exigences concernant la qualité de l'eau potable produite sont exprimées en concentrations maximales à ne pas dépasser.

Afin qu'il y ait concordance entre ces exigences et les limites qualitatives à l'eau traitée calculées, l'évaluation des limites qualitatives doit être effectuée de façon à refléter la formulation des exigences. Ainsi, aux fins de l'évaluation de performance des technologies en production d'eau potable, toutes les valeurs individuelles doivent respecter les exigences requises.

Pour que la performance usuelle de la technologie respecte les exigences requises, la probabilité de non-dépassement de la limite qualitative est fixée à 99,9 % avec une certitude de 99 %. La limite qualitative ainsi définie sera plus élevée que les observations et devra demeurer en deçà des exigences requises.

Deux cas particuliers sont à souligner :

i) Lorsque la performance d'un équipement de traitement vise la réduction de la turbidité pour une eau de surface, une analyse statistique supplémentaire est demandée afin de vérifier le respect de la norme sur la turbidité à ne pas dépasser dans plus de 5 % des mesures, comme exprimé à l'article 5 de l'annexe 1 du RQEP. Pour cette évaluation, la limite qualitative est fixée à 95 % avec une certitude de 99 %.

ii) Le deuxième cas touche les sous-produits de la chloration où la norme inscrite au RQEP vise une moyenne sur quatre trimestres consécutifs au lieu d'une valeur maximale à ne pas dépasser. Pour cette évaluation, la limite qualitative est quand même fixée à 99,9 % avec une certitude de 99 %, mais est appliquée sur les valeurs qui sont la moyenne de quatre résultats consécutifs en considérant l'ensemble des résultats obtenus et répartis également pendant la période de suivi.

Calcul des limites qualitatives pour une exigence en valeur maximale à ne pas dépasser

Méthode de calcul pour une distribution normale

Lorsque la distribution des données de suivi est normale, les calculs des limites qualitatives deviennent donc ceux-ci :

Calcul de la moyenne

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

x_i = chacune des données de concentration à l'eau traitée
 n = nombre de données

Calcul de l'écart type

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

Calcul de la limite de qualité (LQ)

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

LQ	=	limite qualitative
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

Méthode de calcul pour une distribution lognormale

Il est fréquent que les données de suivi de l'eau traitée 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.

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

$$y_i = \ln(x_i)$$

x_i = chacune des données de concentration à l'eau traitée

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

Calcul de la moyenne

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

μ_y = moyenne de la valeur logarithmique des données de concentration à l'eau traitée

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

n = nombre de données

Calcul de l'écart type

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

Calcul de la limite qualitative

$$\text{LQ} = \exp\left(\mu + k_{\alpha, \gamma} \sigma\right)$$

LQ	=	limite qualitative
μ_y	=	moyenne de la valeur logarithmique des mesures
s_y	=	écart type de la valeur logarithmique 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
n	=	nombre de valeurs de la série de mesures

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, il est nécessaire d'effectuer la transformation en valeur logarithmique des valeurs au-dessus du seuil de détection (x_c) avant d'effectuer les calculs. Cette transformation amène 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 de la façon suivante :

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

La variance peut être pondérée de la façon suivante :

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

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-dessus 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 :

$$y_i = \ln(x_i)$$

x_i = chacune des données de concentration à l'eau traitée

y_i = valeur logarithmique des concentrations à l'eau traitée au-dessus du seuil de détection

Calculs de la moyenne et de l'écart type

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

$$\mu_y = \frac{\sum_i^{k-r} y_i}{(k-r)}$$

μ_y = moyenne de la valeur logarithmique des données de concentration à l'eau traitée au-dessus du seuil de détection

y_i = valeur logarithmique des données de concentration à l'eau traitée au-dessus du seuil de détection

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

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

$$s_y = \sqrt{\frac{\sum_i^{k-r} (y_i - \mu_y)^2}{(k-r) - 1}}$$

Calcul de la limite qualitative

$$\gamma = \frac{(0,999 - \delta)}{(1 - \delta)}$$

$$\text{LQ} = \exp(\mu + k_{\alpha,\gamma} s_y)$$

LQ	=	limite qualitative
μ_y	=	moyenne des valeurs logarithmiques des mesures au-dessus du seuil de détection
s_y	=	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
δ	=	r/k
n	=	nombre de valeurs de la série de mesures

Calcul des limites qualitatives pour un critère défini en valeur moyenne

Pour le calcul des limites qualitatives exprimées en valeur moyenne, le lecteur peut se référer à la méthode de calcul décrite à l'annexe 4 "Méthode statistique utilisée pour définir les limites de rejet" de la Procédure de validation de la performance des technologies de traitement des eaux usées d'origine domestique. Dans ce cas, le facteur de tolérance $k_{99,9/99}$ qui doit être utilisé est donné au tableau A.4-1.

Tableau A.4-1 – Facteur de tolérance $k_{\alpha,99}$

Degré de confiance de 99%								
k	Percentile							
	$t_{155/99}$	$t_{160/99}$	$t_{170/99}$	$t_{180/99}$	$t_{190/99}$	$t_{195/99}$	$t_{199/99}$	$t_{199,9/99}$
	0,55	0,60	0,70	0,80	0,90	0,95	0,99	0,999
2	12,277	24,730	51,219	82,302	125,309	160,791	227,453	364,590
3	1,447	2,914	6,036	9,698	14,766	18,948	26,803	42,963
4	0,717	1,445	2,992	4,808	7,321	9,394	13,288	21,300
5	0,505	1,017	2,107	3,385	5,154	6,613	9,355	14,995
6	0,408	0,821	1,700	2,732	4,160	5,338	7,551	12,104
7	0,352	0,709	1,469	2,361	3,595	4,613	6,525	10,460
8	0,317	0,638	1,321	2,123	3,232	4,147	5,867	9,404
9	0,292	0,588	1,218	1,957	2,979	3,823	5,408	8,668
10	0,273	0,551	1,141	1,833	2,792	3,582	5,067	8,122
11	0,259	0,522	1,082	1,739	2,647	3,397	4,806	7,703
12	0,248	0,500	1,035	1,664	2,533	3,250	4,597	7,369
13	0,239	0,481	0,997	1,602	2,439	3,129	4,427	7,096
14	0,231	0,466	0,965	1,551	2,361	3,029	4,285	6,869
15	0,225	0,453	0,938	1,507	2,295	2,945	4,166	6,677
16	0,219	0,442	0,915	1,470	2,238	2,872	4,063	6,512
17	0,214	0,432	0,895	1,438	2,189	2,809	3,973	6,368
18	0,210	0,423	0,877	1,409	2,145	2,753	3,894	6,242
19	0,206	0,416	0,861	1,384	2,107	2,704	3,824	6,130
20	0,203	0,409	0,847	1,361	2,073	2,659	3,762	6,030
25	0,190	0,384	0,795	1,277	1,944	2,494	3,528	5,656
30	0,182	0,367	0,760	1,221	1,859	2,385	3,374	5,408
33	0,178	0,359	0,744	1,195	1,820	2,335	3,303	5,295
35	0,176	0,355	0,735	1,181	1,798	2,306	3,263	5,230
40	0,172	0,346	0,716	1,150	1,751	2,247	3,178	5,095
45	0,168	0,338	0,701	1,126	1,714	2,200	3,112	4,988
50	0,165	0,332	0,689	1,107	1,685	2,162	3,058	4,902
55	0,163	0,328	0,679	1,090	1,660	2,130	3,013	4,830
60	0,161	0,323	0,670	1,076	1,639	2,103	2,975	4,769
65	0,159	0,320	0,663	1,065	1,621	2,080	2,942	4,716
70	0,157	0,317	0,656	1,054	1,605	2,060	2,914	4,670
75	0,156	0,314	0,650	1,045	1,591	2,042	2,889	4,630
80	0,155	0,312	0,645	1,037	1,579	2,026	2,866	4,594
85	0,154	0,309	0,641	1,030	1,568	2,012	2,846	4,562
90	0,153	0,307	0,637	1,023	1,558	1,999	2,828	4,533
95	0,152	0,306	0,633	1,017	1,549	1,988	2,812	4,507
100	0,151	0,304	0,630	1,012	1,541	1,977	2,797	4,483
150	0,145	0,293	0,607	0,974	1,486	1,911	2,715	4,402
200	0,142	0,287	0,594	0,954	1,454	1,869	2,653	4,286
250	0,140	0,283	0,586	0,941	1,434	1,842	2,612	4,211
300	0,139	0,280	0,580	0,931	1,419	1,822	2,583	4,159
400	0,137	0,276	0,572	0,918	1,398	1,796	2,544	4,089
500	0,136	0,274	0,566	0,909	1,385	1,778	2,519	4,044
600	0,135	0,272	0,562	0,903	1,375	1,766	2,500	4,011
700	0,134	0,270	0,559	0,898	1,368	1,756	2,486	3,986
1000	0,132	0,267	0,553	0,888	1,353	0,700	2,458	3,937
∞	0,126	0,253	0,524	0,842	1,280	1,645	2,327	3,327