



GUIDE D'INTERPRÉTATION
DE L'INDICE DE LA QUALITÉ
BACTÉRIOLOGIQUE ET
PHYSICOCHEMIQUE DE
L'EAU (IQBP₅ ET IQBP₆)

2022

Photo de la page couverture : Rivière du Cap-Rouge
(crédit photo : Caroline Anderson)

Coordination et rédaction

Cette publication a été réalisée par la Direction de la qualité des milieux aquatiques du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC).

Renseignements

Pour tout renseignement, vous pouvez remplir le formulaire disponible à cette adresse :

www.environnement.gouv.qc.ca/formulaires/renseignements.asp

Téléphone : 418 521-3830
1 800 561-1616 (sans frais)

Internet : www.environnement.gouv.qc.ca

Pour obtenir un exemplaire du document :

Bureau de coordination du développement durable
du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre
les changements climatiques

675, boul. René-Lévesque Est, 4^e étage, boîte 23
Québec (Québec) G1R 5V7
Téléphone : 418 521-3848

Ou

Visitez notre site Web : www.environnement.gouv.qc.ca

Référence à citer :

Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. 2022. *Guide d'interprétation de l'indice de la qualité bactériologique et physicochimique de l'eau (IQBP₅ et IQBP₆)*, 21 p., [En ligne], www.environnement.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/suivi_mil-aqua/guide-interpretation-indice-qualite-bacteriologique-physicochimique-eau.pdf.

Dépôt légal – 2022
Bibliothèque et Archives nationales du Québec
ISBN : 978-2-550-91553-9 (PDF)

Tous droits réservés pour tous les pays.

© Gouvernement du Québec – 2022

Équipe de réalisation

Coordination et rédaction

Caroline Anderson, Ph. D.¹
Marc Simoneau, M. Sc.*

Collaboration

Martine Grenier, Ph. D.¹
Michel Patoine, ing., M. Sc.¹

Mise à jour de l'équation et des seuils pour la chlorophylle α active

Michel Patoine, ing., M. Sc.¹

Révision scientifique

Félicia Anctil, M. Sc.²
David Berryman, M. Sc.¹
Mario Bérubé, M. Sc.³
Francis Bonin, B. Sc.⁴
Bilel Chalghaf, Ph. D.³
Sandrine Desaulniers, M. Sc.⁴
Chloé Lacasse, B. Sc.⁴
Sylvie Legendre, Tech.⁵
Ludvic Pagé-Laroche, M. Sc.²
Marianne Métivier, M. Sc.⁶

Mise en page et graphisme

Élodie Carine Tang, Secr.⁷
Andrée Carrier⁸

* Ancien employé de la Direction de la qualité des milieux aquatiques, Direction générale du suivi de l'état de l'environnement.

1. Direction de la qualité des milieux aquatiques – équipe suivi de l'état des cours d'eau, Direction générale du suivi de l'état de l'environnement.

2. Direction de la qualité des milieux aquatiques – équipe de l'analyse de l'impact des contaminants conventionnels, Direction générale du suivi de l'état de l'environnement.

3. Direction de la qualité des milieux aquatiques – équipe de gestion des bases de données et de la géomatique, Direction générale du suivi de l'état de l'environnement.

4. Groupe de concertation des bassins versants de la zone Bécancour (GROBEC).

5. Direction de l'acquisition des données et des opérations, Direction générale du suivi de l'état de l'environnement.

6. Direction de la qualité des milieux aquatiques – équipe des impacts des contaminants toxiques, Direction générale du suivi de l'état de l'environnement.

7. Direction de la qualité des milieux aquatiques – secrétariat, Direction générale du suivi de l'état de l'environnement.

8. Direction des communications.

Mots clés : Indice, qualité de l'eau, physicochimie, bactériologie, cours d'eau, rivière, fleuve Saint-Laurent.

Table des matières

Équipe de réalisation	iii
Liste des tableaux	vi
Liste des figures	vi
1. Contexte	1
2. Mise à jour de l'indice de qualité bactériologique et physicochimique	2
2.1. Retrait de quatre paramètres	2
2.1.1. pH, turbidité et matières en suspension : variations naturelles importantes	2
2.1.2. Pourcentage de saturation en oxygène : variations diurnes	3
2.1.3. Demande biochimique en oxygène sur cinq jours (DBO ₅) : faible détection	3
2.2. Modification dans la chlorophylle α	3
2.3. De l'IQBP₁₀ aux IQBP₅ et IQBP₆	5
3. Calcul et interprétation de l'IQBP₅ et l'IQBP₆	6
3.1. Calcul de l'IQBP₅ et l'IQBP₆	6
3.1.1. Considérations importantes	6
3.1.2. Méthode de calcul	8
3.1.3. Outils de compilation et d'interprétation	11
3.2. Interprétation de l'IQBP₅ et l'IQBP₆	12
4. Utilité et limites de l'IQBP₅ et l'IQBP₆	16
Annexe 1	20

Liste des tableaux

Tableau 1	Classes des sous-indices pour la chlorophylle α active (nouveau paramètre) et la chlorophylle α totale (ancien paramètre) _____	4
Tableau 2	Limites des classes de qualité des paramètres qui composent l'indice de la qualité bactériologique et physicochimique de l'eau (IQBP ₆). _____	9
Tableau 3	Exemple de calcul de l'IQBP ₆ à partir des résultats obtenus pour un échantillon d'une station en rivière _____	10
Tableau 4	Exemple de calcul de l'IQBP ₆ médian d'une station en rivière pour une période donnée _____	11
Tableau 5	Données des paramètres de l'IQBP ₆ compilées pour une station en rivière au cours de la période estivale (mai à octobre) entre 2019 et 2021 (données fictives) _____	15

Liste des figures

Figure 1	Diagramme et tableau de statistiques liés à l'IQBP ₆ produits pour une station en rivière au cours de la période estivale (mai à octobre) entre 2019 et 2021 _____	13
----------	---	----

1. Contexte

Le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) a développé en 1997 un indice de la qualité bactériologique et physicochimique de l'eau (IQBP; Hébert, 1997) visant à évaluer la qualité générale des cours d'eau québécois. Cet indice tient compte, dans son élaboration, de quatre types d'usages de l'eau et des critères qui leur sont associés, lorsqu'ils sont existants :

- l'approvisionnement en eau brute à des fins de consommation;
- la baignade et les activités nautiques;
- la protection de la vie aquatique;
- la protection du plan d'eau contre l'eutrophisation.

L'IQBP utilisait, dans sa version originale, les résultats de dix paramètres (neuf physicochimiques et un bactériologique) de la qualité de l'eau permettant de mesurer les effets des interventions d'assainissement; il s'agissait des dix sous-indices de l'IQBP. Pour des raisons scientifiques et méthodologiques, plusieurs de ces paramètres ont depuis été retirés du calcul de l'IQBP. De plus, un paramètre a été modifié : la chlorophylle α totale a été remplacée par la chlorophylle α active.

Ce document présente donc, dans un premier temps, les modifications conduisant à la version de l'IQBP utilisée par le ministère pour les rivières (IQBP₆) et le fleuve (IQBP₅) à partir de 2019.

Il guide ensuite l'utilisateur dans le calcul des IQBP₅ et IQBP₆, ainsi que dans l'interprétation des résultats obtenus. En effet, le calcul de l'IQBP et sa comparaison entre plusieurs sites d'étude nécessitent de respecter certaines balises, notamment en ce qui concerne le nombre d'échantillons utilisés, leur répartition dans le temps et la constance dans les paramètres considérés. Aussi, plusieurs outils sont rendus disponibles par le MELCC afin de faciliter le calcul et l'interprétation de l'IQBP par les différents acteurs de l'eau. Ces outils permettent de générer des tableaux et des figures dont l'utilité est expliquée dans le présent document.

2. Mise à jour de l'indice de qualité bactériologique et physicochimique

2.1. Retrait de quatre paramètres

À l'origine, l'IQBP utilisait les valeurs mesurées pour dix paramètres (neuf physicochimiques et un bactériologique), qui composaient chacun de ses sous-indices: les coliformes fécaux, le phosphore total, l'azote ammoniacal (dissous), les nitrites-nitrates (dissous; ci-après appelés nitrates), la chlorophylle α totale, les matières en suspension (MES), la turbidité, le pH, la demande biochimique en oxygène sur cinq jours (DBO_5) et le pourcentage de saturation en oxygène dissous. Pour des considérations scientifiques et méthodologiques, plusieurs paramètres ont depuis été retranchés du calcul de l'IQBP.

L'IQBP est un indice de type déclassant. Cela signifie que, pour chaque moment d'échantillonnage, il prend la valeur du sous-indice présentant la qualité la plus faible (voir la section 3.1 pour plus de détails), à l'image d'une chaîne qui a la force de son maillon le plus faible. Tout facteur pouvant moduler la valeur d'un sous-indice, qu'il soit naturel ou non, est susceptible d'affecter l'IQBP. Il importe donc de s'assurer que les paramètres qui constituent l'IQBP sont influencés surtout par les activités anthropiques, puisque c'est l'effet de ces activités sur la qualité de l'eau – tant la pression qu'elles exercent que l'effet des interventions d'assainissement sur ces dernières – que l'IQBP veut évaluer. Cela est d'autant plus important lorsque le paramètre en question est déterminant sur la valeur finale de l'IQBP¹.

Dans ce contexte, plusieurs paramètres ont été retirés de l'IQBP original, l'IQBP₁₀. Les sections qui suivent les présentent.

2.1.1. pH, turbidité et matières en suspension : variations naturelles importantes

Le développement initial de l'IQBP a fait appel à la méthode Delphi pour solliciter l'avis d'un groupe d'experts dans la sélection des paramètres qui le constituent (ses sous-indices), de même que pour l'élaboration de courbes d'appréciation de la qualité de l'eau permettant de délimiter les classes de qualité de chacun de ces paramètres (Hébert, 1997). Ces courbes d'appréciation ont notamment été conçues en considérant, pour chaque paramètre, lorsque cela est applicable, les valeurs qui correspondaient aux critères retenus par le MELCC pour évaluer la qualité de l'eau de surface (MELCC, 2021a). Elles utilisaient la plage de variation des mesures de chaque paramètre alors observée à l'échelle du Québec méridional, toutes régions confondues. Cette façon de procéder ne tenait pas compte de la distribution naturelle des valeurs de certains paramètres, qui reflète parfois une réalité régionale plutôt qu'une quelconque dégradation du milieu.

C'est le cas pour le pH, la turbidité et les MES: la variation des valeurs de sous-indices obtenues pour ces paramètres dans les cours d'eau québécois peut souvent être associée à des causes naturelles. Cela rend plus complexe l'évaluation de la qualité de l'eau quand ces paramètres sont intégrés à un indice comme l'IQBP₁₀.

- **pH** – La collecte de données à long terme par le MELCC a permis d'observer que les cours d'eau situés sur la rive nord du fleuve Saint-Laurent présentaient des mesures de pH naturellement faibles découlant de la géologie du Bouclier canadien. Ce faible pH avait pour effet d'abaisser la valeur du sous-indice pH de l'IQBP sous la limite inférieure de la classe de qualité « Bonne » (c'est-à-dire sous 6,9), malgré l'absence de perturbations anthropiques. En l'absence de courbes de

1. C'est ce qu'on appelle un paramètre ou sous-indice limitant; voir la section 3 à cet effet.

transformation propres à chaque région, ce paramètre fut retiré du calcul de l'IQBP pour éviter un biais dans l'évaluation de la qualité générale de ces cours d'eau.

- **Turbidité** – La collecte de données à long terme a permis d'observer que les cours d'eau des basses-terres du Saint-Laurent présentaient une turbidité naturellement élevée parce qu'ils coulent sur la plaine argileuse du fleuve Saint-Laurent. Cette turbidité élevée avait pour effet d'abaisser la valeur du sous-indice « turbidité » de l'IQBP, bien qu'elle ne fût pas toujours attribuable à une source de perturbation anthropique. En l'absence de courbes de transformation régionales, ce paramètre fut également retranché.
- **Matières en suspension (MES)** – Les MES ont été retirés du calcul de l'IQBP uniquement pour les stations situées dans le fleuve Saint-Laurent. Ce retrait a été effectué à la suite d'un examen approfondi qui a révélé que les valeurs élevées en MES étaient attribuables principalement à l'érosion du lit et des berges du fleuve (Hébert, 2016; Hudon et collab., 2017).

2.1.2. Pourcentage de saturation en oxygène : variations diurnes

Les concentrations d'oxygène dissous dans les cours d'eau sont notamment affectées par l'activité photosynthétique des algues et des plantes aquatiques. Par conséquent, elles peuvent présenter une grande variabilité, particulièrement dans les cours d'eau qui sont productifs : des concentrations faibles la nuit, lorsque l'oxygène est consommé par la biomasse, et plus élevées le jour, lorsque l'oxygène est produit par la photosynthèse (Wetzel, 2001).

Dans le cadre des suivis du MELCC, les mesures d'oxygène étaient presque toujours effectuées durant la journée, ce qui ne permettait pas de mesurer les valeurs minimales qui surviennent durant la nuit, souvent avant l'aurore, et qui pourraient indiquer un manque sporadique d'oxygène en raison de la consommation par les algues et les plantes aquatiques. Par ailleurs, le moment de la prise des mesures variait grandement entre les sites ou entre les échantillons d'un même site (ex. : tôt le matin ou tard l'après-midi), ce qui rendait difficile l'interprétation des résultats. Ce paramètre fut donc retiré du calcul de l'IQBP.

2.1.3. Demande biochimique en oxygène sur cinq jours (DBO₅) : faible détection

Les interventions d'assainissement urbain et industriel, amorcées à la fin des années 1970 et prenant davantage d'ampleur entre 1980 et 2000 (MELCC, 2020a; MELCC, 2021b), ont eu pour effet de réduire les importantes charges de matière organique biodégradable autrefois déversées dans les cours d'eau. Par conséquent, les valeurs de DBO₅ enregistrées lors des suivis du MELCC visant à documenter l'IQBP se retrouvaient généralement sous le seuil de détection de la méthode analytique utilisée. Pour cette raison, le sous-indice « DBO₅ » ne constituait plus un paramètre limitant la qualité de l'eau et fut retiré du calcul de l'IQBP.

2.2. Modification dans la chlorophylle α

La chlorophylle α totale initialement prise en compte dans l'IQBP est issue de la somme des valeurs obtenues pour deux paramètres: la chlorophylle α active et la phéophytine². En 2019, le laboratoire du

2. La chlorophylle α est un indicateur de la biomasse d'algues microscopiques présentes dans les eaux de surface naturelles. La chlorophylle α active correspond aux pigments « verts » et réfère aux cellules effectuant activement la photosynthèse. Au fur et à mesure que les algues vieillissent et meurent, leur chlorophylle se dégrade en un pigment marron, la phéophytine (Wetzel, 2001; Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, 2012).

MELCC a cessé de mesurer la phéophytine pour des raisons méthodologiques et analytiques. Ainsi, le calcul de l'IQBP tel qu'il était fait avant 2019 n'était plus possible: l'IQBP a dû être modifié en conséquence.

La courbe d'appréciation initialement fixée pour la chlorophylle α totale dans Hébert (1997) fut modifiée et de nouvelles classes furent déterminées pour le sous-indice représentant désormais la chlorophylle α active seule. Une combinaison des valeurs seuils provenant d'une revue de la littérature pour la chlorophylle α active et une recherche de concordance avec l'IQBP antérieurement basé sur la chlorophylle α totale permirent cette mise à jour.

L'équation retenue pour le calcul du nouveau sous-indice « chlorophylle α active » est la suivante :

[Équation 1] $y = -0,002196x^5 + 0,06806x^4 - 0,5825x^3 + 0,6908x^2 - 4,7533x + 100,1516$

où

y : sous-indice de la chlorophylle α active;

x : concentration ($\mu\text{g/l}$) en chlorophylle α active de l'échantillon.

Conditions limites : $y = 0$ à $x = 10,063^3$; $y = 100,152$ à $x = 0$.

Les classes de ce sous-indice sont présentées dans le tableau 1. Elles sont accompagnées de celles qui étaient utilisées précédemment pour la chlorophylle α totale et qui sont présentées dans Hébert (1997).

Étant donné que la chlorophylle α active n'est plus combinée à la phéophytine, comme c'était le cas auparavant pour l'obtention de la chlorophylle α totale, il est normal de constater que les nouveaux seuils fixés pour la chlorophylle α active sont inférieurs à ceux de l'approche originale.

Il importe donc d'utiliser ces seuils, ainsi que la nouvelle équation 1 pour toute donnée ne mesurant que la chlorophylle α active. Autrement, le sous-indice sera surévalué, c'est-à-dire que la qualité en regard de la chlorophylle α active sera jugée meilleure qu'elle l'est en réalité.

Tableau 1 Classes des sous-indices pour la chlorophylle α active (nouveau paramètre) et la chlorophylle α totale (ancien paramètre)

Classe de qualité	Sous-indice	Chlorophylle α active ($\mu\text{g/l}$)	Chlorophylle α totale ($\mu\text{g/l}$)
A - Bonne	100 - 80	$\leq 3,14$	$\leq 5,70$
B - Satisfaisante	79 - 60	3,15 - 4,75	5,71 - 8,60
C - Douteuse	59 - 40	4,76 - 6,12	8,61 - 11,10
D - Mauvaise	39 - 20	6,13 - 7,57	11,11 - 13,90
E - Très mauvaise	19 - 0	$> 7,57^4$	$> 13,90^5$

3. Pour les valeurs de chlorophylle α active supérieures à 10,063 $\mu\text{g/l}$, la valeur du sous-indice est fixée à 0.

4. Pour les valeurs de chlorophylle α active supérieures à 10,063 $\mu\text{g/l}$, la valeur du sous-indice est fixée à 0.

5. Pour les valeurs de chlorophylle α totale supérieures à 20 $\mu\text{g/l}$, la valeur du sous-indice était fixée à 0.

2.3. De l'IQBP₁₀ aux IQBP₅ et IQBP₆

Le retrait et la modification des paramètres détaillés aux sections précédentes font que la présente version de l'IQBP recommandée et utilisée par le MELCC pour les cours d'eau autres que le fleuve compte maintenant six variables: les coliformes fécaux, le phosphore total, l'azote ammoniacal, les nitrates, les matières en suspension et la chlorophylle α active (voir section 2.2). Il s'agit de l'IQBP₆.

Pour le fleuve, les mêmes paramètres sont utilisés, à l'exception des matières en suspension. On nomme cette version IQBP₅.

Les paramètres retenus dans cette version révisée de l'IQBP permettent de mesurer l'effet des pressions anthropiques exercées à l'échelle des bassins versants. Ils permettent aussi d'évaluer les effets bénéfiques des interventions d'assainissement urbain, agricole et industriel qui visent notamment la réduction des rejets d'éléments nutritifs et de matières en suspension, ainsi que l'amélioration de la qualité bactériologique de l'eau. En particulier, ces paramètres permettent de tenir compte des quatre usages de l'eau considérés dans le développement initial de l'IQBP:

- l'approvisionnement en eau brute à des fins de consommation (azote ammoniacal);
- la baignade et les activités nautiques (coliformes fécaux);
- la protection de la vie aquatique (phosphore, nitrates, azote ammoniacal et matières en suspension);
- la protection du plan d'eau contre l'eutrophisation (phosphore et chlorophylle α).

3. Calcul et interprétation de l'IQBP₅ et l'IQBP₆

3.1. Calcul de l'IQBP₅ et l'IQBP₆

Le calcul de l'IQBP₅ et de l'IQBP₆ nécessite de respecter certaines conditions pour que le résultat obtenu ait une signification environnementale et qu'il soit comparable entre différents sites ou diverses années. Il exige également de suivre trois étapes dans un ordre précis.

Ces conditions et étapes sont détaillées ci-dessous. Elles sont suivies d'une liste d'outils rendus disponibles par le MELCC afin de faciliter la compilation de l'IQBP ainsi que son interprétation.

Par ailleurs, bien que le développement de l'IQBP et de ses sous-indices repose en grande partie sur les données historiques du MELCC, leur utilisation n'est pas limitée aux données provenant du MELCC ou analysées à son laboratoire. Il est jugé que les équations fournies sont utilisables à l'échelle du Québec et que l'IQBP obtenu permettra d'identifier les principaux problèmes touchant la qualité de l'eau.

3.1.1. Considérations importantes

Le calcul de l'IQBP doit considérer plusieurs éléments d'importance, lesquels doivent être pris en compte dès l'élaboration du plan d'échantillonnage :

- La plage temporelle utilisée;
- Le nombre et la répartition des échantillons intégrés au calcul;
- La constance dans les paramètres utilisés.

3.1.1.1. Plage temporelle

Afin d'assurer une bonne représentativité des résultats, l'IQBP doit être évalué à l'aide d'échantillons prélevés entre les mois de mai et octobre inclusivement et préférablement distribués sur une période de trois années consécutives.

Mai à octobre : vulnérabilité du milieu et usages accrus

La fenêtre de mai à octobre choisie pour le calcul de l'IQBP englobe la période d'étiage estival au cours de laquelle les cours d'eau sont les plus vulnérables. Les plus faibles débits réduisent en effet le pouvoir des cours d'eau à diluer divers polluants. De même, la température plus élevée de l'eau et la longue photopériode, couplées à des concentrations élevées d'éléments nutritifs, risquent davantage d'engendrer la prolifération excessive des plantes aquatiques et des algues, signes d'eutrophisation du milieu.

Cette période est aussi celle où les milieux aquatiques font l'objet d'un plus grand nombre d'usages (ex.: baignade, pêche, canot). De plus, elle correspond à la période de productivité primaire plus importante lors de laquelle le MELCC mesure la chlorophylle α active, paramètre essentiel au calcul de l'IQBP (les concentrations de ce paramètre sont négligeables en période hivernale).

Trois années consécutives : réduire la variabilité dans les conditions météorologiques

Un calcul sur trois années consécutives réduit le risque que l'IQBP reflète des conditions propres à une année atypique en raison de conditions météorologiques inhabituelles, par exemple. L'IQBP réagit en effet aux conditions météo, en particulier aux précipitations : plusieurs des paramètres qui le constituent tendent à montrer de plus grands signes de dégradation de la qualité de l'eau en fonction de la hausse des précipitations. Cela est lié au fait que les précipitations peuvent entraîner des particules, des nutriments et des microorganismes variés vers les milieux aquatiques en générant des débordements d'eaux usées domestiques et industrielles, en favorisant un plus grand ruissellement de surface en milieu urbain et

agricole, ainsi qu'en engendrant l'érosion du lit et des berges des cours d'eau (Walsh et collab., 2005; Mallin et collab., 2009; Ouranos, 2010; Fortier, 2013; Cinque et Jayasuriya, 2010; MELCC, 2020a; MELCC, 2020b). Par conséquent, les échantillons prélevés en temps de pluie vont fréquemment présenter une valeur d'IQBP plus faible. Ainsi, une station échantillonnée lors d'une année particulièrement pluvieuse pourrait se voir attribuer une valeur d'IQBP plus faible que lors d'une année sèche.

Pour cette raison, l'utilisation des résultats provenant d'une seule année d'observations n'est pas recommandée. S'il n'est pas possible d'étaler la période d'échantillonnage sur trois ans, l'analyse de données dont la distribution est limitée dans le temps devrait s'accompagner d'un examen des conditions météorologiques et, s'ils sont disponibles, des débits observés dans les 24 à 72 heures qui ont précédé les dates d'échantillonnage. Cet examen permet de réduire les biais découlant d'une surreprésentation de conditions humides ou sèches de l'échantillonnage par rapport aux conditions globalement observées.

Par ailleurs, l'utilisation de résultats provenant d'une longue plage d'observations (ex. : 10 ans) n'est pas non plus recommandée. Il importe de choisir une plage temporelle relativement restreinte, puisque l'agrégation de données sur une longue période risque de masquer les changements qui auraient pu s'opérer entre le début et la fin de la période suivie.

3.1.1.2. Nombre et répartition des échantillons

IQBP sur trois années

L'utilisation des données recueillies au cours de trois années consécutives non seulement a pour effet de diminuer la variabilité interannuelle associée aux aléas météorologiques (section 3.1.1.1), mais permet également d'obtenir un nombre suffisant d'échantillons pour réaliser les calculs statistiques nécessaires à la compilation de l'IQBP. Ainsi, six échantillons par année, à raison d'un par mois prélevé entre les mois de mai et octobre inclusivement, sont jugés suffisants lorsque l'IQBP est calculé sur trois années. Cela équivaut à un total de dix-huit échantillons répartis entre des années potentiellement sèches et humides. Ce nombre de prélèvements augmente la probabilité d'obtenir des échantillons provenant des périodes de temps à la fois sec et humide.

IQBP sur deux ans ou moins

S'il advenait qu'il soit impossible de couvrir trois années consécutives comme cela est recommandé, il est suggéré d'augmenter le nombre d'échantillons prélevés par année, en assurant une répartition la plus uniforme possible entre les mois de mai et d'octobre. Dans ces circonstances, le MELCC recommande, comme règle générale, de réaliser un minimum de six échantillons couvrant les mois de mai à octobre (un par mois), auxquels sont ajoutés trois échantillons en temps de pluie⁶ pour la même période (minimum de neuf échantillons par année). Ce plan d'échantillonnage permet d'assurer une représentativité des temps de pluie et favorise ainsi l'identification plus rapide des paramètres problématiques. Il peut cependant générer un IQBP plus faible (jugement plus sévère de la qualité de l'eau) par rapport à un IQBP colligé sur trois années consécutives sans emphase sur les temps de pluie. Pour cette raison, l'IQBP issu d'un tel plan d'échantillonnage devrait servir de premier signal quant à l'identification des facteurs altérant la qualité de l'eau et devrait uniquement être comparé à des échantillons prélevés dans les mêmes circonstances.

⁶ Dans Hébert (2010), le temps de pluie correspond à des précipitations totales de 5 mm et plus calculées le jour même, la veille et l'avant-veille de l'échantillonnage. Ce barème **est toutefois utilisé pour le fleuve Saint-Laurent**, qui est une très grande masse d'eau. Pour les rivières et les plus petits cours d'eau, la valeur (en millimètres) et la plage temporelle à utiliser peuvent varier grandement selon les caractéristiques du bassin versant et du cours d'eau. Un examen des débits quotidiens (lorsqu'ils sont disponibles) et des précipitations peut aider à déterminer les meilleurs moments pour échantillonner le site d'intérêt. La page de [l'Expertise hydrique et des barrages](#) (MELCC, 2021c), ainsi que [l'Atlas climatique du Québec](#) (MELCC, 2021d) peuvent aider.

Bien qu'un nombre minimal d'échantillons soit requis, il faut éviter une fréquence d'échantillonnage trop élevée, où les échantillons risquent de présenter des caractéristiques similaires et redondantes (autocorrélation temporelle). Les échantillons doivent aussi être répartis le plus également possible dans le temps. Une répartition inégale pourrait générer un biais vers des conditions propres à un moment précis plutôt que d'illustrer un état global représentatif de toute la période estivale.

3.1.1.3. Constance dans les paramètres utilisés

Le calcul de l'IQBP à l'aide des outils présentés à la section 3.1.3 offre une certaine flexibilité dans l'utilisation des paramètres. Bien que cinq paramètres sur cinq soient nécessaires par date d'échantillonnage pour compiler l'IQBP₅ (utilisé uniquement pour le fleuve), ce sont cinq paramètres sur un total de six qui sont requis par date d'échantillonnage pour l'IQBP₆ (tout autre cours d'eau que le fleuve). Cette flexibilité permet de calculer l'IQBP₆ d'un échantillon donné lorsque la valeur d'un de ses paramètres est manquante⁷. Cela peut se produire lorsqu'une valeur aberrante doit être invalidée ou qu'il y a eu un problème avec la bouteille liée à un paramètre, par exemple.

Toutefois, il n'est pas recommandé de compiler des valeurs d'IQBP comprenant systématiquement un paramètre de moins pour tous les échantillons.

Par ailleurs, il importe de comparer, dans le temps ou dans l'espace, des valeurs médianes d'IQBP basées sur les mêmes paramètres. Autrement, on compare des valeurs d'indices qui ne sont pas influencées par les mêmes paramètres et qui peuvent exprimer des problèmes différents.

En outre, il est recommandé d'utiliser le maximum de paramètres disponibles en tout temps, soit :

- IQBP₅ : le phosphore total, les coliformes fécaux, l'azote ammoniacal, les nitrates, la chlorophylle α active.
- IQBP₆ : le phosphore total, les coliformes fécaux, les matières en suspension (MES), l'azote ammoniacal, les nitrates, la chlorophylle α active.

Comparer les anciens IQBP₁₀ et IQBP₇ aux nouveaux IQBP₅ et IQBP₆

Dans le cas où il est souhaité de comparer des valeurs récentes d'IQBP à un IQBP calculé à l'aide d'une méthode antérieure (ex.: IQBP₁₀ ou IQBP₇), il est recommandé de calculer à nouveau les anciennes valeurs d'IQBP en utilisant cinq paramètres pour le fleuve ou six paramètres pour les autres cours d'eau. Cela permet, comme mentionné plus haut, de comparer des IQBP basés sur les mêmes paramètres. Cette opération est également nécessaire à des fins de comparaisons, puisqu'il y a eu changement dans la façon de calculer la chlorophylle α depuis 2019.

3.1.2. Méthode de calcul

Le calcul de l'IQBP₅ et l'IQBP₆ pour un site donné s'effectue en trois étapes :

- L'attribution d'une valeur de sous-indice pour chaque paramètre composant un échantillon;
- La détermination de la valeur de l'IQBP de chaque échantillon;
- Le calcul de l'IQBP médian du site pour la période déterminée (tous échantillons inclus).

3.1.2.1. Attribution des valeurs des sous-indices

Le calcul de l'IQBP₅ et l'IQBP₆ s'amorce avec l'attribution d'une valeur de sous-indice pour chaque paramètre composant un échantillon donné. Pour ce faire, les courbes d'appréciation établies par Hébert

7. Voir en exemple la valeur des MES pour la date du 2021-05-15 dans le tableau 5.

(1997), ainsi que celle qui est présentée à la section 2.2 pour la chlorophylle α , permettent de transposer les résultats obtenus pour chaque paramètre de son échelle de mesure d'origine (par exemple, la concentration en mg/l) à une échelle standardisée qui varie de 0 à 100.

Cette échelle est la suivante :

- A : bonne (100 à 80);
- B : satisfaisante (79 à 60);
- C : douteuse (59 à 40);
- D : mauvaise (39 à 20);
- E : très mauvaise (19 à 0).

L'équivalence entre les valeurs des mesures et les limites des classes est présentée pour chaque paramètre dans le tableau 2. Les équations propres à chaque paramètre et provenant de Hébert (1997) sont présentées dans l'annexe 1.

Tableau 2 Limites des classes de qualité des paramètres qui composent l'indice de la qualité bactériologique et physicochimique de l'eau (IQBP₆).

Classe de qualité	Sous- indice	CF (UFC/100 ml)	CHLAA (μ g/l)	NH ₃ -NH ₄ ⁺ (mg/l)	NOX (mg/l)	PTOT (mg/l)	MES (mg/l) ⁸
A - Bonne	100 ⁹ - 80	≤ 200	≤ 3,14	≤ 0,23	≤ 0,50	≤ 0,030	≤ 6
B - Satisfaisante	79 - 60	201 - 1000	3,15 - 4,75	0,24 - 0,50	0,50 - 1,00	0,031 - 0,050	7 - 13
C - Douteuse	59 - 40	1001 - 2000	4,76 - 6,12	0,51 - 0,90	1,01 - 2,00	0,051 - 0,100	14 - 24
D - Mauvaise	39 - 20	2001 - 3500	6,13 - 7,57	0,91 - 1,50	2,01 - 5,00	0,101 - 0,200	25 - 41
E - Très mauvaise	19 - 0 ¹⁰	> 3500	> 7,57	> 1,50	> 5,00	> 0,200	> 41

CF: Coliformes fécaux

CHLAA: Chlorophylle α active

NH₃-NH₄⁺: Azote ammoniacal (dissous)

NOX: Nitrites-nitrates (dissous)

PTOT: Phosphore total

MES : Matières en suspension

À titre d'exemple, le tableau 3 présente les valeurs obtenues par paramètre pour un échantillon prélevé en rivière. Une valeur de sous-indice de 0 à 100 est attribuée à chacun des paramètres.

8. Cet indicateur a été retiré de l'IQBP₅ utilisé pour les eaux du fleuve.

9. Une valeur de sous-indice supérieure à 100 doit être indiquée comme étant 100.

10. Une valeur de sous-indice inférieure à 0 doit être indiquée comme étant 0.

3.1.2.2. Attribution de la valeur d'IQBP de chaque échantillon

Une fois les valeurs de sous-indices attribuées à chaque paramètre d'un échantillon, le sous-indice ayant produit le pointage le plus bas est identifié. C'est la valeur de ce dernier qui déterminera la valeur de l'IQBP de l'échantillon. Comme mentionné précédemment, l'IQBP est un indice de type déclassant. Cela signifie que, pour chaque échantillon, on accorde à l'IQBP la valeur du sous-indice ayant obtenu la cote de qualité la plus faible; le paramètre en cause sera qualifié de « déclassant ». En d'autres mots, l'indice prend la valeur du paramètre qui s'avère le plus problématique en regard de la qualité bactériologique et physicochimique de l'eau.

Il est possible en certaines occasions que les valeurs de sous-indices de plus d'un paramètre se retrouvent à égalité, faisant que plus d'un paramètre soit déclassant. Dans ce cas, l'IQBP se verra attribuer la valeur *ex aequo* des paramètres dont le sous-indice est le plus faible.

Dans l'exemple donné dans le tableau 3, la valeur de sous-indice la plus basse se chiffre à 14 (soit le sous-indice pour la chlorophylle α active). C'est cette valeur que prend l'IQBP de l'échantillon.

Tableau 3 Exemple de calcul de l'IQBP₆ à partir des résultats obtenus pour un échantillon d'une station en rivière

Sous-indice	Mesure		Valeur de l'IQBP ₆ (0-100)
	Originale	Standardisée (0-100) ^a	
Coliformes fécaux (UFC/100 ml)	330	75	14
Chlorophylle α active ($\mu\text{g/l}$)	8,08	14	
Azote ammoniacal (mg N/l)	0,01	100	
Nitrites-nitrates (mg N/l)	2,40	35	
Phosphore total (mg P/l)	0,039	70	
Matières en suspension (mg/l)	8,0	74	

a. Il s'agit des valeurs de sous-indice indiquées dans le tableau 2.

3.1.2.3. Attribution de la valeur d'IQBP du site

Une fois les valeurs d'IQBP obtenues pour chacun des échantillons recueillis sur un site au cours d'une période choisie (ex. : trois années consécutives), on calcule la médiane de toutes ces valeurs. Le nombre qui en résulte correspond à l'indice final pour ce site et cette période précise, que l'on nomme IQBP médian. L'échelle correspondante pour l'attribution de la cote de qualité médiane est la même que celle qui est présentée pour les sous-indices, soit :

- A : bonne (100 à 80);
- B : satisfaisante (79 à 60);
- C : douteuse (59 à 40);
- D : mauvaise (39 à 20);
- E : très mauvaise (19 à 0).

Dans l'exemple du tableau 4, les valeurs des variables déclassantes par échantillon sont illustrées en rouge. La médiane de ces valeurs, 26 (illustrée en mauve), devient l'IQBP médian de la période visée pour le site ciblé.

Tableau 4 Exemple de calcul de l'IQBP₆ médian d'une station en rivière pour une période donnée¹¹

Échantillon	Valeur du sous-indice						Valeur de l'IQBP ₆ (0-100)
	CF	CHLAA	NH ₃ -NH ₄ ⁺	NOX	PTOT	MES	
1	89	89	100	25	100	74	25
2	76	72	93	61	69	78	61
3	75	14	100	35	70	74	14
n	75	95	100	27	66	85	27
IQBP médian							26

CF: Coliformes fécaux
 CHLAA: Chlorophylle α active
 NH₃-NH₄⁺: Azote ammoniacal (dissous)
 NOX: Nitrites-nitrates (dissous)
 PTOT: Phosphore total
 MES : Matière en suspension
 n : Énième échantillon

3.1.3. Outils de compilation et d'interprétation

Le MELCC offre trois manières de compiler ou d'obtenir l'IQBP₅ et l'IQBP₆ pour un site donné.

Pour les sites issus des activités de suivi du MELCC (Réseau-rivières et Réseau-fleuve), il est possible:

- De télécharger les données à partir de [l'Atlas de l'eau](#) (MELCC 2021e);
- D'effectuer une demande d'extraction de données, incluant l'IQBP, auprès de la [Banque de données sur la qualité des milieux aquatiques](#) (BQMA).

Pour toute autre donnée recueillie sur le terrain :

- Utiliser la plus récente [feuille de calcul de l'IQBP](#), qui intègre les mises à jour indiquées dans le présent document.

11. Pour des raisons de synthèse, seulement quatre échantillons ont été affichés ici. Néanmoins, il est recommandé d'effectuer ce calcul sur environ 18 échantillons (6 échantillons par année sur trois années consécutives).

3.2. Interprétation de l'IQBP₅ et l'IQBP₆

Les outils de compilation énumérés dans la section précédente permettent la production d'un diagramme en boîte et d'un tableau où l'on peut visualiser le comportement global de l'IQBP et de ses sous-indices (figure 1).

Pour l'IQBP₅ ou l'IQBP₆, ainsi que pour les sous-indices de chaque paramètre, on y retrouve :

- Le nombre d'échantillons pris en compte dans le calcul;
- Les valeurs de tendance centrale (moyenne, médiane);
- La variabilité (minimum, maximum, quartiles).

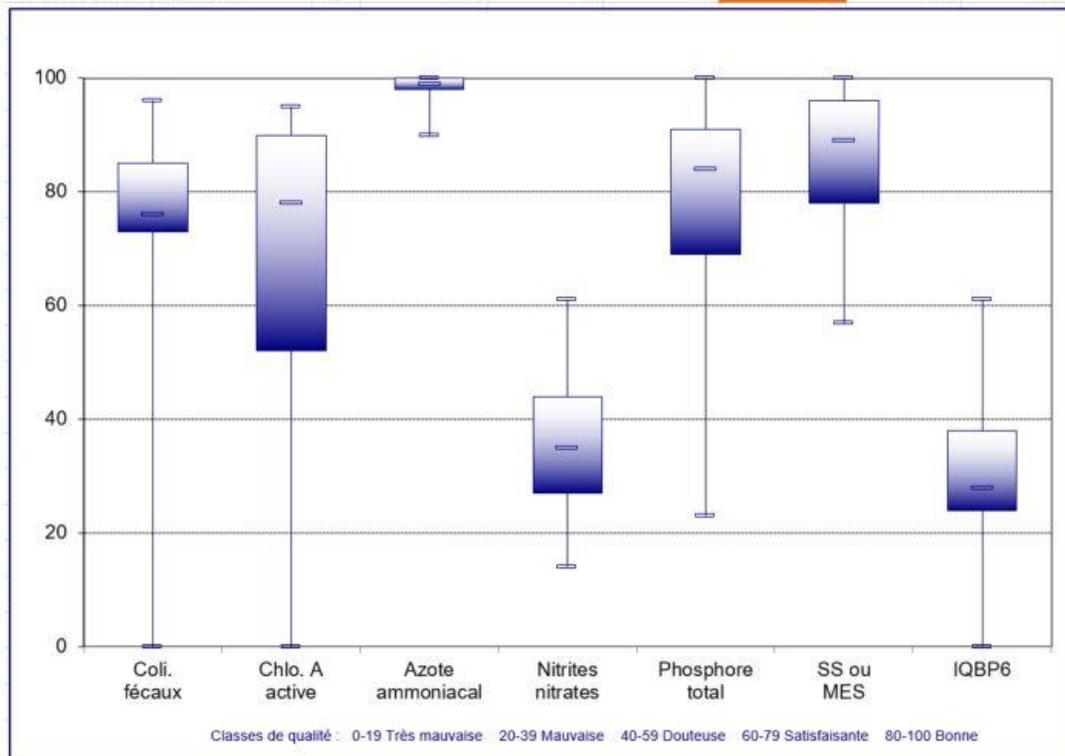
Ces composantes permettent d'interpréter la qualité de l'eau en regard de l'IQBP.

Ainsi, dans l'exemple de la figure 1, le tableau met en évidence une valeur d'IQBP₆ médian de 28. Cela signifie que la qualité de l'eau pour la plage temporelle ciblée est jugée mauvaise (classe D), car elle est comprise dans l'intervalle des valeurs s'étalant de 20 à 40 pour l'IQBP₆ (section 3.1.2.3). Le diagramme qui l'accompagne permet de repérer facilement le ou les sous-indices les plus susceptibles d'agir comme facteurs limitant la qualité de l'eau (et « déclassant » l'IQBP), parce qu'ils présentent les pointages les plus bas. Dans ce cas, il s'agit du sous-indice pour les nitrates, dont l'IQBP médian est le plus faible (valeur de 35).

Le graphique permet aussi d'apprécier la variabilité des paramètres sur la période d'évaluation. Dans la figure 1, les coliformes fécaux et la chlorophylle α active ont une valeur de sous-indice relativement élevée (médianes de 76 et 78, respectivement), mais un minimum très faible (0). Cela suggère que, bien qu'elle soit habituellement satisfaisante, la qualité de l'eau propre à ces sous-indices peut être affectée par des événements ponctuels (ex.: pluie forte, rejets occasionnels). À l'inverse, l'azote ammoniacal a une valeur de sous-indice élevée (médiane de 99), qui le demeure constamment (minimum de 90), ce qui dénote une faible variabilité temporelle de ce paramètre.

Figure 1 Diagramme et tableau de statistiques liés à l'IQBP₆ produits pour une station en rivière au cours de la période estivale (mai à octobre) entre 2019 et 2021 (données fictives)

N° STATION	PARAMÈTRE	N	I_MOYEN	I_MIN	I_Q1	I_MÉDIAN	I_Q3	I_MAX
99999999	CF	17	70	0	73	76	85	96
99999999	CHLAA	17	69	0	52	78	90	95
99999999	NH3	17	98	90	98	99	100	100
99999999	NOX	17	36	14	27	35	44	61
99999999	PTOT	17	78	23	69	84	91	100
99999999	SS	17	85	57	77	89	96	100
99999999	IQBP6	17	30	0	24	28	38	61



N : Nombre d'échantillons

I_MOYEN : Valeur moyenne du sous-index

I_MIN: Valeur minimale du sous-index

I_Q1: Valeur du premier quartile (25 %) du sous-index

I_MÉDIAN: Valeur médiane du sous-index

I_Q3: Valeur du troisième quartile (75 %) du sous-index

I_MAX: Valeur maximale du sous-index

CF: Coliformes fécaux

CHLAA: Chlorophylle α active

NH3: Azote ammoniacal (dissous)

NOX: Nitrites-nitrates (dissous)

PTOT: Phosphore total

SS ou MES: Solides (matières) en suspension

Pour les suivis réalisés par le MELCC, les données brutes sont fournies dans les chiffriers liés aux deux premiers outils énoncés dans la section 3.1.3. Ces données, présentées par date d'échantillonnage (tableau 5; exemple fictif), incluent des précisions sur le ou les paramètres limitants associés à chaque échantillon. Cette représentation peut servir à vérifier si un paramètre revient fréquemment en tant que

paramètre limitant. De plus, l'observation de variations synchronisées dans les valeurs de plusieurs sous-indices aide à en déduire l'origine, comme l'influence d'une période de pluie intense qui réduirait la valeur de plusieurs sous-indices simultanément.

À titre d'exemple, le tableau 5, qui présente les données brutes sur lesquelles se base la figure 1, confirme que les nitrates constituent le paramètre le plus fréquemment observé comme facteur limitant (colonne « Paramètre limitant »). Il est désigné comme tel pour 13 des 17 échantillons prélevés, dont une occurrence à égalité avec le phosphore total (sous colonne « Date » : 2019-10-10). Cette information est utile, car elle peut servir à prioriser les interventions qui agiront d'abord sur les facteurs les plus susceptibles de dégrader la qualité bactériologique et physicochimique de l'eau.

L'examen des résultats détaillés permet également de déceler les dates d'échantillonnage où une variation à la baisse est observée pour l'ensemble des sous-indices. Cela suggère qu'un événement particulier, susceptible d'affecter négativement plusieurs paramètres et, par conséquent, de dégrader la qualité globale de l'eau (ex.: pluie intense ou rejet ponctuel), est survenu. Dans le tableau 5, l'échantillonnage du 6 juin 2019 en est un bon exemple. Cette information permet, elle aussi, de mieux cibler l'origine des problèmes les plus susceptibles de détériorer la qualité globale de l'eau pour un site donné, et d'adapter les priorités d'action en conséquence.

Tableau 5 Données des paramètres de l'IQBP₆ compilées pour une station en rivière au cours de la période estivale (mai à octobre) entre 2019 et 2021 (données fictives)

N° station	Date	Données avec unités de mesure originales						Données transposées (échelle de 0 à 100)							
		Coliformes fécaux (UFC/100 ml)	Chlorophylle α active (µg/l)	Azote ammoniacal (mg N/l)	Nitrates-nitrites (mg N/l)	Phosphore total (mg P/l)	MES mg/l	Sous-indice Coliformes fécaux	Sous-indice Chlorophylle α active	Sous-indice Azote ammoniacal	Sous-indice Nitrates-nitrites	Sous-indice Phosphore total	Sous-indice MES	Valeur de IQBP ₆	Paramètre limitant
99999999	2019-05-09	80	2,04	<u>0,01</u>	4,10	0,012	8,0	89	89	100	25	100	74	25	NOX
99999999	2019-06-06	6000	5,40	0,11	6,10	0,062	11,0	0	51	90	14	54	66	0	CF
99999999	2019-07-04	250	1,51	0,03	3,50	0,020	2,0	78	93	98	28	93	96	28	NOX
99999999	2019-08-08	48	<u>11,00</u>	<u>0,01</u>	1,50	0,028	2,0	93	0	100	48	82	96	0	CHLA
99999999	2019-09-06	120	3,85	0,03	3,00	0,022	1,0	85	72	98	31	90	100	31	NOX
99999999	2019-10-10	2300	2,78	0,03	4,40	0,180	14,5	36	83	98	23	23	57	23	NOX+PTOT
99999999	2020-05-08	16	4,23	<u>0,01</u>	3,50	0,018	3,0	96	67	100	28	96	92	28	NOX
99999999	2020-06-11	84	1,66	0,06	2,10	0,021	2,0	89	92	95	38	91	96	38	NOX
99999999	2020-08-07	510	5,34	0,04	1,80	0,026	5,0	70	52	97	42	84	85	42	NOX
99999999	2020-09-05	300	3,82	0,08	1,00	0,040	7,0	76	72	93	61	69	78	61	NOX
99999999	2020-10-02	410	1,95	<u>0,01</u>	1,20	0,044	4,0	73	90	100	55	66	89	55	NOX
99999999	2021-05-15	330	5,54	0,02	4,00	0,024		75	49	99	25	87		25	NOX
99999999	2021-06-11	330	8,08	<u>0,01</u>	2,40	0,039	8,0	75	14	100	35	70	74	14	CHLA
99999999	2021-07-03	3100	1,34	<u>0,01</u>	1,50	0,023	4,0	24	94	100	48	88	89	24	CF
99999999	2021-08-06	240	3,33	0,03	2,30	0,039	3,0	78	78	98	36	70	92	36	NOX
99999999	2021-09-17	210	2,39	<u>0,01</u>	1,70	0,017	2,0	80	87	100	44	97	96	44	NOX
99999999	2021-10-08	340	1,15	<u>0,01</u>	3,70	0,044	5,0	75	95	100	27	66	85	27	NOX

Une cellule tramée en rouge contient une valeur qui dépasse le critère de qualité de l'eau ou de la valeur repère du paramètre.

Une valeur rose en caractère gras et soulignée désigne une mesure qui se situe sous la limite de détection de la méthode analytique et qui est rapportée comme étant égale à cette limite divisée par 2.

Une valeur rouge en caractère gras constitue la valeur d'un sous-indice limitant.

Une cellule blanche et vide correspond à une valeur absente (ex.: qui a été invalidée ou dont le paramètre n'a pu être analysé).

4. Utilité et limites de l'IQBP₅ et l'IQBP₆

La gestion de l'eau exige des décideurs une bonne connaissance de sa qualité et des sources de pollution pouvant l'affecter. Elle exige aussi d'être en mesure de sensibiliser les citoyens face aux enjeux propres à chaque bassin versant. Afin de pouvoir prendre des décisions éclairées et d'informer le public, l'accès à une information simple, synthétisée et bien ciblée est essentiel.

L'IQBP est un indice synthétique qui permet d'évaluer la qualité bactériologique et physicochimique de l'eau en fonction de plusieurs usages, comme la baignade et la protection de la vie aquatique. Il permet également de connaître le ou les paramètres les plus susceptibles de limiter la qualité de l'eau dans les rivières et le fleuve. Cela a pour avantage de permettre de cibler et de prioriser les actions les plus susceptibles d'améliorer la qualité de l'eau.

Certaines précautions doivent toutefois être prises lors de l'analyse des résultats. Ainsi, la comparaison des IQBP₅ ou IQBP₆ entre plusieurs stations doit se faire en respectant les conditions suivantes :

- les résultats proviennent d'une même période de référence, qui est de trois années consécutives dans la mesure du possible;
- les échantillons prélevés sont distribués le mieux possible entre les mois de mai à octobre, inclusivement;
- il y a constance dans les paramètres utilisés.

Le désavantage d'un indice synthétique comme l'IQBP est qu'il peut masquer le fait que plusieurs paramètres concourent à la dégradation générale de la qualité de l'eau et à la perte de certains usages, parce qu'il met l'accent uniquement sur le paramètre le plus limitant. C'est pourquoi il est recommandé d'accompagner l'interprétation de l'IQBP d'un examen de ses sous-indices, ainsi que d'une analyse de la fréquence et de l'amplitude des dépassements des critères de qualité de l'eau et des valeurs repères des paramètres qui le constituent. Cette seconde analyse est particulièrement importante dans le contexte où certains critères de qualité de l'eau peuvent avoir été mis à jour depuis l'élaboration de l'IQBP en 1997.

Des graphiques affichant les dépassements de critères ou de valeurs repères des six paramètres de l'IQBP₆, ainsi que de l'azote total et de la turbidité, peuvent être consultés pour les stations suivies par le MELCC à l'aide des deux outils suivants, déjà mentionnés à la section 3.1.3 :

- [L'Atlas de l'eau](#) (MELCC 2021e);
- Les données extraites sur demande et provenant de la [Banque de données sur la qualité des milieux aquatiques](#) (BQMA).

Par ailleurs, l'utilisation de l'IQBP pour évaluer les tendances temporelles doit être faite avec prudence. Bien que la comparaison temporelle de deux valeurs médianes d'IQBP basées sur trois années consécutives d'échantillonnages chacune (ex. : intervalle 2009-2011 contre 2019-2021) puisse donner une information qualitative sur l'évolution de la qualité d'un cours d'eau (tendance à la stabilité, l'amélioration ou la détérioration), des analyses statistiques plus poussées sont nécessaires pour confirmer une tendance statistiquement significative. Ce genre d'analyse nécessite des outils statistiques adaptés, qui considèrent l'évolution de chaque paramètre indépendamment des variations hydrologiques. Des tendances temporelles à long terme sont disponibles pour plusieurs stations en rivières dans l'*Atlas de l'eau* (MELCC, 2021e). Le ministère a aussi produit un guide permettant de soutenir l'interprétation de ces tendances à long terme (voir MELCC, 2021f).

En terminant, l'IQBP demeure un indice général de la qualité bactériologique et physicochimique de l'eau. Le suivi des 5 ou 6 paramètres de qualité de l'eau qui constituent l'IQBP₅ et l'IQBP₆, bien qu'il soit utile pour préserver certains usages, ne renseigne pas sur la présence de substances toxiques dans l'environnement. De plus, il ne fournit pas d'information sur la perte, la dégradation ou la fragmentation d'habitats essentiels

au maintien de la vie aquatique. Dans ce contexte, il est recommandé d'accompagner l'IQBP d'approches complémentaires basées sur l'intégrité de l'écosystème (bioindicateurs), comme le suivi des macroinvertébrés benthiques (MELCC, 2021g) et des diatomées benthiques (MELCC, 2018) afin d'établir un diagnostic plus global et touchant l'état des écosystèmes aquatiques dans leur ensemble.

Références

CENTRE D'EXPERTISE EN ANALYSE ENVIRONNEMENTALE DU QUÉBEC, 2012. Détermination de la chlorophylle α : méthode par fluorométrie, MA. 800 – Chlor. 1.0, Rév. 2, Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec, 16 p., [En ligne], www.ceaeq.gouv.qc.ca/methodes/pdf/MA800Chlor10.pdf.

CINQUE, Kathy, et Niranjali JAYASURIYA, 2010. « Catchment process affecting drinking water quality, including the significance of rainfall events, using factor analysis and event mean concentrations », *Journal of Water and Health*, vol. 8, p. 751-763.

DIRECTION GÉNÉRALE DES EAUX INTÉRIEURES, 1980. *Références sur la qualité des eaux – Guide des paramètres de la qualité des eaux*, Ottawa, Direction générale des eaux intérieures, Direction de la qualité des eaux, 100 p.

FORTIER, Claudine, 2013. *Impact des changements climatiques sur les débordements des réseaux d'égouts unitaires*, Université du Québec, Institut national de la recherche scientifique – Centre eau terre environnement. Mémoire présenté pour l'obtention du grade de maîtrise en sciences de l'eau, 125 p. et 6 annexes.

HÉBERT, Serge, 1997. *Développement d'un indice de la qualité bactériologique et physicochimique de l'eau pour les rivières du Québec*, Québec, ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des écosystèmes aquatiques, Envirodoq n° EN/970102, 20 p., 4 annexes, [En ligne], www.environnement.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/rivieres/indice/IQBP.pdf.

HÉBERT, Serge, 2010. *Qualité bactériologique de sites potentiels de baignade, été 2009*, Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du suivi de l'état de l'environnement, 8 p., [En ligne], www.environnement.gouv.qc.ca/eau/bassinversant/bassins/stlaurent/Plages2009.pdf.

HÉBERT, Serge, 2016. *La qualité de l'eau du secteur fluvial : paramètres physico-chimiques et bactériologiques*, 4^e édition, Québec, © Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par la ministre de l'Environnement et Changement climatique Canada et © Gouvernement du Québec, 4 p., [En ligne], www.planstlaurent.qc.ca/suivi-de-letat/les-fiches-de-suivi/la-qualite-de-leau-du-secteur-fluvial-parametres-physicochimiques-et-bacteriologiques-4e-edition.

HUDON, Christiane, Pierre GAGNON, Myriam RONDEAU, Serge HÉBERT, Denis GILBERT, Brad HILL, Michel PATOINE et Michel STARR, 2017. « Hydrological and biological processes modulate carbon, nitrogen and phosphorus flux from the St. Lawrence River to its estuary (Québec, Canada) », *Biogeochemistry*, vol. 135, p. 251-276.

MALLIN, Michael A., Virginia L. JOHNSON et Scott H. ENSIGN, 2009. « Comparative impacts of stormwater runoff on water quality of an urban, a suburban, and a rural stream », *Environmental Monitoring and Assessment*, vol. 159, p. 474-491.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES, 2018. *Protocole d'échantillonnage des diatomées benthiques – Procédure à des fins de biosuivi de l'intégrité biotique des cours d'eau*. Direction de l'information sur les milieux aquatiques, Québec, ISBN 978-2-550-82564-7, 11 p. et 2 annexes, [En ligne], www.environnement.gouv.qc.ca/eau/flrivlac/Protocole.pdf.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES, 2020a. *Rapport sur l'état des ressources en eau et des écosystèmes aquatiques du Québec, édition 2020*. Ministère de l'Environnement et de la lutte contre les changements climatiques, 480 p., [En ligne], www.environnement.gouv.qc.ca/eau/rapport-eau/rapport-eau-2020.pdf.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES, 2020b. *Rapport sur l'état de l'eau et des écosystèmes aquatiques, édition 2014*. Bureau des connaissances sur l'eau, ministère de l'Environnement et de la lutte contre les changements climatiques, ISBN 978-2-550-88239-8, 354 p., [En ligne], www.environnement.gouv.qc.ca/eau/rapport-eau/rapport-eau-2014.pdf.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES, 2021a. « Critères de qualité de l'eau de surface », dans le site du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, [En ligne], www.environnement.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/index.asp (page consultée le 12 février 2021).

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES, 2021b. *Guide d'analyse des tendances de la qualité de l'eau des rivières à l'aide du progiciel EGRET – Annexe 9*. Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 6 p., [En ligne], www.environnement.gouv.qc.ca/eau/atlas/Documents/egret-guide-annexe-9.pdf.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES, 2021c. « Niveau d'eau et débit », dans le site du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, [En ligne], www.cehq.gouv.qc.ca/hydrometrie/index.htm (page consultée le 11 novembre 2021).

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES, 2021d. « Données climatiques – observations quotidiennes », dans le site du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, [En ligne], www.environnement.gouv.qc.ca/climat/donnees/OQcarte.asp (page consultée le 11 novembre 2021).

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES, 2021e. *Atlas de l'eau*, dans le site du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, [En ligne], www.environnement.gouv.qc.ca/eau/atlas/index.htm (page consultée le 5 août 2021).

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES, 2021f. *Guide d'analyse des tendances de la qualité de l'eau des rivières à l'aide du progiciel EGRET*. Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 51 p., [En ligne], www.environnement.gouv.qc.ca/eau/atlas/Documents/egret-guide.pdf.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES, 2021g. « Macroinvertébrés benthiques », dans le site du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, [En ligne], www.environnement.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/macroinvertebre/benthos/index.htm (page consultée le 9 mars 2022).

OURANOS, 2010. *Savoir s'adapter aux changements climatiques*, rédaction : C. Desjarlais, M. Allard, D. Bélanger, A. Blondlot, A. Bouffard, A. Bourque, D. Chaumont, P. Gosselin, D. Houle, C. Larrivée, N. Lease, A.T. Pham, R. Roy, J.-P. Savard, R. Turcotte et C. Villeneuve, Montréal, 128 p.

WALSH, Christopher, Allison H. ROY, Jack W. FEMINELLA, Peter D. COTTINGHAM, Peter M. GROFFMAN et Raymond P. MORGAN, 2005. « The urban stream syndrome: current knowledge and the search for a cure », *Journal of the North American Benthological Society*, vol. 24, n° 3, p. 706-723.

WETZEL, Robert G., 2001. *Limnology – Lake and River Ecosystems*, 3rd edition, Academic Press, San Diego, California, 1006 p.

ANNEXE 1

Équations des indices de l'IQBP₆ telles qu'elles sont présentées dans Hébert (1997)

Les équations ci-dessous sont celles qui ont été développées et présentées dans le document de Hébert (1997). Elles excluent l'équation initialement fixée pour la chlorophylle α totale qui a été remplacée par l'équation pour la chlorophylle α active, présentée à la section 2.2.

[Équation 2] Matières en suspension (MES) :

$$y = \frac{3,1353762x^5 - 0,7974349x^4 - 18,0716277x^3 - 7,4497699x^2 - 8,2787124x + 100,0091735}{}$$

où

MES : concentration (mg/l) en matières en suspension dans l'échantillon;

x : LOG₁₀ (MES);

y : sous-indice pour les matières en suspension.

[Équation 3] Nitrites-nitrates (dissous) :

$$y = \frac{-0,0002315x^8 + 0,0097349x^7 - 0,1670551x^6 + 1,4940264x^5 - 7,2985492x^4 + 17,8562719x^3 - 11,181223x^2 - 40,115907x - 100,211834}{}$$

où

x : concentration (mg/l) en nitrites-nitrates dissous de l'échantillon;

y : sous-indice pour les nitrites-nitrates.

[Équation 4] azote ammoniacal (dissous) :

$$y = \frac{0,7928877x^4 - 9,2398993x^3 + 43,0165198x^2 - 100,1069915x + 100,9766652}{}$$

où

x : concentration (mg/l) en azote ammoniacal dissous de l'échantillon;

y : sous-indice pour l'azote ammoniacal.

[Équation 5] Phosphore total :

$$y = \frac{-1436922,807x^7 + 2767313,71x^6 - 2179260,623x^5 + 907127,101x^4 - 215866,395x^3 + 29919,88x^2 - 2470,730x + 131,811}{}$$

où

x : concentration (mg/l) en phosphore total de l'échantillon;

y : sous-indice pour le phosphore total.

[Équation 6] Coliformes fécaux :

$$y = \frac{2,2100002x^7 - 31,1373636x^6 + 176,015402x^5 - 509,8647342x^4 + 794,5776709x^3}{- 633,2498635x^2 + 199,4112625x + 100,000707}$$

où

CFEC : concentration (UFC/100 ml) de coliformes fécaux dans l'échantillon;

x : LOG₁₀ (CFEC);

y : sous-indice pour les coliformes fécaux.

