

**Indicateurs canadiens de durabilité de
l'environnement
Rapport de représentativité de l'indice de qualité de
l'eau**

Le 8 avril 2009



**Par : Mark Henry, François Souldard et Hugo Larocque
Division des comptes et de la statistique de l'environnement
Statistique Canada**

Table des matières

1	Introduction.....	3
2	Ensembles de données de délimitation et applications.....	3
3	Délimitation du bassin de drainage.....	3
	3.1 Intrants.....	4
	3.2 Sélection de réseaux en amont.....	4
	3.3 Création de polygones de Thiessen et des limites.....	4
	3.4 Prolongement des limites au-delà de l'unité de travail du RHN.....	6
4	Compilation des statistiques.....	6
	4.1 Statistiques du bassin de drainage.....	7
	4.2 Activité humaine - peuplement.....	7
	4.3 Activité humaine - industrie.....	7
	4.4 Activité humaine - agriculture.....	7
	4.5 Couverture naturelle.....	7
5	Contrôle de la qualité.....	7
	5.1 Contrôle de la qualité du processus.....	8
	5.2 Indicateurs du contrôle de la qualité.....	8
6	Livraison finale.....	8
7	Recherche future, orientations et recommandations.....	9
8	Remerciements.....	9
	Annexe A - Détermination de la représentativité.....	9

1 Introduction

Ce document décrit la méthodologie élaborée et mise en œuvre par Statistique Canada pour créer les ensembles de données qu'Environnement Canada (EC) utilisera pour évaluer les indicateurs canadiens de durabilité de l'environnement (ICDE) du réseau de la qualité de l'eau. Ce réseau est la source des données utilisées pour calculer l'indice de qualité des eaux (IQE) des ICDE et au sujet duquel il subsiste encore des interrogations relativement à sa représentativité d'un réseau national. EC a donc délégué à Statistique Canada (StatCan) l'autorité nécessaire à l'amélioration du projet des ICDE en générant des statistiques, incluant des statistiques géospatiales, qui permettent l'analyse du réseau.

Ce projet a nécessité la délimitation de bassins en amont pour chaque site de l'IQE et ensuite l'identification de statistiques socio-économiques et biophysiques pertinentes, accessibles et compilées simplement afin de permettre la catégorisation des sites de qualité des eaux. Ces travaux visent à faciliter la sélection efficace d'un sous-ensemble de sites qui sont peu redondants et qui représentent un grand ensemble de caractéristiques jugées représentatives de l'hydrologie canadienne.

Les objectifs de cette analyse sont les suivants :

1. améliorer les connaissances scientifiques et réduire les limites relatives à l'interprétation de l'IQE et du réseau de surveillance en caractérisant les sites de surveillance à l'aide de statistiques variées;
2. appuyer le développement d'indices secondaires axés sur les différents types de paramètres de qualité de l'eau;
3. appuyer l'identification des lacunes importantes relatives aux données géospatiales.

Afin d'atteindre ces objectifs, les services de StatCan ont été retenus pour effectuer ce qui suit :

1. Examiner les critères de représentativité (conjointement avec EC) et définir une méthodologie pour l'analyse géospatiale des 447 sites de l'IQE;
2. Effectuer un essai à l'aide de sites fédéraux et fédéraux-provinciaux (c.-à-d., 77 sites);
3. Délimiter l'aire de drainage en amont pour chaque site et superposer différentes couvertures spatiales;
4. Aider à l'identification de lacunes en terme de positionnement géospatial des sites où de nouveaux sites pourraient être situés (selon les critères).

2 Ensembles de données de délimitation et applications

Données

Le Réseau hydro national (RHN) de Ressources naturelles Canada

Couche d'écoulement linéaire – rivières et cours d'eau

Couche Index RHN - Unités de travail RHN et limites de sous-sous-aires de drainage

<http://www.geobase.ca/geobase/fr/data/nhn/description.html>

Couche des sites de l'IQE – 459 sites

Applications

ArcMap 9.3

SAS

MSAccess

3 Délimitation du bassin de drainage

La première étape de ce projet, et la plus longue, a été l'élaboration et la mise en œuvre d'une méthodologie pour la délimitation des aires des bassins récepteurs en amont pour 447 des 459 sites indiqués dans le réseau de l'IQE. En raison des contraintes temporelles et des limites budgétaires définies pour ce projet, une méthodologie efficace et reproductible était nécessaire et devait permettre une catégorisation raisonnable des sites en fonction d'un ensemble de critères convenus. Des méthodes de délimitation plus complexes ont été envisagées, dont celles nécessitant l'utilisation de modèles numériques d'élévation ou d'altitude, mais elles ont été éliminées en raison du temps et des ressources nécessaires pour des améliorations finalement marginales.

Douze sites n'ont pas été pris en compte dans le processus de délimitation, car situés sur le fleuve Saint-Laurent, ou à l'embouchure du fleuve Mackenzie, ou parce qu'il n'existait pas de données d'écoulement

linéaire du RHN pour ces bassins. Il était prévu que les sites sur le fleuve Saint-Laurent et à l'embouchure du fleuve Mackenzie pourraient être catégorisés sans être traités.

Les étapes suivantes donnent un aperçu de la méthodologie élaborée pour compléter la partie de ce projet portant sur la délimitation des bassins versants en amont.

3.1 Intrants

Les principaux ensembles de données utilisés pour délimiter les limites d'un bassin de drainage étaient les couches de l'écoulement et des unités de travail provenant du RHN. Ces ensembles de données ont été choisis puisqu'ils semblent faire partie de l'ensemble de données hydrologiques nationales le plus récent, précis et complet et que ces données couvrent en presque totalité les zones requises pour délimiter les bassins en amont du réseau de l'IQE d'EC. De plus, la couche de l'écoulement contient l'orientation ou sens d'écoulement au niveau de sa topologie, un moyen efficace pour le traçage des réseaux en amont.

3.2 Sélection de réseaux en amont

La première étape du processus de délimitation comprend la sélection et le traçage du réseau hydrologique en amont pour chaque site. Pour y arriver, nous avons superposé la couche des sites de l'IQE sur la couche de l'écoulement du RHN, à l'aide de l'application ArcMap, et nous avons choisi l'arc le plus près sur ce réseau afin de servir de point de départ pour le traçage en amont. Le nom et la description des sites ont également été utilisés pour confirmer les emplacements.

À partir de ce point de départ, chaque réseau en amont a été tracé à l'aide de l'application SAS et de l'orientation ou sens d'écoulement compris dans la topologie du RHN. Ces réseaux en amont sont devenus un intrant dans l'outil de création de polygones de Thiessen de l'application ArcMap, afin de délimiter les limites d'un bassin.

En plus du réseau en amont, les parties les plus proches des réseaux adjacents ont été sélectionnées et entrées dans le même processus utilisé afin de créer des polygones de Thiessen entre le réseau en amont et les réseaux adjacents. Pour ce faire, une zone tampon a été créée autour du réseau en amont et les portions touchées des réseaux adjacents ont été utilisées dans le processus de création des polygones de Thiessen. Voir les figures 1 et 2.

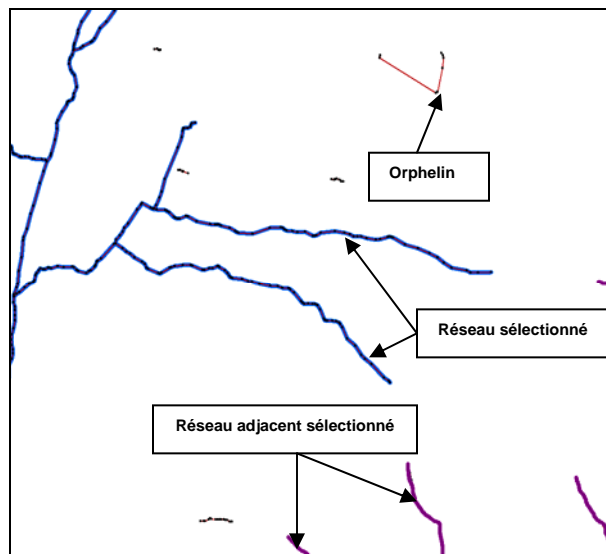


Figure 1 – La sélection d'un réseau en amont et de son réseau adjacent

3.3 Création de polygones de Thiessen et des limites

Après l'étape 3.2, des points ont été créés à partir des sommets des vecteurs du réseau en amont et des réseaux adjacents. Ces points ont ensuite été utilisés comme intrants dans la fonction *Thiessen Polygon* de

l'application ArcMap, via traitement en lots, afin de créer des polygones de Thiessen entre le réseau en amont et les réseaux adjacents. Voir la figure 2.

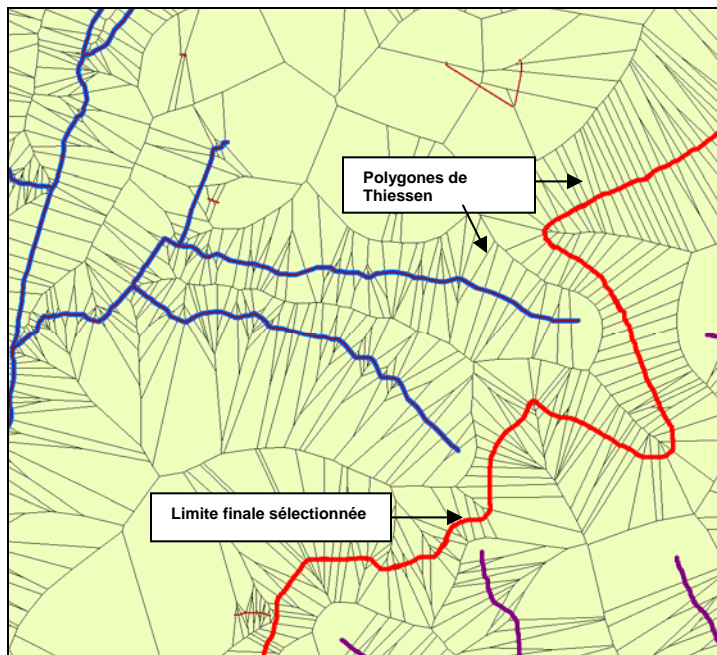


Figure 2 – Création de polygones de Thiessen entre les réseaux

Une fois créé, un chemin a été sélectionné entre les réseaux en choisissant tous les polygones de Thiessen croisant le réseau en amont et ensuite, en les éliminant (*dissolve*) de façon à ne laisser que la limite extérieure en tant que délimitation du bassin. Lorsque cette limite croisait la limite de l'unité de travail RHN, cette limite d'unité de travail RHN était sélectionnée et intégrée en tant que limite du bassin. Voir la figure 3.

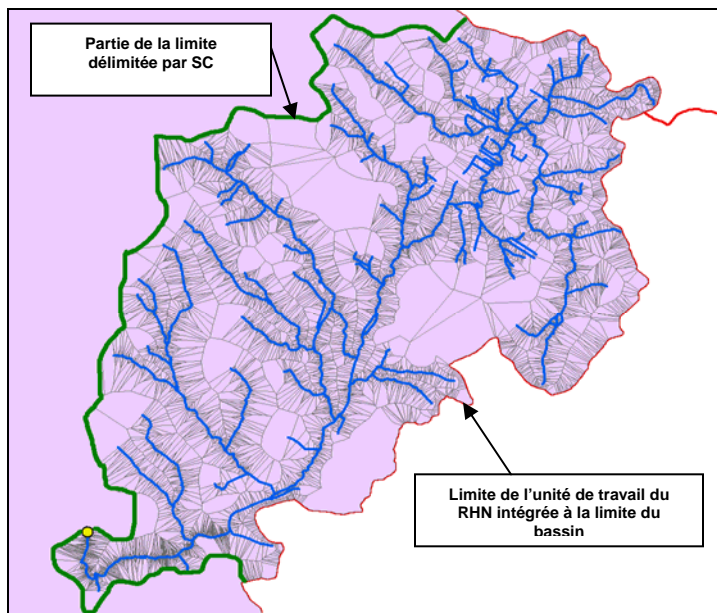


Figure 3 – Sélection de polygones de Thiessen pour définir la limite du bassin et intégration de la limite de l'unité de travail du RHN

3.4 Prolongement des limites au-delà de l'unité de travail RHN

Lorsque la limite était délimitée d'un arc du site vers la limite du RHN, il a souvent été nécessaire de sélectionner des unités de travail RHN adjacentes ou des sous-sous aires de drainage (SSAD), afin de construire des bassins en amont qui contiennent entièrement le réseau en amont et le bassin de ce site. Cela a été effectué en repérant l'endroit où l'entité hydrographique traverse la limite de l'unité de travail RHN et en ajoutant manuellement l'unité de travail ou la SSAD en amont. Si le temps et les ressources l'avaient permis, il aurait été possible d'étudier l'automatisation de cette partie du processus.

Cette dernière étape a permis de s'assurer que le bassin en amont pour chaque site était bien délimité, dans la mesure où l'échelle et les caractéristiques de la couche d'écoulement du RHN l'ont permis.

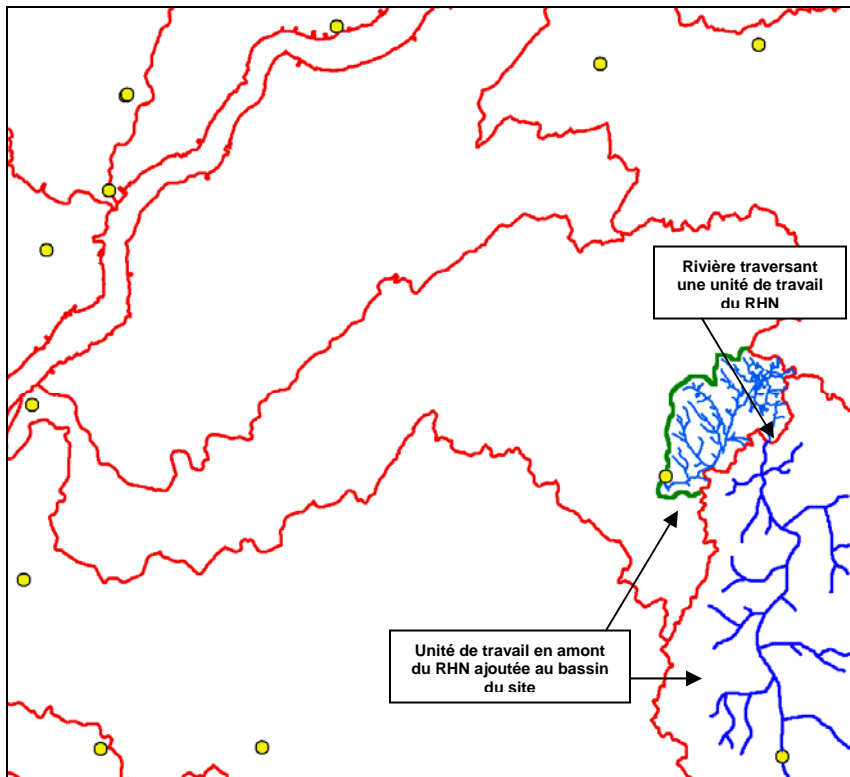


Figure 4 – Ajout d'une unité de travail RHN pour compléter le bassin

4 Compilation des statistiques

La deuxième phase du projet visait la caractérisation de ces bassins en amont à l'aide de différentes variables socio-économiques et biophysiques, permettant ainsi la catégorisation et la comparaison des sites du réseau. Lors de la détermination des variables à utiliser pour évaluer la représentativité, une liste des caractéristiques souhaitées a été compilée conjointement avec EC. Cette liste a servi à classer les possibilités par ordre de priorité en se fondant sur l'intérêt et le niveau de difficulté pour la compilation. L'annexe A résume ce processus de sélection dans un tableau.

Ces statistiques doivent servir de guide général pour la caractérisation de ces sites aux fins d'évaluation de la représentativité. Il était prévu que des connaissances locales supplémentaires pourraient ou seraient ajoutées afin d'améliorer la vérification et la confirmation des données compilées pour chaque bassin. Étant donné les contraintes liées au projet, les variables choisies devaient être facilement accessibles et ne pas nécessiter une méthodologie complexe pour la compilation.

Les sections suivantes présentent des renseignements généraux sur chacune des catégories et leurs variables représentatives.

4.1 Statistiques hydrologiques du bassin de drainage

Ces statistiques incluent de l'information au sujet des caractéristiques physiques et hydrologiques de chaque bassin en amont. Elles présentent la superficie du bassin, la longueur du réseau de rivières, la densité du réseau de même que le fait que le site soit nordique ou non, selon la délimitation du nord par StatCan.

D'autres renseignements fournis incluent le ruissellement moyen annuel à long terme et l'écoulement annuel moyen, selon les estimations obtenues à l'aide du modèle d'apport d'eau de Statistique Canada. Ces données sont fournies pour la caractérisation et l'évaluation de ces sites dans le cadre de ce projet et elles ne doivent pas être utilisées pour toute autre analyse qui dépasse ce cadre.

4.2 Activité humaine - peuplement

L'activité humaine dans le cadre de ce projet est axée sur les chiffres de population et les densités de population, en plus de certains renseignements supplémentaires qui ont pu être déduits des observations de la couverture terrestre.

4.3 Activité humaine - industrie

Les renseignements industriels pour cette catégorie ont été compilés à partir de l'Inventaire national des rejets des polluants d'EC et de l'information sur l'exploitation minière contenue dans le Recensement de 2006 sur les mines de Ressources naturelles Canada. Le Registre des entreprises de Statistique Canada n'a pas été utilisé pour ce projet en raison des difficultés liées au géocodage des entreprises individuelles à ces zones de drainage nouvellement délimitées. Statistique Canada effectuera ce travail dans le cadre d'une étude de cas.

4.4 Activité humaine - agriculture

Les variables utilisées pour cette section ont été compilées à l'aide de l'information générée par un projet commun de Statistique Canada et Agriculture et Agroalimentaire Canada, **Recensement de l'agriculture : PPC V.3 et Relevés hydrologiques du Canada Niveau des sous-sous-aires de drainage, version 5, réaffectation** qui a permis de regrouper l'information agricole par sous-aire de drainage. Pour obtenir de plus amples renseignements au sujet de ce projet, veuillez visiter le site suivant :

www.statcan.gc.ca/cgi-bin/imdb/p2SV_f.pl?Function=getSurvey&SDDS=8012&lang=en&db=imdb&adm=8&dis=2

4.5 Couverture naturelle

Afin de représenter la couverture terrestre, la **carte de la couverture terrestre du Canada en 2005 à une résolution de 250 m** de Ressources naturelles Canada et les **Cartes multitemporelles de la couverture terrestre au Canada fondées sur les données AVHRR à résolution de 1 km de la NOAA** ont été utilisées dans un effort visant à fournir le plus grand ensemble de possibilités de couverture terrestre pour l'examen de chaque bassin. Pour de plus amples renseignements à propos de ces ensembles de données, veuillez consulter les sites suivants : www.ccrs.nrcan.gc.ca/AD\EMS\Landcover2005 et www.ccrs.nrcan.gc.ca/AD\EMS\Multi_temporal_Landcover1985_2000.

5 Contrôle de la qualité

Pour ce projet, les questions de qualité devraient être envisagées relativement à la taille du bassin en amont, peu importe si le bassin est dans une seule unité de travail RHN ou non, et à la façon dont la taille du bassin se compare avec l'échelle et les unités des couches géospatiales utilisées pour compiler différentes statistiques. En règle générale, si le bassin est très petit, et notamment s'il est inférieur à une unité de travail RHN, plus il y aura d'incertitude dans certaines des statistiques compilées. Il est recommandé de consulter les métadonnées des couches utilisées pour compiler les statistiques afin d'obtenir des renseignements supplémentaires sur la qualité.

Pour les besoins de ce projet, le contrôle de la qualité (CQ) est décrit de deux façons; le **contrôle de la qualité du processus** qui a été mis en œuvre pendant chaque phase du projet, et les **indicateurs du contrôle de la qualité** qui ont été compilés et ajoutés aux tableaux afin d'aider les utilisateurs à effectuer leur analyse.

5.1 Contrôle de la qualité du processus

La nature unique de la délimitation de chaque bassin et la portée des projets dictent que l'observation manuelle serait la façon la plus efficace de déterminer les erreurs introduites pendant le processus de délimitation. Il y avait tout simplement trop de problèmes pour envisager l'automatisation du CQ des 447 sites qui ont été délimités. Ces problèmes touchaient des sujets comme l'orientation (sens d'écoulement) complexe, les zones comprenant trop de vecteurs orphelins (isolés) ainsi que des structures de drainage uniques et complexes.

Le contrôle de la qualité du processus a été mis en œuvre en superposant un réseau schématique (squelette) des rivières ainsi qu'une couche de polygones, contenant les cours d'eau et les chenaux principaux des grandes rivières, directement sur la couche d'écoulement du RHN. Ceci a été réalisé afin de fournir des renseignements supplémentaires sur la nature des schémas ou modèles de débit lorsqu'il y avait des questions. Si les décisions restaient difficiles à prendre, même après la superposition, d'autres sources étaient consultées et à l'occasion, des saisies d'écran ont été envoyées à EC aux fins d'examen.

Les limites du CQ résultaient du temps et de la nature des couches d'intrants. À elle seule, la délimitation des limites des 447 sites a nécessité le plus gros du temps et du financement pour ce projet. Une plus grande recherche sur les relations (principalement topologiques) entre les différentes couches du RHN aurait peut-être permis la mise en œuvre d'un système de CQ robuste et semi-automatisé. Toutefois, le niveau de CQ est jugé plus que raisonnable au regard des objectifs de ce projet.

Enfin, il est prévu que la caractérisation de ces bassins puissent rehausser l'expertise d'EC pour la vérification finale, notamment lorsque des connaissances locales sont nécessaires (ex. structures ou patrons de drainage uniques dans les prairies).

5.2 Indicateurs de contrôle de la qualité

L'objectif de ces indicateurs était de fournir à l'utilisateur des connaissances au sujet de la relation entre la taille du bassin et l'échelle des unités des différentes couches d'intrants utilisées pour le caractériser. Par exemple, lors de l'observation des agrégations de blocs¹ utilisées pour créer des statistiques sur le compte et la densité de population, il faut associer la taille et le nombre de blocs utilisés afin d'estimer ces variables pour chaque bassin. Un bassin qui possède des statistiques de population calculées par la superposition de portions d'un ou de quelques blocs seulement contient une plus grande incertitude qu'un bassin dont les statistiques de population sont fondées sur un nombre important de blocs.

Nous avons fourni ces relations lorsque nous pouvions le faire efficacement et lorsqu'elles ne pouvaient pas être dérivées aisément à partir de la couche de base (c.-à-d., la couverture terrestre de 1 km).

Il est également important de mentionner à nouveau que des renseignements supplémentaires sur la qualité peuvent être obtenus en se reportant aux métadonnées des ensembles de données utilisés dans la présente étude, notamment l'ensemble de données utilisé pour compiler les variables agricoles.

6 Livraison finale

Les éléments suivants sont inclus dans la trousse fournie à EC sur DVD :

- Fichiers géographiques (*shapefiles*) de 447 bassins délimités
- 8 bases de données MSAccess contenant l'information expliquée à la section 4
- ce rapport
- le fichier Lisez-moi (*Readme*) du bassin

¹ Le bloc représente la plus petite zone géographique pour laquelle les chiffres de population et d'unités d'habitation sont diffusés. Il représente une zone délimitée de tous les côtés par des routes ou les limites des zones géographiques types. Les blocs couvrent tout le territoire du Canada.

7 Recherche future, orientations et recommandations

Les conclusions suivantes sont recommandées pour améliorations futures :

- Les vecteurs orphelins, ceux qui ne sont pas liés au réseau contigu, ont compliqué la délimitation et la compréhension de l'hydrologie des réseaux locaux. Avec plus de temps et de recherche, il aurait pu être possible de mieux intégrer ces vecteurs dans le processus de délimitation;
- Il serait avantageux d'examiner la relation entre les couches de vecteurs contenant l'information sur l'orientation ou le sens d'écoulement et les couches de polygones représentant les plans d'eau et les portions plus larges des rivières en envisageant la création plus efficace des bassins en amont;
- Plus de temps aurait permis l'élaboration d'un processus de contrôle de la qualité plus robuste, détaillé et semi-automatisé et/ou davantage d'indicateurs de contrôle de la qualité;
- Une activité industrielle plus diversifiée et précise devrait être ciblée pour obtenir une idée plus claire et complète de cette catégorie.

8 Remerciements

Statistique Canada tient à remercier le RHN pour son appui.

Annexe A

Détermination de la représentativité

Catégorie de produit	Produit/Variable	Couche	Recherche requise	Difficulté (1 facile - 3 difficile)	Complété en date du rapport	Priorité d'EC
1) Statistiques générales sur chaque bassin de drainage	Longueur du réseau pour chaque site	STC-D/RHN	n	1	o	2
	Délimitation des bassins versants	STC-D	n	3	o	3
	Aire de drainage	STC-D	n	1	o	2
	Ordre de cours d'eau	STC/RHN	o	3		1
	Densité du réseau	STC-D	n	2	o	1
	Nord	STC-GEO	n	1	o	2
	Ruissellement annuel à long terme	STC-EASD	n	1	o	1
	Apport d'eau annuel moyen	STC-EASD	n	1	o	1
2) Statistiques liées au réseau de l'IQE	Sites par sous-bassin de drainage	STC-D/IQE	n	1	o	1
	Réseaux se chevauchant	STC-D/IQE	n	1	o	1
	Totaux - zone de l'archipel Pearse et du Canada couverte	STC-D/STC-Pearse	n	1		3
	Nombre de sites dans une distance (150 km ?)	IQE	n	1		3
	Distance en amont entre les sites	STC-D	o	2		2
3) Activité humaine - peuplement	Population	STC-D/STC-GEO	n	1	o	3
	Densité de la population	STC-D/STC-GEO	n	1	o	1
	Couverture de l'écosystème de population	STC-D/STC-GEO	n	1		3
	Couverture terrestre	Couverture terrestre	n	2	o	1
	Zone peuplée	STC-D/STC-EASD	o	2		3
	Longueur du réseau routier	STC-D/STC-GEO	n	2		3

	Densité routière	STC-D/STC-GEO	n	1		3
4) Activité humaine - industrie	Mines et moulins	RNCan	o	1	o	1
	Registre des entreprises - modèle d'entreprise	STC - BR	o	2		3
	INRP	EC	o	2	o	1
5) Activité humaine - agriculture	Écoumène agricole	STC-AG	n	1		3
	Variables agricoles (fumiers, cultures, etc.)	STC-AG	o	2	o	1
6) Activité humaine - autre	Barrages	RNCan	o	2		3
	Obstacles du RHN	STC-D/RHN	o	2		3
	Centrales hydroélectriques - barrages	STC	o	2		3
7) Couverture naturelle	Couverture terrestre	Couverture terrestre	n	2	o	1
	Géologie	RNCan	o	1		3
	Apport d'eau	STC-EASD	o	3		3
	Pente	MAN	o	3		3
	Précipitation	STC-EASD	o	2		3