

Section 1

Introduction

Depuis 1979, on diffuse l'indice de la qualité de l'air (IQUA) pour les grandes villes canadiennes sous forme d'une seule valeur dérivée de la mesure de plusieurs polluants atmosphériques mis en moyenne pour une période allant de 1 à 24 h. C'est à Saint John (Nouveau-Brunswick) que l'on a utilisé cet indice dans les débuts, mais il est accepté d'un océan à l'autre. Les petites et grandes villes l'adoptent à leur tour, généralement avec le concours des ministères de l'Environnement provinciaux et fédéral.

L'indice a pour but d'aider les organismes à informer plus adéquatement la population au sujet de la qualité générale ou dominante de l'air dans leur localité. À l'aide d'un seul chiffre, on décrit l'air ambiant à la fois en termes de niveaux de pollution et de perception publique de la qualité de l'air à un moment et à un endroit précis.

Les caractéristiques de l'IQUA sont les suivantes :

- il est de conception scientifique;
- il tient compte des principaux polluants;
- il exprime les effets des polluants atmosphériques sur l'environnement par rapport à une échelle commune;
- il est uniforme, permettant ainsi une comparaison entre différents endroits;
- il est conçu de façon à ce que l'on puisse y ajouter d'autres polluants ou combinaisons de polluants;

- il est rigoureux, car il indique les effets les plus néfastes;
- il correspond à la qualité de l'air à proximité d'une station de surveillance;
- il concorde avec la perception que le public se fait de la qualité de l'air.

L'IQUA est déterminé en fonction des objectifs nationaux de qualité de l'air ambiant (ONQAA) (tableaux 1 et 2), définis en vertu de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement* (LCPE) et renfermant une échelle commune pour l'évaluation de la qualité de l'air dans toutes les régions du Canada. Ces objectifs sont établis relativement à trois niveaux de pollution : **souhaitable**, **acceptable** et **admissible** (ou **tolérable**). On a déterminé ces objectifs pour les polluants suivants : l'anhydride sulfureux (SO₂), le monoxyde de carbone (CO), le dioxyde d'azote (NO₂), l'ozone (O₃) et les particules en suspension (PES). On a proposé récemment l'utilisation d'un objectif pour le soufre réduit total (SRT).

Les objectifs **maximaux souhaitables** sont des buts généraux à long terme de qualité de l'air en fonction desquels on définit une politique visant la protection des régions du pays non touchées par la pollution et le développement continu de techniques antipollution.

Les objectifs **maximaux acceptables** visent à fournir une protection adéquate contre les effets nuisibles de la pollution sur les humains, les animaux, la végétation, le sol,

Tableau 1 Objectifs nationaux de qualité de l'air ambiant* (Environnement Canada, 1990)

Polluant	Période	Teneur maximale souhaitable**	Teneur maximale acceptable**	Teneur maximale admissible**
Anhydride sulfureux	1 an	0,01	0,02	
	24 h	0,06	0,11	0,31
	1 h	0,17	0,34	
Particules en suspension	1 an	60 µg/m ³	70 µg/m ³	
	24 h		120 µg/m ³	400 µg/m ³
Ozone	1 an		0,015	
	1 h	0,05	0,08	0,15
Monoxyde de carbone	8 h	5	13	17
	1 h	13	31	
Dioxyde d'azote	1 an	0,03	0,05	
	1 h		0,21	0,53

* Pour la conversion des µg/m³ en ppm ou en ppb, on a déterminé des conditions normales de température et de pression (25 °C et 101,32 kPa).

** Les objectifs sont exprimés en parties par million (ppm), à moins d'indication contraire.

l'eau, les matériaux et à éviter une réduction de la visibilité.

Les objectifs **maximaux admissibles** (ou **tolérables**) correspondent à des teneurs en polluants atmosphériques, pour une période donnée, au-delà desquelles, compte tenu de la diminution de la marge de sécurité, on doit prendre sans tarder les mesures appropriées visant à protéger la santé de la population en général.

Les niveaux de pollution supérieurs à la teneur maximale admissible nécessitent une attention immédiate afin d'améliorer la qualité de l'air pour la protection du public. En pareil cas, il est recommandé de consulter des spécialistes de la santé pour fournir au public des conseils éclairés.

La conception et l'utilisation du présent indice se fondent sur les hypothèses suivantes :

- L'indice aura comme assise des données valides sur la qualité de l'air, provenant de stations de surveillance situées de façon à représenter la qualité générale de l'air dans une localité.
- Pour les niveaux de pollution définis (souhaitable, acceptable et admissible), les effets de tous les polluants ont une importance égale par rapport à la qualité de l'air.
- L'indice peut être calculé pour chaque heure du jour, et l'on doit tenir compte des

Tableau 2 Exemples d'effets utilisés comme points de rupture ^{a,b}

Objectifs nationaux de qualité de l'air ambiant et périodes d'établissement des moyennes	Monoxyde de carbone CO (1 h, 8 h)	Dioxyde d'azote NO ₂ (1 h)	Ozone O ₃ (1 h)	Anhydride sulfureux SO ₂ (1 h, 24 h)	Particules en suspension (24 h)
Teneur plus élevée que le maximum admissible (très mauvaise qualité)	Stress physiologique chez les personnes souffrant de troubles cardiovasculaires et respiratoires; augmentation possible de la mortalité	Sensibilité accrue des asthmatiques et des bronchitiques.	Déficience respiratoire; augmentation des symptômes respiratoires.	Difficulté à respirer chez certaines personnes hypersensibles; morbidité accrue.	Sensibilité accrue des asthmatiques et des bronchitiques.
Maximum admissible (mauvaise qualité)	Symptômes cardiovasculaires accrus chez les non-fumeurs souffrant de troubles cardiaques. Altération de la vue.	Incidence accrue d'affections respiratoires à la suite d'une exposition à long terme. Odeur et altération de la couleur de l'atmosphère.	Diminution de la performance chez certains athlètes faisant beaucoup d'efforts.	Sensibilité accrue des asthmatiques et des bronchitiques. Odeur perceptible. Dommages et sensibilité accrus chez les végétaux.	Diminution de la visibilité. Opacité évidente. Accroissement de la fréquence et de la gravité des affections des voies respiratoires inférieures chez les enfants.
Maximum acceptable (qualité passable)	Symptômes cardiovasculaires accrus chez les fumeurs souffrant de troubles cardiaques. Modification du profil chimique du sang.	Aucun effet connu sur la santé humaine.	Dommages accrus chez certaines espèces végétales.	Dommages (foliaires) accrus chez certaines espèces végétales.	Diminution de la visibilité.
Maximum souhaitable (bonne qualité)	Aucun effet.	Pas d'objectif.	Les matériaux subissent l'action des concentrations d'oxydants dans l'air.	Aucun effet.	Pas d'objectif.

a Exemples tirés des objectifs de qualité de l'air publiés de 1974 à 1978.

b Santé Canada et Environnement Canada tiennent à faire valoir que le tableau ne présente que des exemples d'effets. Il ne rend pas compte de toute la nature ou l'étendue des effets sur la santé et l'environnement.

c Afin d'assurer la protection de tous les groupes sensibles de la population, les concentrations ambiantes de CO devraient être telles que le taux de carboxyhémoglobininémie ne dépasse pas 5 % chez les non-fumeurs.

d Ne comprend pas les particules actives chimiquement.

concentrations moyennes de la dernière période de 1 h, de 8 h et de 24 h en cours.

- Les objectifs de qualité de l'air pour les particules en suspension (PES) ne peuvent être exprimés avec justesse par l'indice de qualité de l'air (IQUA) parce que les stations canadiennes n'utilisent pas des appareils de mesure en temps réel des concentrations de particules. Toutefois, en raison de l'importance de la concentration des particules relativement à l'IQUA, on peut envisager les solutions de rechange provisoires suivantes :
 - des mesures quotidiennes des teneurs de 24 h en PES (par échantillonneur à grand débit);
 - le sous-indice COH*/visibilité;
 - le sous-indice COH/particules inhalables.

Certains paliers de gouvernement utilisent des sous-indices de visibilité et de particules inhalables à partir de mesures de la visibilité de 1 h et de 2 h en unités COH. Le Comité considère que cette méthode n'est pas aussi fiable que les mesures des concentrations en temps réel de particules inhalables. Conformément au principe de l'IQUA, seuls les sous-indices des polluants se fondant sur

les ONQAA publiés en vertu de la LCPE doivent figurer dans le présent rapport. Jusqu'à maintenant, on n'a pas encore établi d'objectif pour les particules inhalables (P₁₀), et l'objectif proposé pour le soufre réduit total (SRT) n'a pas été officiellement adopté. Cependant, nous avons ajouté cette partie au présent rapport sous forme d'annexe, accompagnée des avertissements qui s'imposent. Tout organisme (ou pouvoir administratif) qui utilise ces sous-indices doit soigneusement tenir compte de ces restrictions.

La protection contre les effets néfastes potentiels de certains polluants sur les êtres humains, la végétation, le sol, l'eau, les matériaux et la visibilité représente le bien-fondé de la détermination des trois niveaux des ONQAA. Le tableau 2 est un exemple de matrice d'effets, qui illustre les types d'effets utilisés comme points de rupture dans la détermination des ONQAA. Les points de rupture établissent les limites des IQUA qui vont de «bonne qualité» à «très mauvaise qualité». Les organismes chargés de la surveillance de la pollution atmosphérique peuvent utiliser ces types de matrices, en consultation avec les ministères compétents en matière de santé, pour faire des déclarations types conseillant la prudence au grand public au sujet des effets potentiels de la qualité de l'air selon les IQUA.

* Le COH (*coefficient of haze unit*) est le coefficient de transmission ou l'indice d'opacité (quantité de matières solides donnant une densité optique de 0,01).

Section 2

Détermination de l'indice

Pour déterminer l'indice, on doit convertir les concentrations de chaque polluant d'après une échelle commune (l'échelle des sous-indices des polluants). Selon cette échelle, une valeur de 0 correspond à une concentration égale à 0, 25 correspond à la teneur maximale souhaitable, 50 correspond à la teneur maximale acceptable et 100 correspond à la teneur maximale admissible. Ainsi, l'indice augmente à mesure que la qualité de l'air se détériore.

Comme on le voit aux figures 1 à 6, on obtient les points de rupture de la fonction linéaire segmentée d'après les objectifs nationaux de qualité de l'air ambiant. Lorsque des objectifs n'étaient pas spécifiés pour un polluant donné ou pour une période d'établissement des moyennes, on a déterminé l'indice du polluant par interpolation ou extrapolation linéaire, ou encore en adoptant des points de rupture établis par d'autres administrations, comme on peut le voir aux figures illustrant les sous-indices des polluants. Par exemple, on recommande une teneur en SO₂ de 2 ppm comme teneur maximale admissible (de 1 h), mais cette valeur ne fait pas partie des objectifs nationaux de qualité de l'air ambiant (figure 2).

On peut convertir chacune des concentrations des polluants en un sous-indice du polluant en se servant directement des figures (graphiques) du présent rapport, ou en faisant le calcul (sur ordinateur) à l'aide des équations utilisant les points de rupture donnés au tableau 3.

Une fois que l'on a calculé le sous-indice de chaque polluant, on choisit la valeur maximale du sous-indice comme étant la valeur numérique de l'indice de qualité de l'air.

Il est ensuite possible de décrire la qualité de l'air en termes qualitatifs en fonction de l'échelle suivante :

Échelle qualitative	Échelle numérique
Bonne	de 0 à 25
Acceptable	de 26 à 50
Mauvaise	de 51 à 100
Très mauvaise	101 et plus

Par exemple, à 8 h aujourd'hui au centre-ville, on a enregistré les concentrations de polluants suivantes :

- teneur moyenne en anhydride sulfureux (SO₂) au cours de la dernière heure : 0,14 ppm;
- teneur moyenne en anhydride sulfureux (SO₂) au cours des 24 dernières heures : 0,05 ppm;
- teneur moyenne en monoxyde de carbone (CO) au cours de la dernière heure : 21 ppm;
- teneur moyenne en monoxyde de carbone (CO) au cours des 8 dernières heures : 2 ppm;
- teneur moyenne en dioxyde d'azote (NO₂) au cours de la dernière heure : 0,10 ppm;

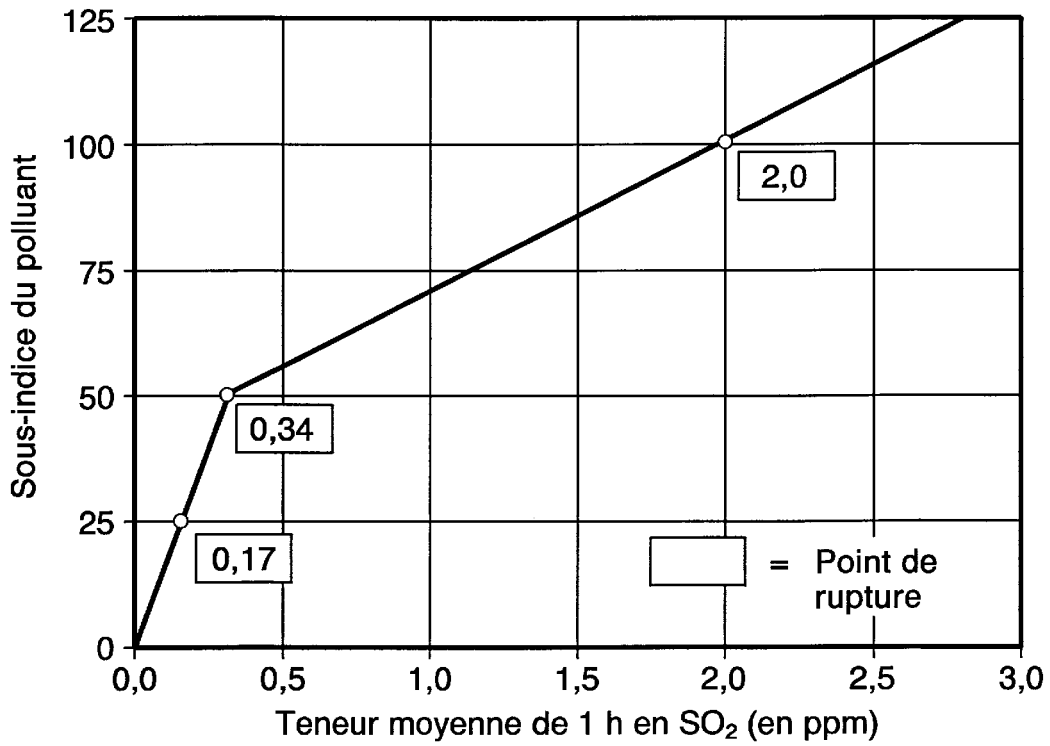


Figure 1 Sous-indice IQUA - Teneur moyenne de 1 h en anhydride sulfureux

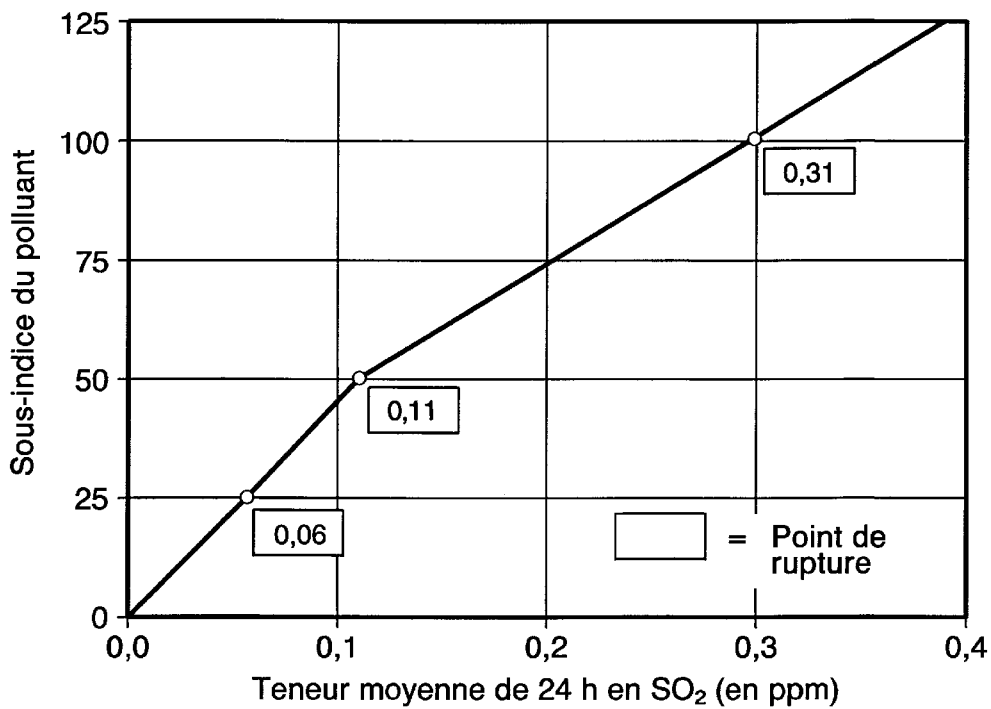


Figure 2 Sous-indice IQUA - Teneur moyenne de 24 h en anhydride sulfureux

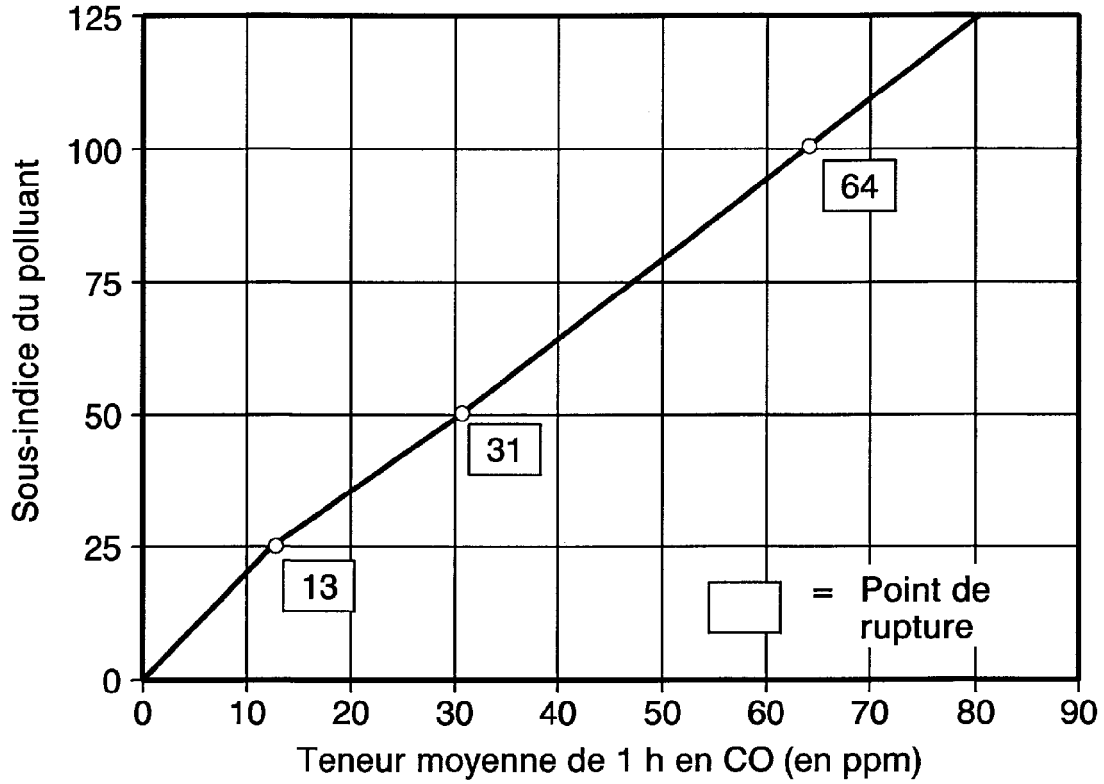


Figure 3 Sous-indice IQUA - Teneur moyenne de 1 h en monoxyde de carbone

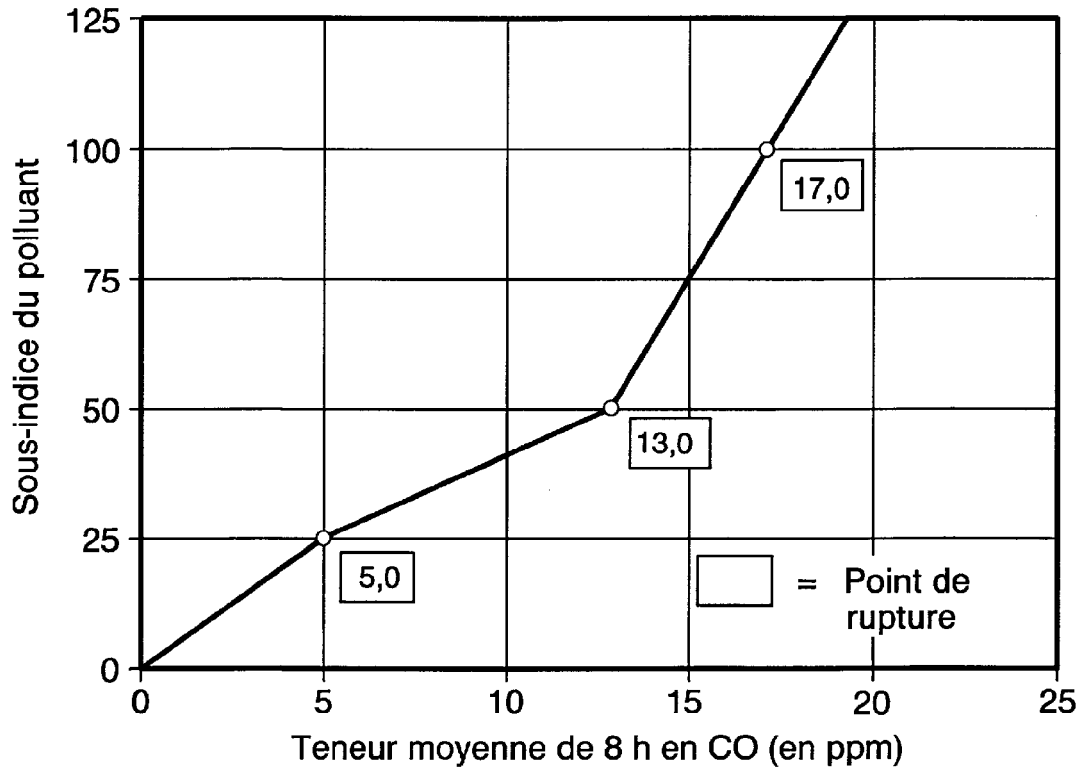


Figure 4 Sous-indice IQUA - Teneur moyenne de 8 h en monoxyde de carbone

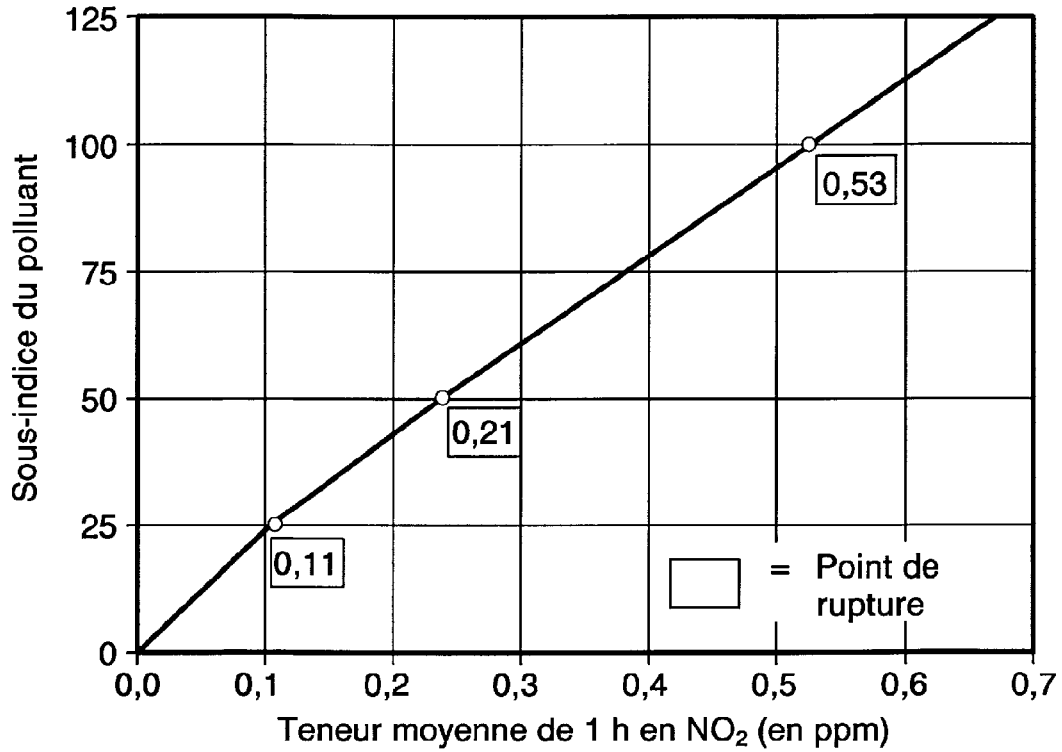


Figure 5 Sous-indice IQUA - Teneur moyenne de 1 h en dioxyde d'azote

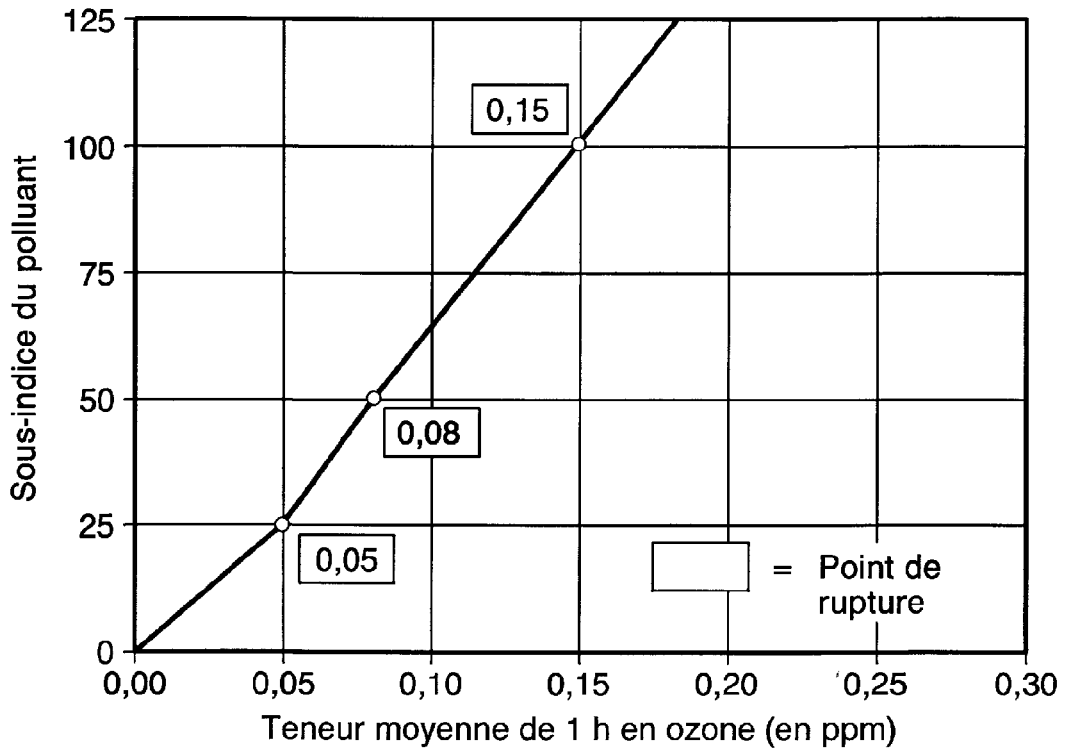


Figure 6 Sous-indice IQUA - Teneur moyenne de 1 h en ozone

- teneur moyenne en ozone (O₃) au cours de la dernière heure : 0,07 ppm.

À l'aide des figures 1 à 6, on a déterminé les sous-indices des polluants figurant au tableau 4.

La valeur maximale du sous-indice du polluant a été déterminée d'après la teneur de 1 h en monoxyde de carbone, dont le sous-indice a une valeur numérique égale à 36.

L'IQUA a une valeur de 36, qui correspond à une qualité d'air acceptable.

Tableau 3 Concentrations aux points de rupture (parties par million)

	SO ₂		CO		NO ₂ 1 h	O ₃ 1 h
	1 h	24 h	1 h	8 h		
Bonne (25)	0,17	0,06	13	5,0	0,11*	0,05
Acceptable (50)	0,34	0,11	31	13,0	0,21	0,08
Mauvaise (100)	2,0**	0,31	64**	17,0	0,53	0,15

* Valeur d'interpolation établie pour le point de rupture.

** Valeur d'extrapolation établie pour le point de rupture.

Tableau 4 Sous-indices des polluants déterminés à partir des figures 1 à 6

Polluant	Valeur mesurée (ppm)	Période d'établissement des moyennes (h)	Sous-indice du polluant
PES	59 µg/m ³	24	25
SO ₂	0,14	1	21
SO ₂	0,05	24	23
CO	21	1	36
CO	2	8	10
NO ₂	0,10	1	23
O ₃	0,07	1	35

Section 3

Utilisation de l'indice

On doit calculer l'IQUA systématiquement et le diffuser au moins deux fois par jour, par la voie des divers médias, en parallèle avec les termes qualitatifs correspondants de l'échelle de la qualité de l'air.

Le Comité recommande que lorsque l'IQUA dépasse 50, l'indice soit diffusé aux heures, jusqu'à ce qu'il soit inférieur à 50. Dans ce cas, l'organisme qui l'a calculé peut préciser le type de polluant qui fait augmenter l'indice, faire des recommandations au public au sujet des précautions à prendre et l'informer des mesures antipollution qui sont prises.

Les niveaux de pollution mesurés par les diverses stations de surveillance d'une même ville peuvent être très différents et donner lieu à des variations dans la qualité de l'air. Par conséquent, il n'est pas recommandé de faire une moyenne des indices pour une ville d'après des lectures provenant de deux ou de plusieurs stations.

3.1 Prévisions relatives à l'indice

On peut étayer la diffusion de l'IQUA en y intégrant la valeur maximale de l'indice au cours des 24 dernières heures. Bien que cette valeur soit une information intéressante pour le public, les prévisions relatives à la qualité de l'air pour le reste de la journée, ou pour une période plus longue, pourraient s'avérer plus utiles. Certaines administrations peuvent ainsi diffuser l'IQUA accompagné de ces prévisions.

Pour permettre l'exactitude des prévisions, on doit analyser les données actuelles

relatives à la qualité de l'air et en établir la relation avec la charge polluante des sources locales, les niveaux antérieurs et les conditions météorologiques. On doit également tenir compte des conditions particulières, comme le piégeage de l'ozone dans les zones urbaines.

Avant de diffuser les prévisions relatives à l'IQUA, l'organisme en cause devrait avoir rempli les conditions suivantes :

- établir des relations solides entre les niveaux de pollution ambiante, la charge polluante des sources et les conditions météorologiques;
- établir les caractéristiques d'émissions saisonnières et diurnes relatives aux polluants produits à l'échelle locale;
- déterminer les prédicteurs météorologiques importants;
- disposer de méthodes permettant de prévoir les prédicteurs météorologiques;
- informer le public de la précision escomptée des prévisions et de l'effet de la variation des conditions météorologiques sur la vérification.

À partir de l'exemple précédent, si l'on suppose que les conditions météorologiques et les émissions de polluant seront similaires le lendemain, on pourrait diffuser le rapport et les prévisions suivants :

«Au centre-ville, à 14 h aujourd'hui, la qualité de l'air est acceptable, l'indice étant

de 36. Le polluant qui cause cette détérioration de la qualité de l'air est le monoxyde de carbone. On prévoit une augmentation de l'IQUA à l'heure de pointe ce soir, mais la qualité de l'air redeviendra

bonne cette nuit. Pour demain, on prévoit sensiblement la même situation, les mesures de l'IQUA devant se situer autour de la cote «acceptable» pendant la journée.»

Références

Environnement Canada. «Évolution de la qualité de l'air des villes au Canada, 1981-1990», Ottawa (Ontario), rapport SPE 7UP/4 (octobre 1994).

Environnement Canada. «Évolution de la qualité de l'air des villes au Canada, 1978-1987», Ottawa (Ontario), rapport SPE 7/UP/3 (mai 1990).

Environnement Canada. «Méthode uniforme de référence pour la mesure des particules en suspension dans l'atmosphère (échantillonnage à grand débit)», Ottawa (Ontario), rapport EPS 1-AP-73-2 (janvier 1973).

Bibliographie

Dann, T. «PM₁₀ and PM_{2.5} Concentrations at Canadian Urban Sites: 1984-1993», Environment Canada, rapport PMD 94-3 (novembre 1994).

Environnement Canada. «Révision des objectifs nationaux en matière de qualité de l'air ambiant pour l'anhydride sulfureux (Teneurs souhaitables et acceptables)», rapport du Comité consultatif fédéral-provincial sur la qualité de l'air (avril 1987).

Environnement Canada. «Révision des objectifs nationaux en matière de qualité de l'air ambiant pour le monoxyde de carbone (Teneurs souhaitables et acceptables)», rapport du Comité consultatif fédéral-provincial sur la qualité de l'air (avril 1987).

Environnement Canada. «Lignes directrices s'appliquant à l'indice de la qualité de l'air à court terme», rapport du Comité fédéral-provincial de la pollution de l'air (mars 1980).

Environnement Canada. «Lignes directrices s'appliquant à l'indice annuel de la qualité de l'air», rapport préparé par le Comité fédéral-provincial de la pollution de l'air (août 1980).

Environnement Canada. «Criteria for National Air Quality Objectives», rapport préparé par le Comité fédéral-provincial de la pollution de l'air (novembre 1976).

Gouvernement du Canada. «Objectifs recommandés en matière de qualité de l'air ambiant pour les composés de soufre réduit», rapport préparé par le Comité consultatif fédéral-provincial sur la qualité de l'air (juin 1989).

Shenfeld, L. et D. Yap. «Ontario New Air Quality Index», document présenté au 8th World Clean Air Congress, La Haye, Pays-Bas (septembre 1989).

Thom, G.C. et W.R. Ott. «Air Pollution Indices Council on Environmental Quality», Environmental Protection Agency des États-Unis (décembre 1975).

Sous-indices des particules

De nombreuses stations de surveillance au Canada mesurent le sous-indice de la visibilité en unités COH (*coefficient of haze unit*) au lieu de mesurer la concentration en temps réel des particules. Certaines administrations établissent leurs propres sous-indices relatifs à l'IQA à partir de cette mesure. On trouvera dans le tableau A.1 les points de rupture relatifs au sous-indice et, dans le tableau A.2, les critères de l'IQA concernant les concentrations aux points de rupture. L'application de cette méthode doit s'accompagner des précautions suivantes :

1. Le sous-indice de visibilité (en COH) et la concentration de particules inhalables (P₁₀) ne sont pas inclus dans les objectifs nationaux de qualité de l'air ambiant.
2. Il n'existe aucune relation générale (à l'échelle nationale) cohérente entre le COH et les PES, entre le COH et la visibilité, entre le COH et les particules inhalables (P₁₀) ou entre le COH et les particules respirables (P_{2,5}).
3. On dispose d'appareils de mesure en temps réel pour les PES, les P₁₀ et les P_{2,5} ainsi que pour la visibilité. Il existe un objectif national de qualité de l'air ambiant de 24 h pour les PES (figure A.4). Lorsqu'on dispose d'un appareil de mesure des particules en continu (sur 24 h), on peut s'en servir si les résultats de l'échantillonnage sont équivalents à ceux de la méthode à grand débit (Environnement Canada, 1973).
4. Le sous-indice de visibilité exprimé en unités COH ne se fonde pas sur les objectifs nationaux de qualité de l'air ambiant. Il s'agit du substitut classique à la mesure des fines particules en suspension, car la mesure en temps réel des fines particules n'est pas disponible. Ce sous-indice a pour but de refléter les changements perçus dans la visibilité à cause des fines particules (figure A.1).
5. On n'a pas encore établi des objectifs nationaux de qualité de l'air ambiant pour les particules inhalables. Étant donné que la méthode directe de mesure ne peut s'exprimer en données en temps réel, le COH de 24 h la remplace et représente une estimation des particules inhalables. La figure A.2 illustre la formule de conversion pour les moyennes nationales : $P_{10} = 60 [\text{COH}]^{0.5}$. Si le COH est de 0,5, alors, les P₁₀ sont de 50 µg/m³ et le sous-indice égale 25. Cette formule peut être affinée davantage pour faire ressortir les conditions particulières de chaque station de surveillance en vue d'améliorer la corrélation avec les mesures d'ensemble. Le sous-indice mentionné à la figure A.3 peut servir aux organismes qui possèdent ou prévoient d'acheter des appareils de mesure des particules inhalables, certifiés par l'*Environmental Protection Agency* des États-Unis.

Tableau A.1 Sous-indice de visibilité (en unités COH) aux points de rupture

	Visibilité 1 h	Particules inhalables 24 h	(P ₁₀)* 24 h	PES** 24 h	SRT*** 1 h (ppm)
Bonne (25)	1,7	0,25	30 µg/m ³	60 µg/m ³	0,005 ⁺
Acceptable (50)	4,0	0,84	55 µg/m ³	120 µg/m ³	0,010 ⁺⁺
Mauvaise (100)	6,0	2,5	95 µg/m ³	400 µg/m ³	0,100 ⁺⁺

* P₁₀ : Les points de rupture proposés sont fondés sur la conversion des objectifs des PES en équivalents de P₁₀.

** PES : Les points de rupture sont conformes aux ONQAA.

*** Ces points de rupture provisoires sont établis exclusivement en vue de l'élaboration d'un sous-indice de qualité de l'air, en attendant l'adoption d'un objectif de qualité de l'air ambiant. Cela n'empêche en rien les organismes d'employer leurs normes et objectifs existants.

+ Valeur d'interpolation établie pour le point de rupture.

++ Nouvel objectif recommandé.

Tableau A.2 Critères concernant les concentrations aux points de rupture

Paramètre	Particules en suspension		Anydride sulfureux		Monoxyde de carbone		Dioxyde d'azote	Ozone
Figure	1	2	3	4	5	6		
Appareil de mesure	PES	SO ₂	SO ₂	CO	CO	NO ₂		O ₃
Période d'établissement des moyennes	24 h	1 h	24 h	1 h	8 h	1 h		1 h
Unités	µg/m ³	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm		ppm
Points de rupture								
Bonne = 25	60*	0,17	0,06	13	5	0,11*		0,05
Acceptable = 50	120	0,34	0,11	31	13	0,21		0,08
Mauvaise = 100	400	2,0**	0,31	64**	17	0,53		0,15

* Valeur d'interpolation établie pour le point de rupture.

** Valeur d'extrapolation établie pour le point de rupture.

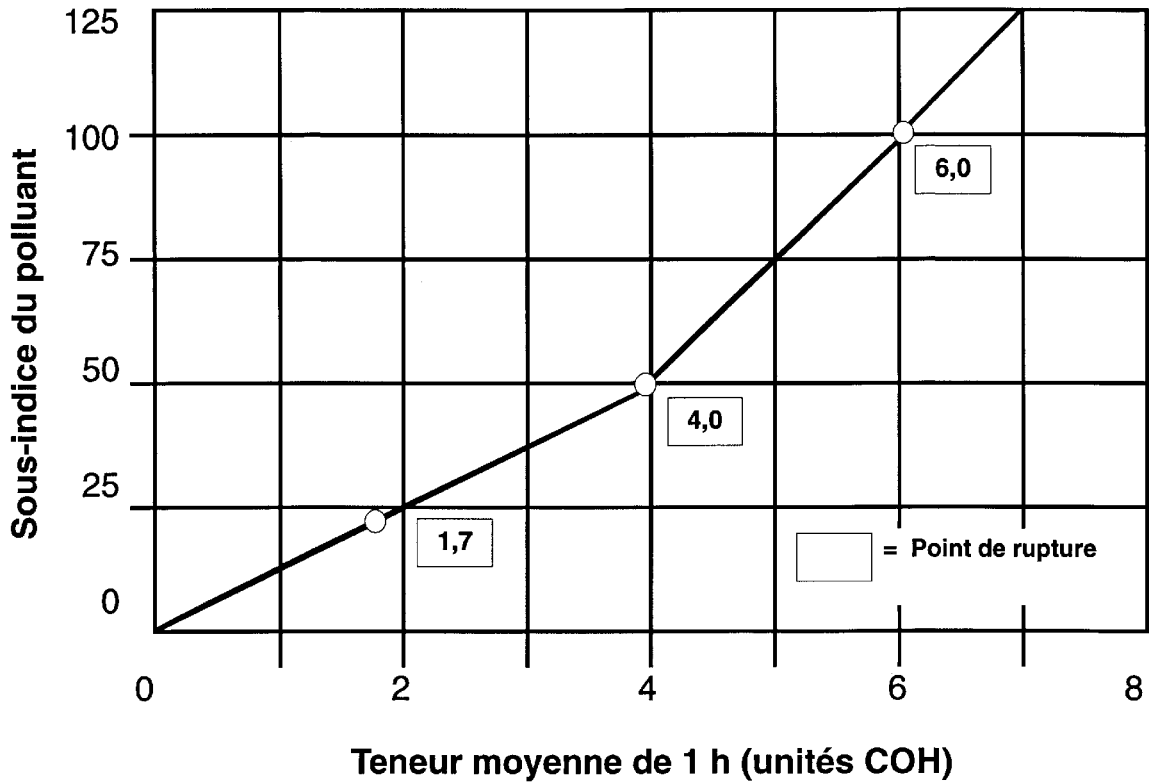


Figure A.1 Sous-indice IQUA - Visibilité

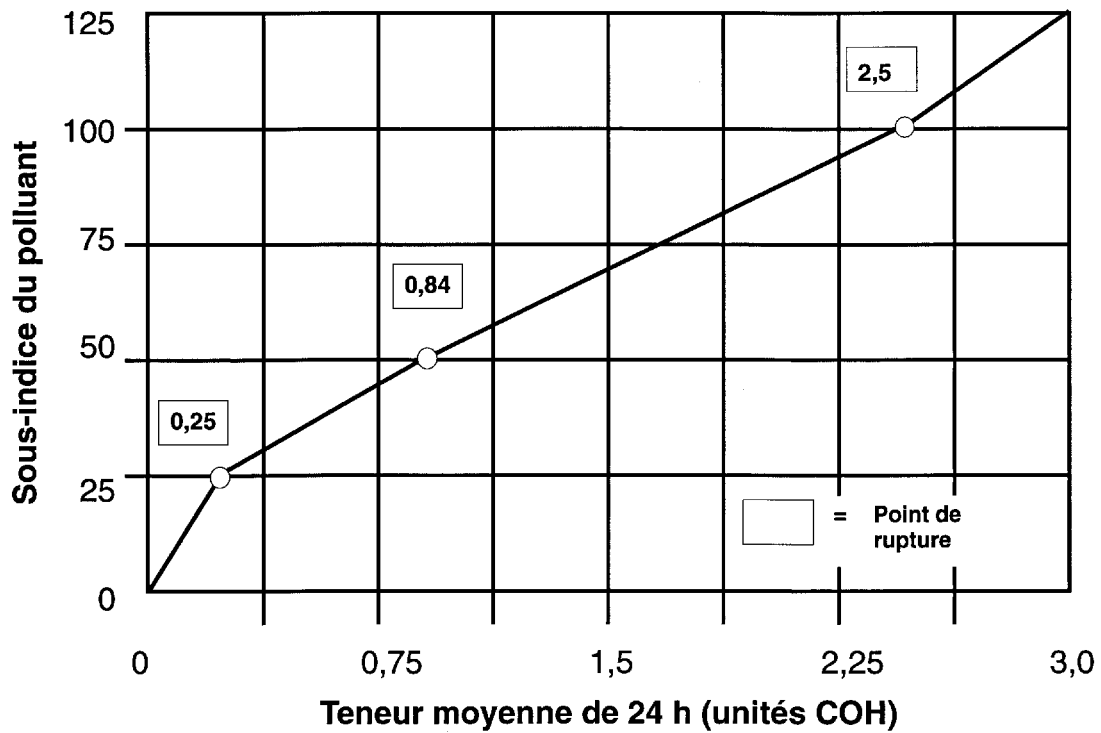


Figure A.2 Sous-indice IQUA - Teneur moyenne de 24 h en particules inhalables

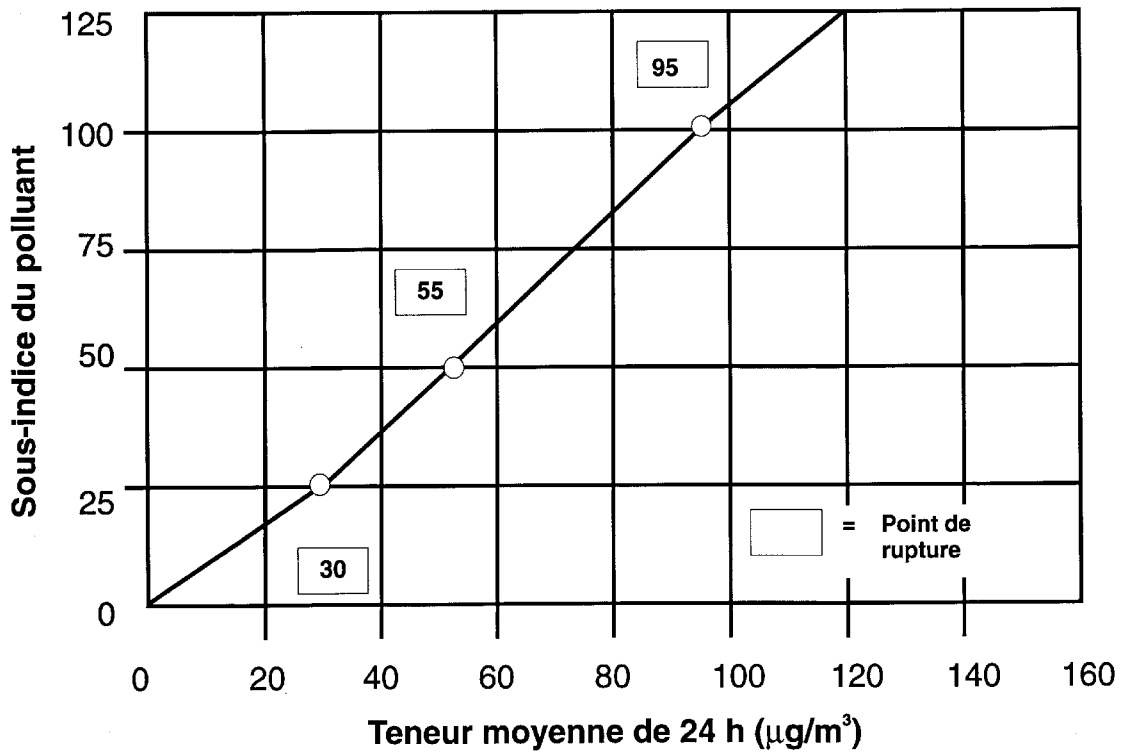


Figure A.3 Sous-indice IQUA - Particules inhalables (P_{10})

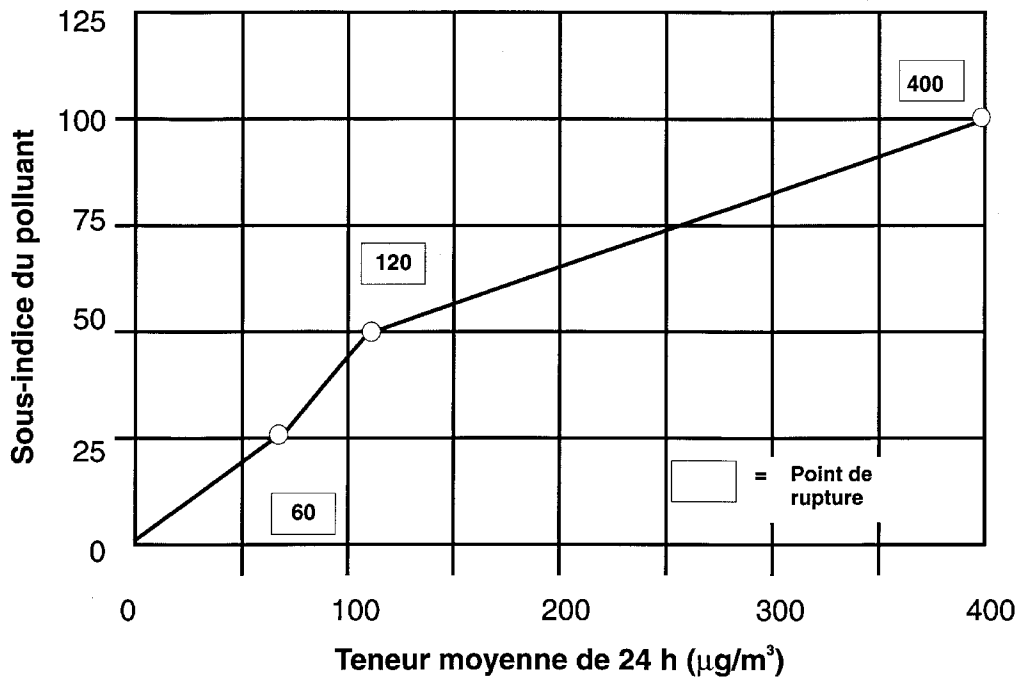


Figure A.4 Sous-indice IQUA - Teneur de 24 h en particules en suspension

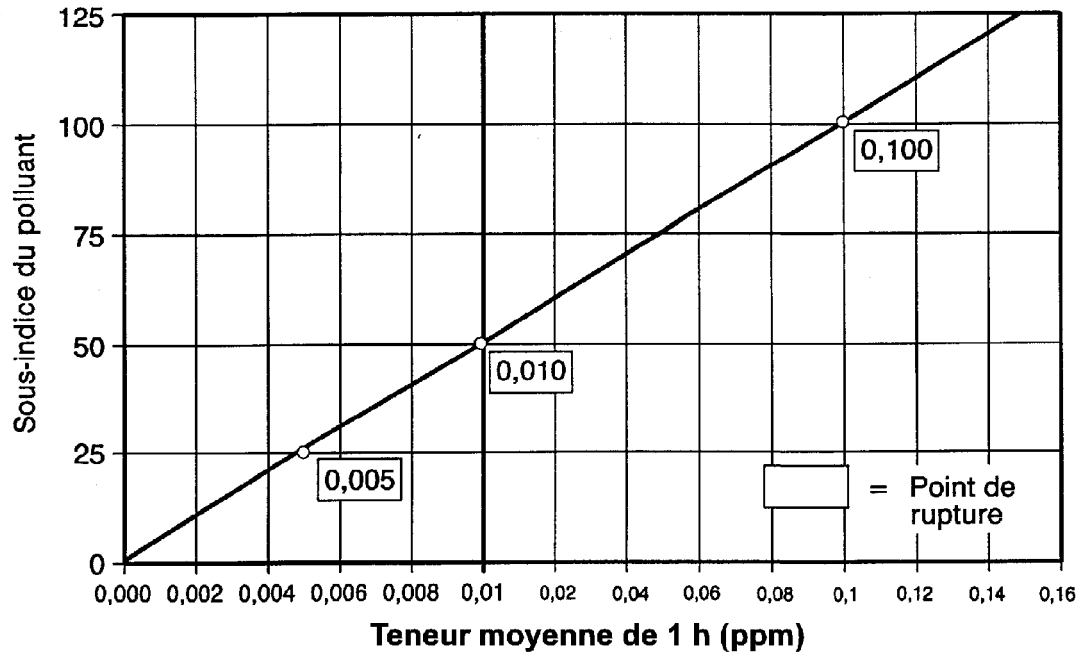


Figure A.5 Sous-indice IQUA - Teneur moyenne de 1 h en soufre réduit total