

# DOCUMENT TECHNIQUE

Commissariat général  
au développement  
durable

Service de  
l'observation et  
des statistiques

## ***Méthodologie de l'indice d'évolution de la qualité physico-chimique des cours d'eau***

*Juillet 2009*

Ressources, territoires, habitats et logement  
Énergie et climat Développement durable  
Prévention des risques Infrastructures, transports et mer

**Présent  
pour  
l'avenir**



Ministère de l'Écologie, de l'Énergie,  
du Développement durable et de la Mer  
en charge des Technologies vertes et des Négociations sur le climat

## SOMMAIRE

<b>TABLE DES ILLUSTRATIONS</b> .....	<b>3</b>
<b>PREAMBULE</b> .....	<b>4</b>
<b>1 ETUDE PRELIMINAIRE</b> .....	<b>4</b>
1.1 ORIGINE DES DONNEES.....	4
1.2 LES TYPES DE POLLUANTS .....	4
1.2.1 <i>Les matières organiques et oxydables</i> .....	4
1.2.2 <i>Les matières azotées hors nitrates</i> .....	5
1.2.3 <i>Les nitrates</i> .....	5
1.2.4 <i>Les matières phosphorées</i> .....	5
1.2.5 <i>Les particules en suspension</i> .....	5
1.2.6 <i>La couleur</i> .....	5
1.2.7 <i>La température</i> .....	5
1.2.8 <i>La minéralisation</i> .....	5
1.2.9 <i>L'acidification</i> .....	5
1.2.10 <i>Le phytoplancton</i> .....	5
1.2.11 <i>Les micro-organismes</i> .....	5
1.2.12 <i>Les métaux</i> .....	5
1.2.13 <i>Les micropolluants organiques et pesticides</i> .....	5
1.3 LES TYPES DE STATIONS DE MESURE .....	6
1.4 ETUDE STATISTIQUE DES STATIONS COURS D'EAU .....	6
1.4.1 <i>Statistiques de base : contexte</i> .....	6
1.4.2 <i>Critères de calcul</i> .....	6
1.5 LE CHOIX DE L'INDICATEUR DE TENDANCE CENTRALE .....	6
<b>2 DETERMINATION DES PARAMETRES A PRENDRE EN COMPTE</b> .....	<b>10</b>
<b>3 TRAITEMENT DES DONNEES BRUTES</b> .....	<b>10</b>
3.1 DONNEES SOURCES .....	10
3.2 VALEURS NON QUANTIFIEES .....	10
<b>4 DETERMINATION DES STATIONS A PRENDRE EN COMPTE</b> .....	<b>10</b>
<b>5 CALCUL DES INDICES</b> .....	<b>11</b>
5.1 INDICE LOCALISE .....	11
5.1.1 <i>Indice non pondéré</i> .....	11
5.1.2 <i>Indice pondéré</i> .....	11
5.1.3 <i>Choix de la base 100</i> .....	12
5.2 INDICE FRANCE .....	12
5.3 APPLICATION AUX MACROPOLLUANTS .....	12
5.3.1 <i>Test de la pondération temporelle</i> .....	12
5.3.2 <i>Détermination de la période d'étude</i> .....	13
5.3.3 <i>Influence de la pondération surfacique</i> .....	13
5.3.4 <i>Influence du choix de la base 100</i> .....	14
5.3.5 <i>Agrégation de l'indice à l'échelle nationale</i> .....	15
5.3.6 <i>Influence des données manquantes</i> .....	16
5.4 SYNTHESE .....	17
<b>6 ETUDE TYPOLOGIQUE</b> .....	<b>17</b>

## TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Etude de la pondération temporelle des concentrations moyennes annuelles (fréquence faible).....	8
Figure 2 : Etude de la pondération temporelle des concentrations moyennes annuelles (fréquence élevée).....	9
Figure 3 : Carte des bassins versants de type Réseau National des Données sur l'eau.....	11
Figure 4 : exemple de l'influence de la pondération temporelle sur l'indice nitrates de 2 bassins versants.....	12
Figure 5 : exemple de l'influence de la pondération surfacique sur l'indice nitrates France.....	14
Figure 6 : exemple de l'influence du choix de la base 100.....	15
Figure 7 : Influence du mode d'agrégation à l'échelle nationale.....	16

## PRÉAMBULE

L'état des eaux est évalué à ce jour à l'aide de l'indice SEQ (Système d'Evaluation de la Qualité des Eaux), décliné selon le milieu : pour la qualité de l'eau en SEQ-Eau (SEQ-eau cours d'eau, eaux souterraines, plans d'eau et eaux marines), pour celle du milieu physique en SEQ-Physique et pour les aspects biologiques en SEQ-Bio. Cet indice SEQ permet de qualifier l'état de l'eau par rapport à une altération et vis-à-vis d'un usage particulier et dans une optique de dépassement de seuil ponctuel. Cet outil d'évaluation est construit par rapport à un milieu « référence » qui s'apparente plutôt à une petite rivière de montagne et est exprimé en classes de qualité avec code couleur associé. Mis à jour sur une période définie, généralement une année, cet indice n'est non seulement pas adapté aux critères d'évaluation de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) mais ne permet pas non plus d'appréhender facilement une tendance, puisque basé sur des aptitudes à des usages particuliers. Un nouveau système d'évaluation conforme à la DCE est en cours de développement mais il ne permet pas, a priori, l'étude d'une tendance déconnectée des aspects réglementaires. L'objectif du SOeS au travers de cette étude a été de développer une méthodologie d'indice qui permette d'appréhender une tendance de l'état des eaux. L'indice porte sur la physico-chimie des cours d'eau, selon une approche par paramètre et s'appuie sur les travaux antérieurs menés au CGDD/SOeS sur l'air. Ce document a pour but de décrire les principes de la méthodologie appliquée.

## 1 ÉTUDE PRÉLIMINAIRE

### 1.1 Origine des données

Les données de la qualité physico-chimique des cours d'eau font intervenir plusieurs acteurs : les Agences de l'eau, le ministère de la santé et également des acteurs locaux comme les conseils généraux. Pour répondre à la demande de l'Agence Européenne de l'Environnement (AEE) ou pour constituer le bilan pesticides, ces données sont régulièrement collectées et archivées par le CGDD/SOeS.

En ce qui concerne les cours d'eau, les données des Agences de l'eau sont centralisées par l'OIEau (Office International de l'eau) au sein de la Banque Nationale de Données sur l'Eau (BNDE) dans l'attente d'un système d'information opérationnel. Cette base reprend les paramètres suivis au titre des réseaux nationaux et complémentaires de bassins, à savoir les macropolluants (nitrates...) et certains micropolluants comme les métaux et pesticides. Le CGDD/SOeS dispose des données de la BNDE depuis 1971.

### 1.2 Les types de polluants

La qualité physico-chimique des cours d'eau ne se résume pas au suivi d'un paramètre mais d'un ensemble, aux origines diverses, présenté ci-dessous.

#### 1.2.1 Les matières organiques et oxydables

En reprenant la classification du SEQ-Eau, cette désignation regroupe :

- l'oxygène dissous : indispensable pour la survie de la faune aquatique, il constitue un diagnostic utile de la qualité biologique du milieu ;
- la demande chimique (DCO) ou biochimique en oxygène (DBO), qui permet de mesurer les matières organiques contenues dans l'eau (la DBO ne représentant qu'une consommation potentielle) ;
- le carbone organique total, qui permet de mesurer plus finement que la DCO les composés organiques ;
- l'azote ammoniacal, indicateur de performance des stations d'épuration puisque les eaux naturelles doivent en contenir peu ;
- l'azote organique.

### **1.2.2 Les matières azotées hors nitrates**

Cette appellation regroupe les nitrites, forme intermédiaire de l'azote, l'ammonium et l'azote Kjeldhal. En conditions normales, la teneur en nitrites est faible. Les nitrites peuvent provoquer une intoxication par asphyxie.

### **1.2.3 Les nitrates**

Les nitrates proviennent principalement de l'utilisation d'engrais. Associés aux phosphates, ils peuvent provoquer des épisodes de croissance exagérée de la flore, ce qui peut se traduire par la suite par une diminution de l'oxygène disponible. Les nitrates jouent un rôle important dans le cycle de l'azote et constituent un indicateur de pollution.

### **1.2.4 Les matières phosphorées**

Les dérivés du phosphore ont une grande influence sur la fertilité des eaux. On distingue les phosphates inorganiques (type orthophosphates assimilables par les plantes, polyphosphates) et organiques. Les phosphates interviennent dans le processus d'eutrophisation.

### **1.2.5 Les particules en suspension**

Le paramètre s'apprécie avec la mesure des matières en suspension et la turbidité.

### **1.2.6 La couleur**

Le degré de couleur dépend de la concentration en matières colorantes, du pH et de la turbidité.

### **1.2.7 La température**

Une eau trop froide ou trop chaude perturbe le bon équilibre de l'écosystème aquatique.

### **1.2.8 La minéralisation**

S'apprécie avec la conductivité, la salinité, les anions majeurs et mineurs type chlorures, sulfates, les cations type dureté et l'alcalinité.

### **1.2.9 L'acidification**

Le pH est un élément important à mesurer permettant d'apprécier l'acidité du milieu.

### **1.2.10 Le phytoplancton**

Constitué d'algues microscopiques en suspension, il est mesuré par la teneur en chlorophylle. Leur prolifération est nuisible.

### **1.2.11 Les micro-organismes**

Ils permettent d'évaluer la qualité bactériologique et leur suivi est particulièrement important dans le cadre de la production d'eau potable.

### **1.2.12 Les métaux**

La plupart des métaux, dès lors qu'ils se trouvent en forte concentration dans l'eau, sont toxiques.

### **1.2.13 Les micropolluants organiques et pesticides**

Cela regroupe les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), cancérigènes, les PCB, les résidus de solvants, les pesticides.

### 1.3 Les types de stations de mesure

Les sites de mesures de la qualité de l'eau sont différenciés selon le milieu qu'ils suivent, stations de surveillance pour les cours d'eau et plans d'eau, points d'eau pour les eaux souterraines. Il n'y a pas de typologie établie au sein de ces stations, au contraire de l'air, où les stations sont classées selon le type d'implantation et les pressions qui peuvent influencer les mesures (stations urbaines, rurales...). Historiquement, les stations de surface étaient réparties en réseau national de bassin (RNB), réseau complémentaire (RCB) ou étude ou encore pour le suivi spécifique des pesticides selon le producteur (conseils généraux, groupes phytosanitaires...). Les stations de surveillance des cours d'eau peuvent éventuellement être caractérisées selon l'occupation du sol dans leur bassin versant.

Depuis 2007, suite à la mise en œuvre du programme de surveillance, les stations sont organisées selon différents réseaux : réseau de contrôle de surveillance, réseau de contrôle opérationnel, réseau d'enquête... Seul le réseau de contrôle de surveillance, constitué dans le but de donner une image cohérente de l'état des eaux en France, est destiné à être pérenne.

### 1.4 Étude statistique des stations cours d'eau

#### 1.4.1 Statistiques de base : contexte

Les paramètres de la physico-chimie classique de type nutriments sont mesurés de manière assez régulière et avec un bon historique. Ce n'est pas forcément le cas pour les micro-organismes, les métaux et les pesticides. Par contre, au contraire de la surveillance de la qualité de l'air par exemple, se pose le problème de mesures irrégulières dans l'année : la fréquence n'est pas la même d'une station à une autre et d'un paramètre à un autre.

#### 1.4.2 Critères de calcul

Pour assurer une certaine représentativité des stations sélectionnées, la méthodologie reprend certains critères antérieurs :

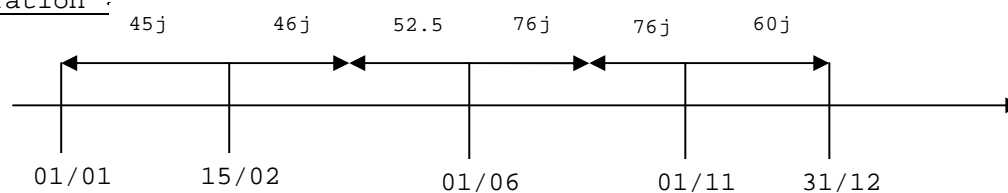
- du bilan pesticides : disposer de 4 analyses minimum dans l'année ;
- du SEQ : 1 analyse minimum par trimestre.

### 1.5 Le choix de l'indicateur de tendance centrale

L'idée est de travailler sur des moyennes annuelles de concentrations. Pour ce faire, plusieurs méthodes peuvent être envisagées pour la calculer :

- moyenne arithmétique simple ;
- moyenne pondérée par le temps : pour compenser l'irrégularité des analyses. Dans ce cas, chaque analyse est pondérée par la somme de la moitié des jours la séparant de la précédente et de la suivante. Pour la première et la dernière analyse de l'année, les bornes sont placées au 1<sup>er</sup> janvier et 31 décembre.

Illustration :



Cette méthode est par ailleurs préconisée dans des études de méthode publiées par l'AEE.

Exemples :

- série d'analyses de nitrates (station 01008000) au comportement saisonnier :

DATE	CONCENTRATION (mg/l)		
09/01/2006	17		
06/02/2006	17		
02/03/2006	21		
03/04/2006	15	<b>Moyenne arithmétique</b>	<b>14.2</b>
28/06/2006	12,2	<b>Moyenne pondérée temps</b>	<b>13.5</b>
19/07/2006	8,6		
30/08/2006	9,4		
02/10/2006	11,8		
21/11/2006	10,7		
07/12/2006	18,8		

Si on ne disposait que des données hivernales (les plus élevées) :

DATE	CONCENTRATION (mg/l)		
09/01/2006	17		
06/02/2006	17		
02/03/2006	21	<b>Moyenne arithmétique</b>	<b>16.6</b>
03/04/2006	15	<b>Moyenne pondérée temps</b>	<b>14.4</b>
21/11/2006	10,7		
07/12/2006	18,8		

La pondération par le temps permet a priori de limiter l'impact des fortes concentrations.

Plusieurs séries de données de nitrates répondant aux critères de sélection (4 analyses dans l'année, 1 par trimestre) ont été testées, afin d'étudier l'influence de cette méthode de calcul.

À noter que les données de nitrates présentent toutes un comportement saisonnier (plus fortes concentrations en période hivernale).

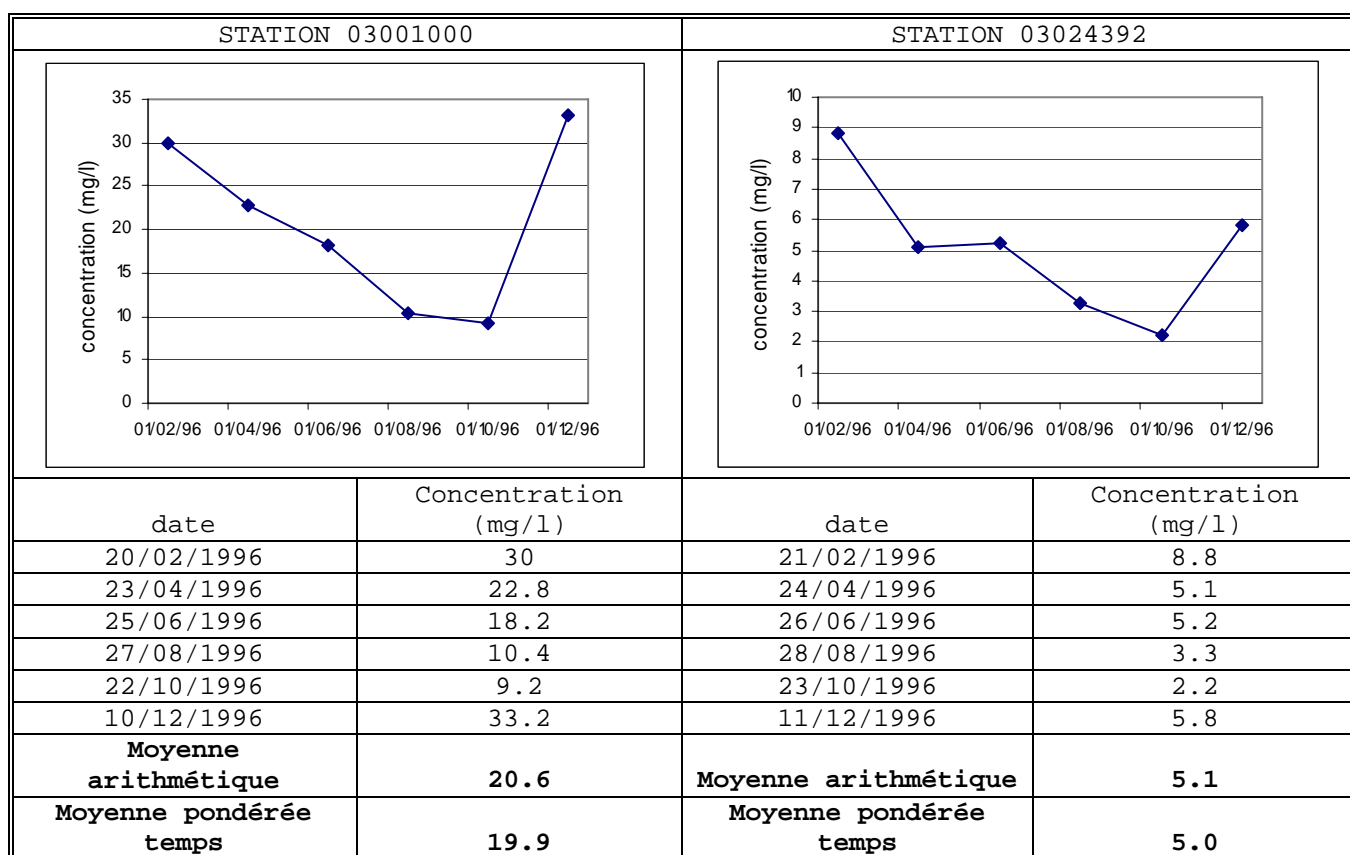


Figure 1 : ÉTUDE de la pondération temporelle des concentrations moyennes annuelles (fréquence faible)



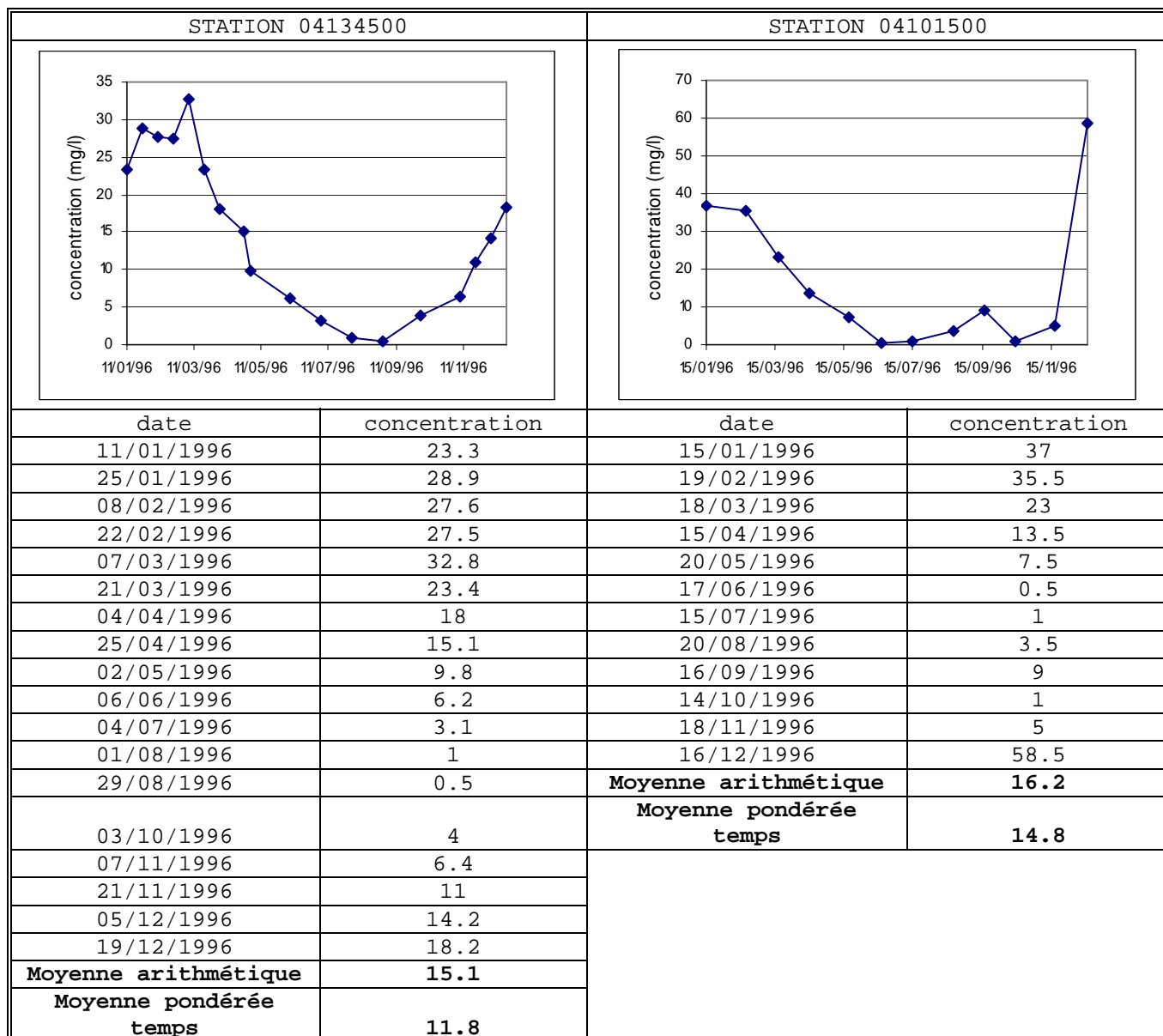


Figure 2 : ÉTUDE de la pondération temporelle des concentrations moyennes annuelles (fréquence élevée)

Pour les séries régulières comme pour les stations 03001000, 03024392 et 04101500, la pondération par le temps a d'autant plus d'influence que les analyses sont nombreuses et l'amplitude des concentrations importante. La pondération dans ce cas minimise le poids des pics de concentration. La station 04134500 présente un suivi plus irrégulier dans l'année et surtout sur une fréquence d'analyses plus importante en période hivernale : la pondération par conséquent induit une moyenne plus faible (différence de 3.3 mg/l soit environ -20%) car l'impact de ces analyses répétées est réduit.

La pondération par le temps minimise dans les séries de données, des analyses qui sont répétées sur une courte période dans un autre objectif, principalement de dépassement de seuil.

## 2 DÉTERMINATION DES PARAMÈTRES A PRENDRE EN COMPTE

La mise en œuvre de la directive cadre sur l'eau a fixé par le biais des programmes de surveillance les paramètres à suivre, ainsi que les périodicités et fréquences associées. Il en résulte que si les macropolluants sont suivis annuellement sur toutes les stations du réseau de contrôle de surveillance, les micropolluants ont eux des périodicités plus lâches et ne sont pas tous suivis sur l'ensemble des stations, selon les priorités établies.

Par ailleurs, les performances analytiques liées aux micropolluants, en particulier les pesticides, sont irrégulières et peuvent ne pas être satisfaisantes dans le cadre de la construction d'un indice : le taux de quantification est par exemple souvent assez faible, ce qui rend le calcul d'une moyenne annuelle délicat.

De ce fait, l'étude a été restreinte aux macropolluants, qui présentent un suivi plus ancien et plus stable.

Les paramètres suivants, assez classiques, peuvent être étudiés : température, oxygène dissous et saturation, pH, conductivité, DBO5, DCO, azote Kjeldhal,  $\text{NH}_4^+$  (azote ammoniacal),  $\text{NO}_3^-$  (nitrates),  $\text{NO}_2^-$  (nitrites),  $\text{PO}_4^{3-}$  (orthophosphates), phosphore total, COT, MES, turbidité, chlorophylle a.

## 3 TRAITEMENT DES DONNÉES BRUTES

### 3.1 Données sources

Les données sources provenant de la Banque Nationale des Données sur l'eau (BNDE) ont été utilisées.

La fréquence des analyses peut être assez variable, que ce soit d'une station à une autre ou d'une année sur l'autre. Les critères du SEQ ont été reconduits : seules les stations présentant au minimum 1 analyse par trimestre sont retenues.

### 3.2 Valeurs non quantifiées

La concentration réelle du polluant peut s'avérer inférieure au minimum quantifié par le laboratoire. Ce phénomène, relativement courant pour les micropolluants, l'est beaucoup moins pour les macropolluants. Ainsi, entre 1997 et 2001, seules 2% des analyses étaient non quantifiées pour les nitrates, 12% pour les orthophosphates.

Pour traiter ces analyses, plusieurs pistes peuvent être envisagées :

- faire des estimations basses, en affectant 0 à ces analyses et hautes, en affectant comme valeur la limite associée (option préconisée par Ospar<sup>1</sup>) ;
- considérer que la concentration est nulle ;
- affecter à ces analyses la moitié de la limite associée (option de l'Agence européenne pour l'environnement et de la Directive Cadre sur l'Eau).

Du fait de son usage au niveau européen, cette dernière option de calcul a été appliquée.

## 4 DÉTERMINATION DES STATIONS A PRENDRE EN COMPTE

La détermination des stations à prendre en compte est un facteur important dans le calcul d'un indice. Idéalement, on souhaite un panier à la fois constant mais toujours représentatif de la réalité. Dans le cas présent, le champ des stations est en constante évolution : en forte progression jusque

<sup>1</sup> Convention marine pour la protection de l'Atlantique Nord-Est, comprenant un volet d'estimation des flux polluants.

dans les années 2000, puis variable d'une année sur l'autre. La stabilisation est attendue à partir de 2007 avec la mise en place du réseau de contrôle de surveillance dans le cadre de la DCE.

Il a été décidé d'utiliser comme pour l'indice air une méthode avec panier semi-évolutif. Elle consiste à utiliser pour le calcul de l'indice de l'année n, les stations ayant fonctionné cette même année et la précédente (méthode biannuelle).

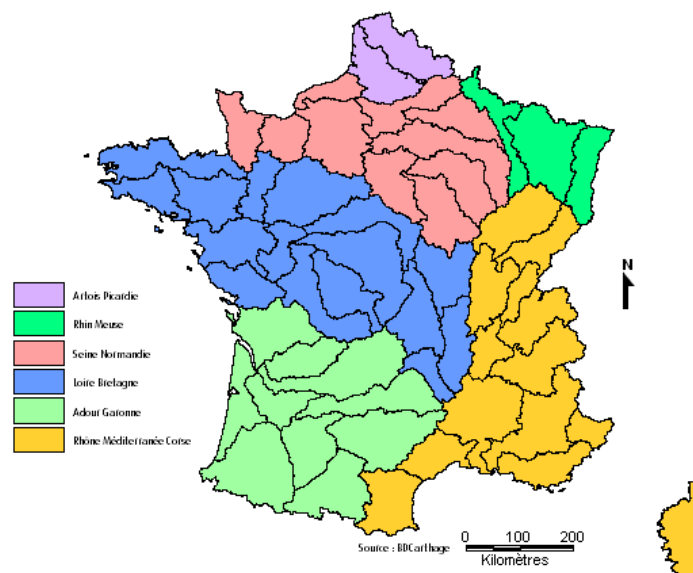
Cette méthode présente l'avantage de tenir compte de l'évolution du réseau tout en mesurant l'évolution entre deux années sur les mêmes stations.

## 5 CALCUL DES INDICES

La méthodologie s'appuie dans tous les cas sur des moyennes annuelles de concentration, les analyses non quantifiées étant remplacées par la moitié de la limite de quantification associée. Celle-ci a été envisagée en moyenne annuelle simple et en moyenne pondérée par le temps.

### 5.1 Indice localisé

Il s'agit dans un premier temps de définir l'entité géographique minimale où l'indice est calculé. Dans un premier temps, les indices sont calculés par bassin versant tel que défini par la BDCarthage®, soit 55 bassins versants appelés bassins versants de type réseau national de données sur l'eau (RNDE).



*Figure 3 : Carte des bassins versants de type Réseau National des Données sur l'eau*

#### 5.1.1 Indice non pondéré

La moyenne des concentrations du polluant choisi est calculée par bassin par moyenne arithmétique simple des stations le composant. Un indice est ensuite calculé en faisant le rapport avec la concentration moyenne annuelle calculée de la même manière l'année précédente.

#### 5.1.2 Indice pondéré

La moyenne des concentrations du polluant choisi est calculée par bassin par moyenne pondérée par le temps des concentrations mesurées par les différentes stations le composant. Un indice est ensuite calculé en faisant le rapport avec la concentration moyenne annuelle calculée de la même manière l'année précédente.

### 5.1.3 Choix de la base 100

Dans tous les cas, le calcul de l'indice nécessite de choisir une valeur servant de base 100.

Deux possibilités sont offertes en ce qui concerne le choix de la base 100 :

- propre à chaque bassin versant, comme égale à une concentration représentative de ce bassin ;
- commune à tous, fixée sur une valeur seuil à définir.

## 5.2 Indice France

L'indice France peut ensuite être calculé selon différentes approches :

- par moyenne simple des indices élémentaires par bassin versant ;
- par moyenne pondérée par les surfaces de chaque bassin versant des indices élémentaires ;
- en repartant des concentrations moyennes des bassins et en appliquant le calcul de l'indice élémentaire à l'échelle France, en pondérant ou non par les surfaces des bassins versant.

## 5.3 Application aux macropolluants

L'indice a été calculé par paramètre listé au §2, sur la période 1976 à 2006, en testant l'influence de la pondération par le temps lors du calcul des concentrations moyennes annuelles.

### 5.3.1 Test de la pondération temporelle

Sur les indices nitrates, la pondération par le temps induit une amplitude moyenne moins importante sur la période 1976-2006 : 112 contre 115 points d'indice. Cette pondération par le temps n'influe cependant pas sur la tendance générale.

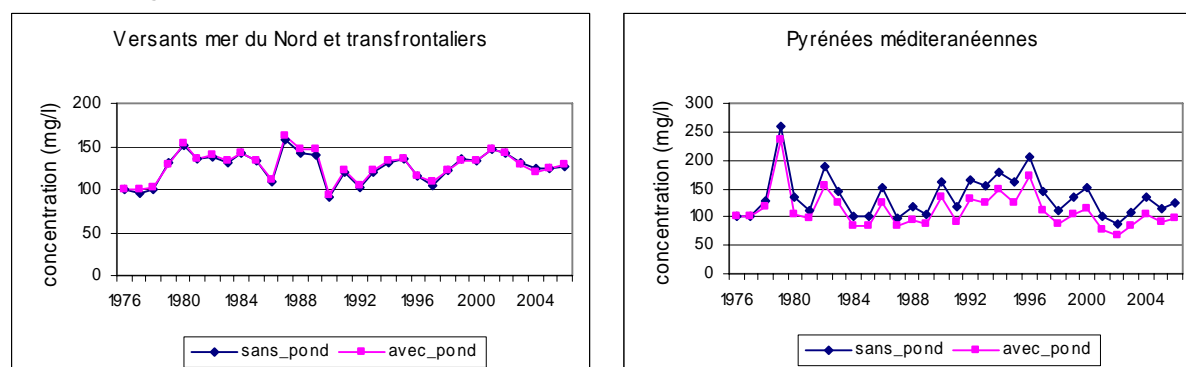


Figure 4 : exemple de l'influence de la pondération temporelle sur l'indice nitrates de 2 bassins versants

NB : Dans cet exemple, a été appliquée la méthode d'une base 100 propre à chaque bassin versant (ici la concentration moyenne annuelle de 1976).

Dans les deux cas, la pondération par le temps n'influe pas sur les évolutions interannuelles de l'indice (cas de tous les indices élémentaires par bassin versant).

Pour le bassin où l'influence se fait le plus sentir, la pondération par le temps limite légèrement l'amplitude de l'indice (166 contre 172 points d'indice), ce qui améliore sa lisibilité.

### Conclusion :

La pondération par le temps permet donc :

- de limiter l'impact d'analyses répétées sur des périodes sensibles en vue de détecter des dépassements de seuils et donc d'avoir une moyenne annuelle, certes lissée mais plus représentative ;
- de diminuer l'amplitude des indices, ce qui améliore sa lisibilité ;
- de respecter l'évolution générale de l'indice.

Elle sera préférée par la suite.

#### **5.3.2 Détermination de la période d'étude**

Les indices élémentaires ont été calculés sur toutes les données disponibles.

D'un bassin à un autre, la disponibilité des stations est très variable. Ainsi, les bassins d'Adour Garonne bénéficient d'un réseau très stable qui permettrait de considérer l'ensemble de la période 1976-2006 quand le nombre de stations rentrant dans l'échantillon ne cesse d'augmenter sur Loire Bretagne. Cette instabilité nuit à la robustesse de l'indice.

Exemple de disponibilité des données nitrates selon les critères de l'indice :

BASSIN	Données exploitables dès
Artois-Picardie	1986
Rhin-Meuse	1992
Seine-Normandie	1992
Loire-Bretagne	1998
Adour-Garonne	1976
Rhône Méditerranée Corse	1998

### Conclusion :

Par conséquent, la période d'étude a été réduite afin d'harmoniser au mieux le réseau des stations à l'échelle nationale soit 1998-2007, 1998 étant l'année à partir de laquelle plus de 90% du territoire est couvert.

#### **5.3.3 Influence de la pondération surfacique**

La pondération surfacique est un moyen de prendre en compte la taille des bassins versants dans les calculs et également d'associer à celui-ci une représentativité en fonction des bassins éventuellement manquants. Pour en étudier l'impact sur les évolutions interannuelles, les indices élémentaires ont été agrégés, en moyenne simple et en moyenne pondérée.

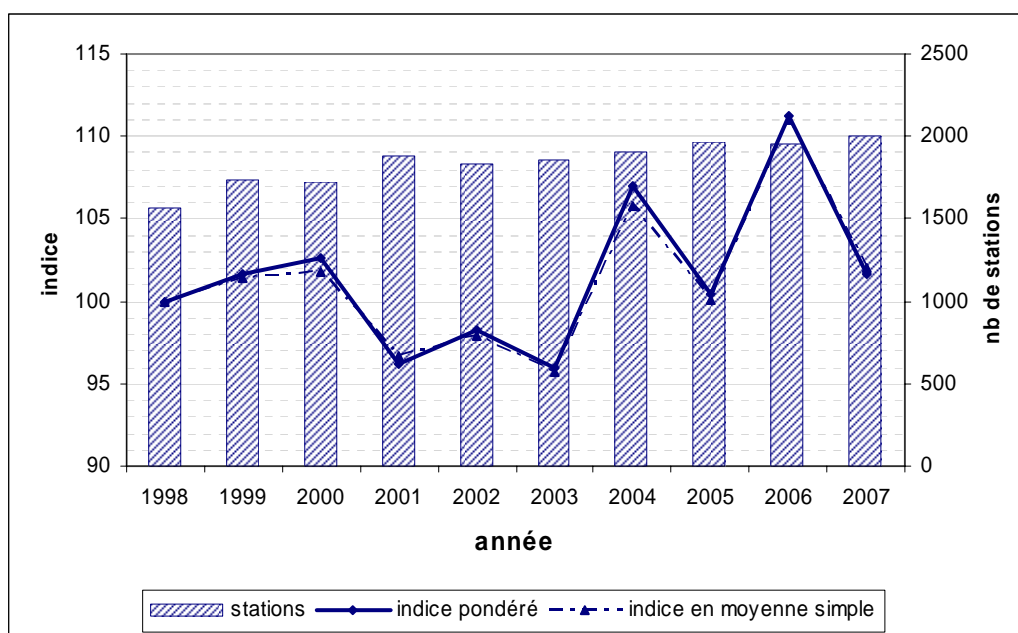


Figure 5 : exemple de l'influence de la pondération surfacique sur l'indice nitrites France

NB : Dans cet exemple, a été appliquée la méthode d'une base 100 propre à chaque bassin versant pour le calcul des indices élémentaires (ici la concentration moyenne annuelle de 1976) et les concentrations moyennes annuelles ont été calculées sous pondération temporelle.

#### Conclusion :

La pondération surfacique (indice trait plein) ne modifie pas les évolutions interannuelles telles que dessinées par un indice en moyenne arithmétique (en pointillés). Cette pondération permet par contre de prendre en compte les tailles des bassins versant et d'intégrer dans le calcul une modulation selon les bassins effectivement présents en y associant par exemple un pourcentage de représentativité. Les calculs feront donc intervenir une pondération par la surface respective de chacun des bassins versant.

#### **5.3.4 Influence du choix de la base 100**

Le choix de la base 100 influe sur les évolutions de chaque bassin versant car en modifie l'ordre de grandeur et les plages de variation de l'indice. Ainsi, une base 100 commune à tous peut masquer les évolutions sur les bassins à faible ou au contraire à forte concentration selon le choix de la base 100.

#### Exemple :

Base 100 commune à tous prise comme la moyenne des concentrations de 1998 soit 15,5 mg/l.

Évolution de l'indice au sein du bassin Allier amont sur les nitrates, peu impactés par ce type de pollution (concentration moyenne de référence en 1998 : 3,2 mg/l).

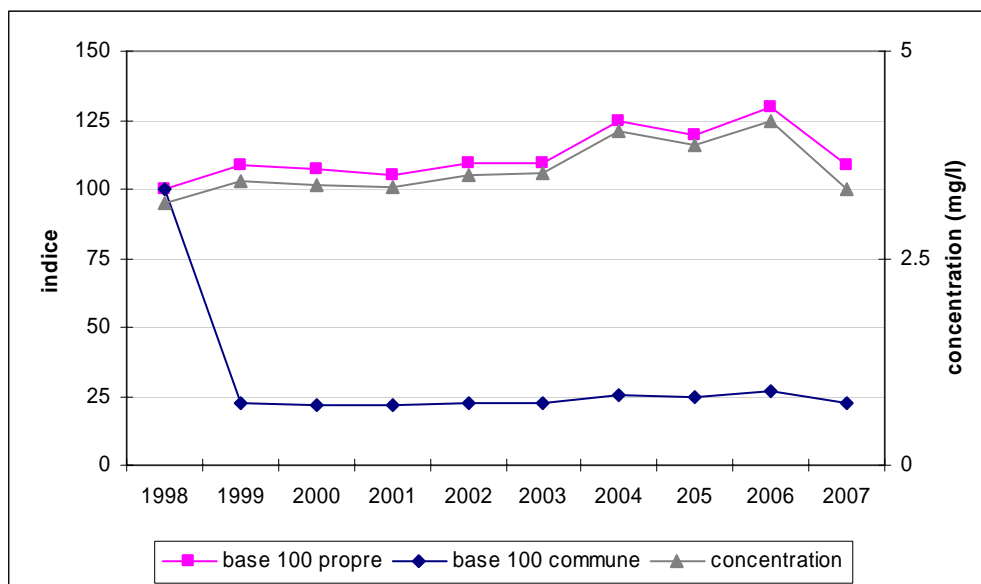


Figure 6 : exemple de l'influence du choix de la base 100

Entre 2003 et 2004, l'indice augmente d'environ 13%. Avec une base 100 propre au bassin, cela se traduit par un indice passant de 110 à 125 alors qu'avec une base 100 commune à tous, l'indice n'augmente que de 3 points (de 22 à 25).

Le choix d'une base 100 commune à tous ne permet pas à l'échelle d'un bassin versant de rendre compte finement de l'évolution de celui-ci. Par contre, il a l'intérêt de prendre en compte l'hétérogénéité de 'contamination' des bassins.

#### Conclusion :

Le choix d'une base 100 commune à tous, qui constitue un compromis pour obtenir un indice significatif en évolution et valeur, risque cependant de minimiser au sein de l'indice national les hausses éventuelles dans les bassins présentant de faibles concentrations de départ (et par conséquent de faibles indices). Cette méthode conduit à ne pas donner le même poids à chaque bassin, ce qui rend l'indice moins représentatif.

Il est donc préférable de rester sur une base 100 propre à chaque bassin, tout au moins à l'échelle de présentation des résultats au bassin. Dans ce cas l'indice France devra être complété d'une vue détaillée des bassins indiquant les niveaux de concentration de référence.

#### **5.3.5 Agrégation de l'indice à l'échelle nationale**

Les indices élémentaires sont donc calculés pour chaque bassin à partir des concentrations moyennes annuelles pondérées par le temps et à l'aide d'une base 100 propre à chacun, la concentration en 1998.

L'agrégation nationale peut être menée de 2 façons différentes :

- à partir des indices élémentaires, mais dans ce cas un poids identique est donné à chaque bassin ;
- en calculant une concentration moyenne annuelle à l'échelle nationale et en appliquant les calculs de l'indice élémentaire sur ces valeurs, ce qui permet de prendre en compte l'hétérogénéité des bassins mais peut masquer certaines évolutions par compensation entre les concentrations.

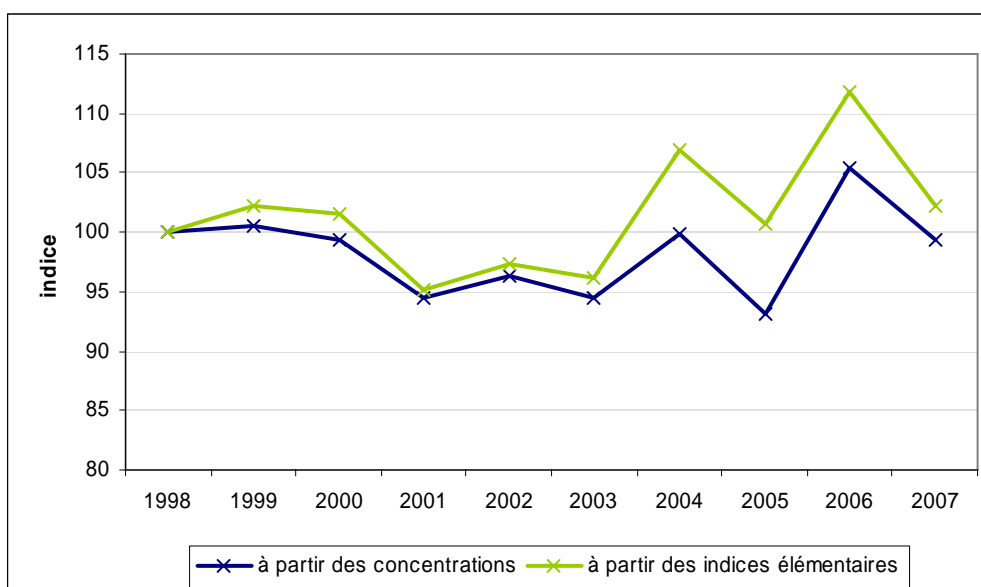


Figure 7 : Influence du mode d'agrégation à l'échelle nationale

Le mode d'agrégation ne modifie pas les évolutions interannuelles mais celle menée à partir des concentrations réduit l'étendue de l'indice, 12 contre 16 points.

#### Conclusion :

Le fait d'agréger les indices élémentaires peut induire un biais puisque les différentes bases 100 ne sont pas comparables entre elles : pour les nitrates, la base 100 du bassin de l'Isère est de 3 mg/l, celle de la Bretagne Nord, de 43 mg/l.

L'agrégation à partir des concentrations sera préférée car prend en compte les ordres de grandeur assez différents des concentrations, même si les évolutions des bassins à faible concentration peuvent être masquées. L'agrégation nationale est donc complémentaire d'une vue par bassin.

#### **5.3.6 Influence des données manquantes**

En raison des critères de sélection des stations, bien que la période d'étude ne démarre qu'en 1998, le calcul de l'indice n'est pas possible ponctuellement pour certains bassins. Par exemple, en Rhône-Méditerranée-Corse, les stations utilisées dans l'échantillon ont vu en 2003 leurs analyses limitées au 1<sup>er</sup> semestre, ce qui est incompatible avec le calcul des moyennes annuelles.

Afin de garantir une certaine robustesse à l'indice, les agrégations ne seront menées qu'à partir de séries complètes de données sur la période. À l'échelle nationale, sur la période 1998-2007, 93% du territoire est malgré tout couvert.

Il est par ailleurs délicat d'extrapoler les années manquantes en raison de l'influence des conditions climatiques.



## 5.4 Synthèse

L'indice d'évolution est donc calculé par paramètre, au niveau le plus fin pour chaque bassin versant de type RNDE, à l'aide des concentrations moyennes annuelles et en prenant une base 100 propre à chacun. Les stations sélectionnées doivent présenter au minimum 1 analyse par trimestre et être présentes au moins 2 années de suite.

L'agrégation nationale est menée sur les bassins présents tout au long de la période mais de nouveau à partir des concentrations et non à partir des indices élémentaires.

## 6 ÉTUDE TYPOLOGIQUE

Les évolutions des bassins élémentaires sont également étudiées au regard de l'occupation du sol. Pour cela, l'occupation du sol dans chaque bassin versant de type RNDE est reconstituée à l'aide des données de la base CORINE Land Cover 2006. Pour simplifier, les postes de plus haut niveau de la nomenclature sont utilisés, à savoir :

- territoires artificialisés : poste 1
- territoires agricoles : poste 2
- forêts et milieux semi-naturels : poste 3
- zones humides : poste 4
- surfaces en eau : poste 5

Les bassins sont ensuite regroupés selon la proportion en ces différents postes afin de constituer des classes comme les bassins agricoles ou urbains etc.

Un indice agrégé est ensuite calculé selon la typologie choisie et comparé à l'échelle nationale ou à d'autres typologies.

Les classifications suivantes ont été considérées :

- bassins agricoles : plus de 75 % de leur surface en poste 2 ;
- bassins urbains : plus de 7 % en poste 1 ;
- bassins forestiers : plus de 50 % en poste 3.

Pour les nitrates, les bassins mixtes, avec 40 à 65% de leur surface en poste 2 et les bassins peu agricoles, avec moins de 40% ont également été étudiés.