

PARAMETRES D'ANALYSES

Analyses physico-chimiques

Les paramètres analysés lors des six campagnes annuelles de prélèvement sont :

◆ Des indicateurs globaux de qualité : la température, l'oxygène dissous et le pourcentage de saturation en oxygène, le pH, la conductivité, les matières en suspension (MES) et le carbone organique total (COT),

◆ Des polluants spécifiques : l'ion ammonium, les nitrates et les phosphates.

Des paramètres supplémentaires ont été recherchés lors de certaines campagnes : l'azote kjeldahl, la Demande Biochimique en Oxygène sur 5 jours (DBO5), la Demande Chimique en Oxygène (DCO) et les nitrites.

La température

Une température élevée réduit la solubilité des gaz dans l'eau et en particulier les teneurs en oxygène. Si la température de l'eau varie de 13 °C à 20 °C, la concentration en oxygène chute de 13 %. Or, le rôle de l'oxygène est fondamental pour les organismes vivants et pour l'oxydation des déchets. Les températures basses affectent l'auto-épuration des rivières car les réactions d'oxydation sont ralenties. Au contraire, une température plus élevée accélère ces réactions, mais entraîne par voie de conséquence une plus forte consommation d'oxygène dissous.

Le pH

Le pH représente le degré d'acidité ou d'alcalinité du milieu aquatique. Un pH compris entre 6 et 9 permet un développement à peu près correct de la faune et de la flore. Les organismes vivants sont très sensibles aux variations brutales même limitées du pH. L'influence du pH se fait également ressentir par le rôle qu'il exerce sur les équilibres ioniques des autres éléments en augmentant ou diminuant leur toxicité.

La conductivité électrique

Il existe une relation entre la teneur en sels dissous d'une eau et la résistance qu'elle oppose au passage d'un courant électrique. Cette résistance peut être exprimée par la conductivité électrique qui constitue une bonne appréciation des concentrations globales des matières en solution dans l'eau.

L'oxygène dissous (O₂)

L'oxygène représente environ 35 % des gaz dissous dans l'eau. Les teneurs en oxygène sont déterminées principalement par :

- la respiration des organismes aquatiques,
- l'oxydation et la dégradation des polluants,
- l'activité photosynthétique de la flore,
- les échanges avec l'atmosphère.

Ces derniers sont fonction de la température de l'eau et de l'air, de la pression atmosphérique et de la salinité de l'eau. Les résultats sont exprimés soit en teneur en oxygène dissous (mg/l), soit en pourcentage de saturation. Ce dernier exprime le rapport entre la teneur effectivement présente dans l'eau et la teneur théorique correspondant à la solubilité maximum pour une température donnée.

Le stock d'oxygène dans l'eau est très limité et par conséquent très fragile. La rivière peut être comparée à un milieu confiné ; si les êtres vivants sont trop nombreux (par exemple des proliférations végétales liées à l'eutrophisation) ou si les polluants biodégradables trop concentrés comme c'est souvent le cas dans l'Orge, le stock d'oxygène peut être rapidement consommé par la respiration et les oxydations, et entraîner de nombreuses mortalités parmi les organismes vivants.

Les matières en suspension (MES)

Les MES sont constituées de toutes les particules organiques ou minérales véhiculées par les eaux. Elles peuvent être composées de particules de sable, de terre et de sédiment arrachées par l'érosion, de divers débris apportés par les eaux usées ou les eaux pluviales très riches en MES, d'êtres vivants planctoniques (notamment les algues), ...

PARAMETRES D'ANALYSES

Le carbone organique total (COT)

La mesure du carbone organique total permet de donner une indication directe de la charge organique d'une eau. Les composés organiques sont d'une part les protéines, les lipides, les glucides et les substances humiques et d'autre part, les substances organiques carbonées élaborées ou utilisées par l'industrie chimique, pharmaceutique, pétrolière...

La Demande Biochimique en Oxygène - 5 jours (D.B.O.5)

L'effet principal d'un apport de matières organiques dégradables dans le milieu naturel est la consommation d'oxygène qui en résulte.

En effet, la présence de microorganismes dans les eaux permet la dégradation en éléments plus simples, de certaines substances plus complexes d'origine naturelle (végétaux ou animaux morts) ou artificielles (eaux usées). Or, cette activité de dégradation ou auto-épuration, est consommatrice d'oxygène. Il a alors semblé naturel d'évaluer cette pollution organique en quantité d'oxygène demandée.

La D.B.O.5 exprime la quantité d'oxygène nécessaire à la dégradation des matières organiques, avec le concours des microorganismes, dans des conditions données et sur une période fixée à cinq jours.

La Demande Chimique en Oxygène (D.C.O.)

La D.C.O. est la quantité d'oxygène consommée par les matières oxydables dans des conditions de l'essai. Contrairement à la D.B.O.5 où l'oxydation se fait lentement par l'activité des microorganismes, l'oxydation, pour la mesure de la D.C.O., est provoqué à l'aide d'un oxydant (bichromate de potassium) et des conditions données (ébullition, catalyseur, ...).

Alors que la D.B.O.5 ne mesure que la matière organique naturellement et rapidement dégradable, la D.C.O. permet de mesurer la majeure partie de la matière organique biodégradable et peu dégradable. C'est pourquoi les valeurs de D.C.O. sont nécessairement supérieures aux valeurs de D.B.O.5. Le rapport DCO-DBO5 permet d'évaluer le caractère biodégradable de la matière organique.

L'azote kjeldahl

L'azote kjeldahl comprend l'azote sous les formes organiques et ammoniacale (NH_4^+), à l'exclusion des formes nitreuse (nitrites) et nitrique (nitrates). L'origine de l'azote organique peut être la décomposition des déchets organiques, les rejets organiques humains ou animaux (urée), des adjuvants de certains détergents. La présence d'azote organique est donc souvent un signe de pollution par les eaux usées.

L'azote ammoniacal (NH_4^+)

La présence d'ammoniaque en quantité importante est l'indice d'une contamination par des rejets d'origine humaine ou industrielle. Les urines humaines ou animales contiennent en effet de grandes quantités d'urée qui se transforment rapidement en ammoniaque. Ce paramètre est souvent utilisé comme traceur des eaux usées domestiques. L'ammoniaque présente une forte toxicité pour tous les organismes d'eau douce sous sa forme non ionisée (NH_3). La proportion de NH_3 augmente en fonction croissante du pH et de la température.

Les nitrates (NO_3^-)

Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote. Leur présence dans l'eau, si la source est organique, atteste que l'auto-épuration a joué. Ils proviennent du lessivage des engrais et des rejets urbains et industriels. Les nitrates sont l'un des éléments nutritifs majeurs des végétaux. Leur présence associée aux autres éléments nutritifs, stimule le développement de la flore aquatique. Le développement excessif des végétaux aquatiques s'observe au-delà de 2 à 5 mg/l.

Les nitrites (NO_2^-)

Les nitrites constituent le stade intermédiaire entre les ions ammonium (NH_4^+) et les nitrates. Peu stable en rivière, on ne les rencontre que lorsqu'il existe un déséquilibre au niveau de l'oxygénation ou de la flore bactérienne de la rivière.

Les orthophosphates (PO_4^{3-})

D'origine urbaine (composant des détergents) et agricole (lessivage d'engrais), les orthophosphates sont comme les nitrates un nutriment majeur des végétaux et peuvent entraîner leur prolifération à partir de 0,2 mg/l. On considère généralement que les phosphates constituent l'élément limitant des phénomènes d'eutrophisation.

PARAMETRES D'ANALYSES

Les analyses bactériologiques

Les eaux usées domestiques sont chargées en germes microbiens qui peuvent provenir de la flore intestinale ou qui se développent notamment grâce à l'excès de matières organiques contenues dans ces eaux. En trop grand nombre, les germes fécaux peuvent être indicateurs de germes pathogènes. Ces analyses sont le critère prépondérant quant aux autorisations de baignades.

Les micropolluants

Plusieurs grands groupes de micropolluants sont suivis :
les herbicides compte tenu de la contamination générale des eaux superficielles et souterraines, en région parisienne notamment,
les radioéléments compte tenu des activités du centre de Bruyères-le-Châtel et du plateau de Saclay ainsi que de l'urbanisation dense entraînant la présence de centres hospitaliers et laboratoires d'analyses susceptibles d'utiliser ces produits, les métaux lourds apportés par les eaux pluviales principalement.

Les herbicides

Devenus omniprésents dans le milieu naturel, rivières et nappes phréatiques, les pesticides posent de nombreux problèmes de traitabilité pour les usines de production d'eau potable et des problèmes plus généraux d'écotoxicologie. Nous suivons les herbicides les plus répandus: l'atrazine, la simazine et les phényls urées.

Les radioéléments

Dans l'environnement, ces éléments proviennent soit de zones géologiques présentant une légère radioactivité, soit d'évènements d'ampleur planétaire (explosions atomiques aériennes, accident de Tchernobyl, ...), soit de la dissémination par les activités humaines : centres utilisant l'énergie nucléaire civile ou militaire, centres de recherche, laboratoires médicaux, laboratoires de contrôle industriel, etc...

La plupart des radioéléments sont peu solubles, c'est pourquoi les eaux superficielles sont généralement peu contaminées. En revanche, ces composés peuvent être plus facilement rencontrés dans les sédiments ou les être vivants dans lesquels ils s'accumulent. Les analyses ont été réalisées sur les sédiments et sur les herbes aquatiques.

Une spectrométrie gamma a été réalisée sur chaque échantillon, il s'agit de la recherche des éléments radioactifs artificiels (Césium 137, Césium 134, Cobalt 58, Cobalt 60, Manganèse 54, Antimoine 125 et Iode 131) ainsi que les éléments radioactifs issus des activités utilisant de l'uranium (thorium 234, radium 226, plomb 214, bismuth 214, plomb 210 et uranium 235), du thorium 232 (actinium 228, plomb 212, bismuth 212, thallium 208) et du potassium 40.

Les métaux lourds

Libérés par les activités humaines au niveau des bassins versants (circulation automobile, artisans, bâtiments,...) et déposés sur les surfaces imperméabilisées, les métaux lourds sont ensuite lessivés par les eaux de ruissellement et entraînés dans les rivières par l'intermédiaire des réseaux d'eaux pluviales.

Les métaux sont généralement rencontrés à l'état de trace dans les eaux réceptrices en partie du fait de leur faible solubilité et de la sédimentation des matières en suspension sur lesquelles est adsorbée la plus grande partie de ces métaux.

En revanche, les sédiments jouent le rôle de véritable piège à métaux. On estime ainsi que plus de 95 % des métaux lourds rejetés dans les milieux aquatiques se retrouvent rapidement dans les sédiments et s'y concentrent dans les premiers centimètres. Huit métaux ont été recherchés dans les sédiments, le chrome, le plomb, le zinc, le cuivre, le nickel, le mercure, le sélénium, le cadmium et l'arsenic.

PARAMETRES D'ANALYSES

Les analyses de sédiments

Outre la recherche de métaux dans les sédiments, précisée précédemment, les sédiments de l'Orge ont été caractérisés à l'aide des descripteurs suivants :

- pH, teneur en eau,
- matières volatiles (permet d'évaluer la teneur en matières organiques),
- azote kjeldahl,
- phosphore,
- carbone organique total
- hydrocarbures

Les analyses biologiques

IBGN (Indice Biologique Global Normalisé)

Ces analyses ont porté sur les macros invertébrés qui sont tous les organismes aquatiques non vertébrés dont la taille est supérieure à 0,5 mm. Il s'agit par exemple de petits crustacés, de coléoptères, de nombreuses larves d'insectes, des vers de vase...

Bien représentés dans les cours d'eau, ces animaux sont composés de nombreux groupes qui sont chacun plus ou moins sensibles à la pollution ou à la qualité des habitats. Cela permet, en fonction de leur présence ou absence et du nombre total de groupes rencontrés, de calculer un indice de qualité : l'IBGN (Indice Biologique Global Normalisé), normalisé en décembre 1992 (AFNOR T 90-350).

IPS (Indice de Polluosensibilité spécifique)

L'IPS est basé sur la détermination de 400 diatomées (algues brunes) prélevées sur des minéraux de grande taille.

Les classes de qualité

Les analyses ont été interprétées pour la plupart à partir des grilles d'appréciation de la qualité des eaux.

Les grilles permettent de distinguer 5 niveaux de qualité :

- CLASSE 1A : caractérise les eaux exemptes de pollution, la qualité est "excellente"
- CLASSE 1B : de qualité légèrement moindre dite "bonne", ces eaux peuvent satisfaire tous les usages,
- CLASSE 2 : la qualité est "passable" c'est-à-dire suffisante pour l'irrigation, les usages industriels, la production d'eau potable après un traitement poussé.
L'abreuvement des animaux est généralement toléré. Le poisson y vit normalement mais sa reproduction peut être aléatoire. La baignade est interdite, mais les loisirs liés à l'eau y sont possibles lorsqu'ils ne nécessitent que des contacts exceptionnels avec elle.
- CLASSE 3 : la qualité est "médiocre" soit juste apte à l'irrigation, au refroidissement et à la navigation. La vie piscicole peut subsister, mais elle devient aléatoire en période de faibles débits ou de fortes températures notamment.
- HORS-CLASSE : la valeur maximale tolérée en classe 3 est dépassée pour un ou plusieurs paramètres. Elles sont considérées comme inaptées à la plupart des usages et peuvent constituer une menace pour la santé publique et l'environnement. Seuls subsistent les organismes les plus résistants, bactéries, vers et certaines larves de diptère.