

**MEDD  
DIRECTION DE L'EAU**

**MISE EN ŒUVRE DE LA DCE  
IDENTIFICATION DES  
PRESSIONS ET DES IMPACTS**

**guide méthodologique  
version 4.1  
mars 2003**

**ANNEXES**

**Aquascop**



## SOMMAIRE

<b>1.</b>	<b>GLOSSAIRE.....</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>TRAVAUX CONSULTÉS ET BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>6</b>
<b>3.</b>	<b>MÉTHODE DE DÉTERMINATION DES STRATES DE PRESSIONS DE POLLUTION (EUROWATERNET).....</b>	<b>13</b>
<b>4.</b>	<b>GRANDEURS ET COEFFICIENTS PROPOSÉS POUR L'ÉVALUATION DES PRESSIONS EN NUTRIMENTS ET MATIÈRES ORGANIQUES D'ORIGINE NON AGRICOLE.....</b>	<b>14</b>
<b>5.</b>	<b>RÉFLEXIONS SUR LES PRESSIONS DOMESTIQUES .....</b>	<b>15</b>
<b>6.</b>	<b>APPROCHE RMC POUR LES PRESSIONS DOMESTIQUES.....</b>	<b>20</b>
<b>7.</b>	<b>NOTE SUR LES SURPLUS AGRICOLES .....</b>	<b>28</b>
<b>8.</b>	<b>APPROCHE RMC POUR LES PRESSIONS AGRICOLES.....</b>	<b>29</b>
<b>9.</b>	<b>UNE MÉTHODE D'ESTIMATION DES COEFFICIENTS D'AUTOÉPURATION.....</b>	<b>33</b>
<b>10.</b>	<b>PNEC DES SUBSTANCES DANGEREUSES.....</b>	<b>37</b>
<b>11.</b>	<b>SUIVIS MILIEUX PAR SUBSTANCE TOXIQUE DANS LE RNB.....</b>	<b>42</b>
<b>12.</b>	<b>MÉTHODOLOGIE DES DÉTERMINATION DES SUBSTANCES PRIORITAIRES ADOPTÉE PAR LA COMMISSION INTERNATIONALE DE PROTECTION DU RHIN .....</b>	<b>45</b>
<b>13.</b>	<b>SUBSTANCES UTILISÉES PAR CODE D'ACTIVITÉ TEF (TABLEAUX D'ESTIMATION FORFAITAIRE) .....</b>	<b>50</b>
<b>14.</b>	<b>CODE D'ACTIVITÉ NAF (NOMENCLATURE DES ACTIVITÉS FRANÇAISES) .....</b>	<b>55</b>
<b>15.</b>	<b>UNE MÉTHODE D'ESTIMATION DES DÉBITS CARACTÉRISTIQUES EN TOUT POINT .....</b>	<b>57</b>
<b>16.</b>	<b>RÉFLEXIONS SUR L'ÉVALUATION DES PRESSIONS ET DES IMPACTS DE NATURE HYDROLOGIQUE ET HYDRAULIQUE .....</b>	<b>61</b>
<b>17.</b>	<b>LE RÉSEAU D'OBSERVATION DES MILIEUX (ROM) .....</b>	<b>82</b>
<b>18.</b>	<b>EXEMPLES DE FICHES PAR MASSE D'EAU .....</b>	<b>114</b>



## 1. GLOSSAIRE

Balayage : passage en revue (voir screening)

Bassin versant RNDE : Limite hydrographique définie par convention. Equivalent approximatif d'un établissement public territorial de bassin. Correspond à un niveau NUTS (Nomenclature des Unités Territoriales Statistiques).

BD CarThAgE : Base de Données Cartographique Thématique des Agences de l'Eau.

Charge (polluante) : quantité de polluants.

Cible : milieu récepteur de la charge.

COMMPS : Combined Monitoring-based and Modeling-based Priority setting Scheme ; procédure de sélection et de hiérarchisation des substances prioritaires.

Comptes de la ressource : méthode de comptabilisation des eaux en volume.

Comptes de la qualité des cours d'eau : méthode de comptabilisation des eaux en qualité.

Contexte piscicole : portion de bassin versant pouvant comporter un axe principal et ses affluents (et annexes latérales), dont la délimitation a été réalisée sur des paramètres du milieu liés à la géographie, à la géologie et au climat, déterminant des changements de gamme de valeurs de variables hydromorphologiques et physicochimiques, significatifs pour des espèces piscicoles cibles.

Corine Land Cover : Le programme européen CORINE Land Cover a pour objet de fournir, pour les pays de l'Union européenne, une information géographique homogène sur l'occupation du sol. Cette information est produite principalement à partir d'images satellites. La dernière mise à jour utilise des données datant de 1984 à 1994.

CTO : Composé Trace Organique.

EIE : Evaluation Intégrée des Emissions, voir Emissions intégrées.

Emission : rejet direct d'un polluant dans l'atmosphère, dans les eaux ainsi que rejet indirect par transfert dans une station d'épuration des eaux usées hors site.

Emissions intégrées : cadre commun d'estimation des émissions polluantes vers l'eau, permettant de prendre en compte, autant que possible, toutes les sources et tous les vecteurs de transfert.

EPA : Environmental Protection Agency (U.S.A.)

EPER : European Pollutant Emission Register ; registre européen des émissions de polluants, conformément aux dispositions de l'article 15 de la directive 96/61/CE du conseil relative à la prévention et à la réduction intégrées de la pollution.

Etat : description du milieu aquatique.

ETM : Élément Trace Métallique.

Eurowaternet : réseau de mesures de la qualité de l'eau représentatif des cours d'eau français à l'échelle européenne.

Forces motrices : acteurs économiques et activités correspondantes se traduisant par des pressions.

ICPE : Installation Classée pour la Protection de l'Environnement.

Impact : appréciation de l'état d'un milieu selon son fonctionnement ou ses usages.

Impress : groupe de travail réfléchissant à la mise en œuvre pratique des aspects pressions et impacts de la DCE.

Index : note sur 10 affectée à un bassin versant RNDE en fonction de l'état (qualité) pondéré par la quantité des différents types de cours d'eau (kmcn).

IPLI : inventaire permanent (de l'occupation des sols) du littoral.

IPPC : directive relative à la prévention et réduction intégrées des pollutions imputables aux activités industrielles d'une taille relativement importante.

Kmcn : kilomètre de cours d'eau normalisé ; grandeur obtenue en multipliant une longueur de rivière par l'un de ses débits caractéristiques (selon la problématique étudiée), représentant une " quantité " de cours d'eau (synonymes SRU, UMEC).

Masse d'eau : rivière ou portion de rivière devant constituer l'unité élémentaire d'évaluation des milieux aquatiques pour la DCE.

MOS : Mode d'Occupation des Sols

NACE (code) : Nomenclature Standard des Activités Economiques. : extension et compression du code NAF français ; disponible auprès de l'IFEN.

NAF : nomenclature des activités françaises (selon une logique de processus de fabrication) ; disponible sur le site de l'INSEE

NOSE-P (code) : NOmenclature for Sources Emissions ; nomenclature des sources des émissions (polluants).

PEC : (Predicted environmental concentration) concentration prévue dans l'environnement.

PNEC : (Predicted No-Effect Concentration) concentration prévue sans effet sur l'environnement d'après les études toxicologiques. Le ratio PEC/PNEC exprime le risque, combinaison du danger et de l'exposition d'une cible à ce danger.

Pression : atteinte au milieu, pouvant se révéler préjudiciable ou non pour celui-ci.

Rapportage : rendu d'informations selon un format pré-déterminé.

Ressource : volumes d'eau disponibles.

RA : recensement (des données) de l'agriculture (française) ; appelé anciennement RGA.

ROM : Réseau d'Observation des Milieux aquatiques mis en place par le Conseil Supérieur de la Pêche.

RQGI (River Quality Generalised Index) : indicateur global de l'état des cours d'eau, voir index.

Screening : passage en revue (voir balayage)

SRU : Standardised River Unit ; traduction de l'UMEC ; équivalent du kmcn.

Strate : collection d'individus ayant des caractéristiques proches, collection de points de mesure (de la qualité de l'eau) subissant les mêmes pressions (et d'hydraulicité comparable).

Stratification : décomposition d'une population hétérogène d'individus en sous-populations homogènes du point de vue de critères sous-tendant la variable à évaluer.

Substance : tout élément chimique et ses composants, à l'exclusion des substances radioactives.

TEF : tableau d'estimation forfaitaire (de la pollution produite par type d'activité), principalement en fonction des process industriels.

Tronçon homogène : élément constitutif d'une masse d'eau.

UMEC : unité de mesure des eaux courantes ; synonyme de kmcn.

Zone hydrographique : Plus petit bassin versant hydrographique défini dans la BD CarThAgE.



## 2. TRAVAUX CONSULTES ET BIBLIOGRAPHIE

Agence de l'Eau Artois-Picardie (1997). Evaluation des données de l'Agence de l'Eau Artois-Picardie sur les micropolluants toxiques. F. Godet and P. Vasseur: 12 + annexes.

Agence de l'Eau Loire-Bretagne (1998). Méthodologie de définition des priorités d'intervention pour la pollution toxique industrielle. Application au bassin Loire-Bretagne. F. Nicol and X. Bourrain: 25.

Agence de l'Eau Rhin-Meuse (2002). Inventaire des apports de substances prioritaires dans le Rhin. Année 2000, Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement.

Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse (1995). SDAGE - Atlas du bassin Rhône-Méditerranée-Corse - Territoire plaine alluviale de la Saône., Comité de Bassin Rhône méditerranée corse.

Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse (1998). Composés phytosanitaires dans les eaux superficielles et souterraines du bassin Rhône-méditerranée-Corse. Campagne 1997: 29.

Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse (2002). ??? Micropolluants dans la bassin RMC - Méthode COMMPS ???: 49.

Agence de l'Eau Seine-Normandie (2002). Bassin Seine-Normandie - Eléments préparatoires en vue de l'état des lieux au titre de la directive cadre européenne sur l'eau (n°2000/60/CE du 23 octobre 2000) - Bassin Amont de la Seine: 103.

Agence de l'Eau Seine-Normandie (2002). Bassin Seine-Normandie - Eléments préparatoires en vue de l'état des lieux au titre de la directive cadre européenne sur l'eau.: 393.

Agence de l'Eau Seine-Normandie (2002). Bassin Seine-Normandie - Secteur Seine-Aval. Eléments préparatoires en vue de l'état des lieux au titre de la directive cadre européenne sur l'eau: 111.

Agence de l'Eau Seine-Normandie (2002). Contribution à l'état des lieux de la DCE - Complément Bassin de la Marne: 97.

Agence de l'Eau Seine-Normandie (2002). Contribution de l'Agence de l'eau Seine-Normandie à l'élaboration de l'état des lieux. Bassin versant de l'Oise. Annexe cartographique: 39.

Agence de l'Eau Seine-Normandie (2002). Contribution de l'Agence de l'eau Seine-Normandie à l'élaboration de l'état des lieux. Bassin versant de l'Oise. Document de synthèse: 80.

Agence de l'Eau Seine-Normandie and DIREN Basse-Normandie (2002). Première contribution à l'élaboration de l'état des lieux du bassin "Seine-Normandie" au titre de la Directive-Cadre sur l'eau - Rivières cotières de Basse-Normandie. F. Lorfeuvre and N. Forray: 80.

Agences de l'Eau (1997). Biologie et écologie des espèces végétales proliférant en France. Synthèse bibliographique, Agences de l'Eau and Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement.

Agences de l'Eau (1999). Effets de l'extraction des granulats alluvionnaires sur les milieux aquatiques. Bilan et alternatives, Agences de l'Eau and Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement.

Agences de l'Eau (1999). Système d'évaluation de la qualité de l'eau des cours d'eau, Agences de l'Eau.

Agences de l'Eau (2002). SEQ-Physique (version 0') - Notice d'utilisation de la fiche "description du milieu physique", Ministère de l'écologie et du développement durable: 43.

Agences de l'Eau (2002). Système d'Evaluation de la Qualité Physique (hydromorphologique) des cours d'eau français : SEQ-Physique (version V0') - Rapport de présentation, Ministère de l'écologie et du développement durable: 43.

AQUASCOP and AQUALIS (2000). Etude sur la prévention de la pollution des eaux par les pesticides du bassin de l'Oudon en amont de la prise d'eau de Segré (seconde phase d'étude), SIAEP du segréen, DDASS Maine-et-Loire, DDAF Maine-et-Loire, MISE Maine-et-Loire: 207.

AQUASCOP and GAY Environnement (1998). SEQ bio - Synthèse générale. D. Levet and C. Gay, Agences de l'Eau and Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement: 26.

BACQ, N. (2002). Apports de la modélisation dans les scénarios de la directive cadre sur l'eau. Rapport de stage dans le cadre du DESS Environnement : sols, eaux continentales et marines, Universités de Rouen et Caen: 145.

BETURE-SETAME (1990). Evaluation globale des effets du programme d'aménagement de la Loire sur l'environnement. Note de synthèse, EPALA: 27.

BRGM and FREDON-Bourgogne and SRPV (2001). Cartographie préliminaire à la mise en place du réseau de suivi des produits phytosanitaires dans les eaux en région Bourgogne. D. Jauffret et al, Conseil Régional Bourgogne, DIREN Bourgogne, Agence de l'Eau Loire-Bretagne, Agence de l'Eau Seine-Normandie, Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse: 120.

CACG (2000). Calcul des pressions de prélèvement 1995, 1996 et 1997 sur le bassin Loire-Bretagne, Agence de l'Eau Loire-Bretagne: 65 + annexes.

CEMAGREF - Lyon (1998). Impacts écologiques de la chenalisation des rivières. J. G. Wasson, J. R. Malavoi, L. Maridet, Y. Souchon and L. Paulin, CEMAGREF: 170.

CEP Consultant (2002). Réduction des émissions de substances toxiques - Orientations de la stratégie, Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse.

CIS Working Group (2002). Guidance document on identification and designation of heavily modified and artificial water bodies (final). C. I. S. C. W. G. 2.2, German Federal Environment Agency (UBA), Scotland and Northern Ireland Forum for Environmental Research (SNIFFER), Environment Agency of England and Wales (EA), DG Environment of the European Commission: 117.

CIS Working Group (2002). Identification and designation of heavily modified and artificial water bodies. Policy summary to the HMWB & AWB guidance document. C. I. S. C. W. G. 2.2, German Federal Environment Agency (UBA), Scotland and Northern Ireland Forum for Environmental Research (SNIFFER), Environment Agency of England and Wales (EA), DG Environment of the European Commission: 11.

Comité Environnement / Détergents (1999). Contribution à l'évaluation des risques pour l'environnement de différents composants des lessives ménagères. Méthodologie - Analyses des résultats de l'étape de simulation - Premières conclusions et recommandations, Ministère de l'Environnement and Ministère de la Recherche: 101.

Commission européenne - Direction Générale de la santé et de la protection du consommateur (2001). Exposure data in risk assessments of organic chemicals. Bruxelles: 43.

Commission européenne - Direction Générale de l'Environnement (2000). Document d'orientation pour la mise en oeuvre du registre EPER: 102.

Commission Internationale pour la Protection du Rhin (CIPR), Ed. (1997). Inventaire des apports de substances prioritaires dans le Rhin - Année 1996.

Conservatoire de l'Espace Littoral et des Rivages Lacustres, Ed. (2002). Guide méthodologique de gestion des lagunes méditerranéennes, Région languedoc-Roussillon.

CORPEN groupe "SIG" (2002). Diagnostic régional de la contamination des eaux par les produits phytosanitaires : éléments méthodologiques: 70.

Direction de l'Eau (2002). Procédure d'élaboration de l'état des lieux : caractérisation du district hydrographique et registre des zones protégées - Organisation des travaux 2002-2004: 46.

Direction des journaux officiels (1999). Pollution des eaux - Redevances, Les éditions des Journaux officiels.

DRIRE Bourgogne (1992). Rejets d'eaux industrielles - Année 1991, Ministère de l'Environnement: 30.

DRIRE Franche-Comté (1996). Inventaire des rejets de substances toxiques dans les eaux (Octobre 1993 - Avril 1995) - Enquête 132 substances, Ministère de l'Environnement.

DRIRE Midi-Pyrénées (1999). Résultats de la campagne de mesures des 132 substances toxiques dans les rejets aqueux des principaux industriels de Midi-Pyrénées: 11 pages + annexes.

DRIRE Nord Pas-de-Calais (2002). L'Industrie au Regard de l'Environnement en 2001, Ministère de l'économie, des finances et de l'industrie - Ministère de l'écologie et du développement durable: 265.

DRIRE Picardie (2000). Les micropolluants de l'eau en Picardie - Inventaire Juillet 2000 des rejets industriels., Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement.

DRIRE Poitou-Charentes (1998). Inventaire des rejets de micropolluants dans 27 établissements industriels de la région Poitou-Charentes. Département de Charente Maritime (février 1996 - août 1998) - Enquête 132 substances., Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement: 21.

DRIRE Rhône-Alpes (1992). Pollution de l'eau d'origine industrielle en Rhône-Alpes - Synthèse des résultats de l'autosurveillance eau - Année 1991, Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement: 19.

DRIRE Rhône-Alpes (2001). Second inventaire des rejets de micropolluants dans 168 établissements industriels de la région Rhône-Alpes., Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement: 32.

Ecodécision (2002). Réalisation de scénarios de référence sur le bassin de l'Oise et de l'Aisne - Rapport d'étape 2. P. Demeyer and A. Langumier, Agence de l'Eau Seine-Normandie: 44 + annexes.

European Commission (1996). Technical guidance document in support of Commission Directive 93/67/EEC on risk assessment for new notified substances and commission regulation (EC) N) 1488/94 on risk assessment for existing substances. part 1, 2 and 3.

European Topic Centre on Inland Waters (2002). EUROWATERNET - Emissions. A European Inventory of Emissions to water : Proposed Operational Methodology, European Environment Agency: 58.

FREDON Bourgogne (2001). Etat des lieux sur les pratiques phytosanitaires en zones non agricoles en région Bourgogne. G. A. a. M.-C. Paput, Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-corse, Agence de l'Eau Loire-Bretagne, Agence de l'Eau Seine-Normandie, DIREN: 94.

GIP RECLUS - J.C. WIEBER, Ed. (1995). Atlas de France - Milieux et ressources, La Documentation Française.

GRAPPE (200?). Cartographie régionale de la charge phytosanitaire brute potentielle en Nord pas-de-Calais. F. Viprey: 27.

GUEROLD F., V. D. e. a. (1992). Impact de l'acidification des cours d'eau sur les peuplements de macroinvertébrés benthiques. Essais de mise au point d'une méthode de détermination de la qualité: 27.

HARP-HAZ Project Work Group (2000). Guidance document on Quantification and Reporting on discharges / emissions/losses of Brominated Flame Retardants (BFR).. HARP-HAZ Guidance document: 9.

HARP-HAZ Project Work Group (2000). Guidance document on Quantification and Reporting on discharges / emissions/losses of cadmium. HARP-HAZ Guidance document: 19.

HARP-HAZ Project Work Group (2000). Guidance document on Quantification and Reporting on discharges / emissions/losses of Lead. HARP-HAZ Guidance document: 12.

HARP-HAZ Project Work Group (2000). Guidance document on Quantification and Reporting on discharges / emissions/losses of Mercury and Mercury Compounds. HARP-HAZ Guidance document: 16.

HARP-HAZ Project Work Group (2000). Guidance document on Quantification and Reporting on discharges / emissions/losses of Nonylphenols (NP) and Nonylphenoethoxylates (NPE) and Tealated Substances. HARP-HAZ Guidance document: 10.

HARP-HAZ Project Work Group (2000). Guidance document on Quantification and Reporting on discharges / emissions/losses of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH). HARP-HAZ Guidance document: 25.

HARP-HAZ Project Work Group (2000). Guidance document on Quantification and Reporting on discharges / emissions/losses of Short Chained Chlorinated Paraffins (SCCP).. HARP-HAZ Guidance document: 9.

HARP-HAZ Project Work Group (2000). Overall Harp-Haz Guidance Document. HARP-HAZ Guidance document: 18.

HOSATTE, C. (2000). Inventaire qualitatif et quantitatif des produits et sous-produits utilisés en agriculture sur le bassin Seine-Normandie. Trappes, Institut Supérieur de l'Environnement: 69.

IFEN (1994). Catalogue des sources de données de l'environnement. Londres - New York, Lavoisier.

IFEN (1998). Cartographie de l'aléa "Erosion des sols" en France., INRA Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement: 63.

IFEN (1998). Les pesticides dans les eaux - Collecte et traitement des données. Ph. Crouzet et al: 189.

IFEN (1999). Construction d'un réseau représentatif. Contribution au réseau "EUROWATERNET" / Qualité des cours d'eau" de l'Agence Européenne de l'Environnement. J. Léonard and P. Crouzet: 71.

IFEN (2000). Calcul des surplus de nutriments d'origine agricole. Spatialisation de statistiques grâce à CORINE land cover et application au cas de l'azote. P. Crouzet, Agence Européenne pour l'Environnement: 65.

IFEN (2001). Les pesticides dans les eaux - Bilan des données 1998 et 1999 réalisé en 2000. S. Detoc: 115.

IFEN (2002). Institut français de l'environnement - Service statistique du Ministère de l'écologie et du développement durable - Point focal de l'Agence européenne pour l'environnement. Orléans <http://www.ifen.fr/>.

IFEN and BETURE-CEREC (1999). Evaluation intégrée des émissions. Méthodologie générale et application pilote au bassin Loire-Bretagne. Version préliminaire. Ph. Crouzet et al: 49.

IFEN and BETURE-CEREC and EUROSTAT (1999). Les comptes de la qualité des cours d'eau - Mise en oeuvre d'une méthode simplifiée de calcul - développement en cours. Ph. Crouzet et al: 70.

IFREMER (2002). Surveillance du Milieu Marin. Travaux du Réseau National d'Observation de la qualité du milieu marin. Edition 2002., Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement.

IMPRESS Work Group (2002). Guidance for the analysis of Pressures and Impacts In accordance with the Water Framework Directive (IMPRESS-Guidance - Version 4.0): 71.

INERIS (2001). Catalogue des concentrations prévisibles sans effet dans l'environnement aquatique (PNEC aqua) des substances chimiques existantes ayant fait l'objet d'une évaluation dans le cadre du règlement CEE n°793/93 et du programme OCDE. (DRC - 04) - Opération A2. R. Diderich: 24.

MAP-DGAL and MATE-DE (2001). Etat d'avancement des travaux des groupes régionaux chargés de la lutte contre la pollution des eaux par les produits phytosanitaires - Actions 1999, 2000 et 2001. I. Perret-Sendral and M. Fagot, Ministère de l'agriculture et de la Pêche and Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement: 43 + annexe.

MEYBECK, M., Ed. (1998). La Seine en son bassin - Fonctionnement écologique et activités humaines, PIREN-Seine and CNRS.

Ministère de l'agriculture de la pêche de l'alimentation et des affaires rurales (2002). e-phy. Le catalogue officiel français sur internet des produits phytopharmaceutiques et de leurs usages, des matières fertilisantes et des supports de cultures homologués. <http://www.agriculture.gouv.fr/wiphy/>.

Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement (2002). Principaux rejets industriels en France - Bilan de l'année 2000: 170.

Naturalia et Biologia (1994). Evaluation des flux polluants dans les rivières. Pourquoi, comment et à quel prix ? M. Meybeck, A. Pasco and A. Ragu, Agences de l'Eau and Ministère de l'Environnement: 23.

Office International de l'Eau (1999). Programme LIFE 1999 : Agriculture - N, P, pesticides, heavy metals and sewage sludge: 23 + annexe.

Office International de l'Eau (1999). Programme LIFE 1999 : Global atmospheric pollution: 28.

Office International de l'Eau (1999). Programme LIFE 1999 : Stormwater runoff from transport infrastructure: 21.

OIEau (2001). Contribution à la version 2002 du Rapport sur l'état de l'environnement de l'IFEN. B. Fribourg-Blanc and C. Juery, IFEN: 24.

RAMADE, F. (1974). Eléments d'écologie appliquée. Action de l'homme sur la biosphère, Ediscience / McGRAW-HILL.

RAMADE, F. (1987). Les catastrophes écologiques. Paris, McGraw-Hill.

RAMADE, F. (1998). Dictionnaire encyclopédique des sciences de l'eau. Biogéochimie et écologie des eaux continentales et littorales, Edisciences.

RNDE (1999). Les principaux rejets d'eaux résiduelles industrielles. Réseau National des Données sur l'Eau (RNDE) - Données 1997., Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement, Agences de l'Eau and OIEau: 36.

Royal Haskoning (2001). Emissions, discharges and losses for priority substances in the field of water policy - Source identification and proposals for measures. J. Block: 17.

SAFEGE CETIIS (2001). Définition d'un système d'évaluation de la qualité (SEQ) des milieux littoraux - SEQ Littoral., Agences de l'Eau: 72.

SCE (2000). Utiliser les SIG pour l'expertise du Littoral. A.-L. De Rosa, RBDE (Réseau de Bassin des Données sur l'Eau): 14.

SCE and CREOCEAN (2000). Etude préalable à la mise en place d'un réseau de connaissance patrimoniale du milieu marin du littoral Loire Bretagne. Méthodologie. La Rochelle, Réseau de Bassin de Données sur l'Eau (RBDE): 49 + annexes.

SETRA (1993). L'eau & la route, SETRA - Centre de la Sécurité et des Techniques Routières.

SETRA (1994). Routes et Environnement : Guide Pratique., Banque Mondiale: 166.

SIEE and Stratégis and CEMAGREF (2002). Définition d'un réseau national de stations ou tronçons de référence. Tome 1 - Méthodologie, Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement and Agences de l'Eau: 88.

SOGREAH and AScA (2001). Etude pour la mise en place de nouvelles redevances sur la modification du régime des eaux (obstacle, dérivation, stockage et éclusées). Rapport de synthèse., Etude Inter Agences - Agence d'exécution Loire Bretagne: 17.

The Norwegian Institute for water Research (NIVA) (2002). euroharp. Towards European Harmonised Procedures for Quantification of Nutrient Losses from Diffuse Sources. <http://www.euroharp.org/pd/index.htm>.



### **3. METHODE DE DETERMINATION DES STRATES DE PRESSIONS DE POLLUTION (EUROWATERNET)**

Ces éléments seront bientôt disponibles sur simple demande auprès de Philippe CROUZET (philippe.crouzet@ifen.fr).



**4. GRANDEURS ET COEFFICIENTS PROPOSES  
POUR L'ÉVALUATION DES PRESSIONS EN  
NUTRIMENTS ET MATIÈRES ORGANIQUES  
D'ORIGINE NON AGRICOLE**



Étage	Désignation_étage	Modalité	Désignation_modalité	Coefficient	Désignation_coefficient	Source_coefficient	Grandeur	Désignation_grandeur	Source_grandeur	Commentaires	
p_urb	Population agglomérée	Entrée	Pollution brute produite	Charge : NKJ : 12 g/hab.j PTOT : 2,5 g/hab.j DBO : 60 g/hab.j DCO : 135 g/hab.j Volume : zone rurale : 130 l/hab.j zone urbaine : 150 l/hab.j	Coefficient de pollution par habitant		Population totale sans double compte + population saisonnière (sur la période idoine) - population raccordée à une fosse septique ou autre dispositif	Population agglomérée n'étant pas en assainissement autonome	INSEE : Recensement Général	A comparer à la population agglomérée AE Pour la population saisonnière, le solde migratoire est difficile à prendre en compte. La population saisonnière est comptée comme agglomérée en l'absence d'information complémentaire.	
		Déversement	Pollution déversée par les non raccordés	Charge : NKJ : 12 g/hab.j PTOT : 2,5 g/hab.j DBO : 60 g/hab.j DCO : 135 g/hab.j Volume : zone rurale : 130 l/hab.j zone urbaine : 150 l/hab.j	Coefficient de pollution par habitant		Population sans tout-à-l'égout et sans fosse septique	Population raccordée à aucun système d'assainissement	INSEE : Recensement Général	Autre source de données : SATESE, enquête SCEES - IFEN	
		Epuré	Correspondrait à volatilisations ou autres entre l'émission et le réseau d'assainissement. Pas de références.								
		Transféré	Pollution transférée vers le réseau d'assainissement								
p_rur	Population épars	Entrée	Pollution brute produite	Charge : NKJ : 12 g/hab.j PTOT : 2,5 g/hab.j DBO : 60 g/hab.j DCO : 135 g/hab.j Volume : zone rurale : 130 l/hab.j zone urbaine : 150 l/hab.j	Coefficient de pollution par habitant		Population raccordée à une fosse septique ou autre dispositif OU Population totale + population saisonnière - population agglomérée - population non raccordée	Population en assainissement autonome	INSEE : Recensement Général	Autre source de données : SATESE	
		Déversement	Pollution déversée directement au milieu				Entrée - Epurée	Solde Pollution brute - Pollution éliminée			
		Epuré	Pollution épurée dans l'étage	sur tous les paramètres : 80 % si fosse septique uniquement 90 % si dispositif conforme	Rendement final Approche optimiste	AESN	Entrée	Pollution brute produite	Modalité précédente	Ce rendement prend en compte l'efficacité du dispositif (y compris s'il est mal mené) et le pouvoir autoépuration du milieu récepteur (sol, très petits cours d'eau). A moduler en fonction des informations SATESE ?	
		Transféré	Sans objet (pas d'étage suivant)								
NAF	Industries raccordées et non raccordées	Entrée	Pollution brute avant tout traitement	Coefficient TEF		Fichiers redevance AE	Grandeur caractéristique TEF		Fichiers redevance AE	A adapter selon l'activité saisonnière de l'entreprise et la saison considérée	
		Déversement	Pollution déversée directement suite aux fuites, by-pass etc ... et rejet des industries non raccordées				Entrée - Epuré - Transféré			Aucune information technique n'est disponible pour un calcul direct des déversements dus aux fuites, by-pass ...	
		Epuré	Pollution épurée sur site (pré-traitements, STEP, épandage)	Coefficient TEF		Fichiers redevance AE	Grandeur caractéristique TEF		Fichiers redevance AE (prime épuration)	Prendre en compte tous les dispositifs de traitement (industries raccordées et non raccordées)	
		Transféré	Pollution transférée au réseau urbain pour les industries raccordées				Pour les industries raccordées : Entrée - Epuré				
diff_urb	Surfaces imperméabilisées (urbaines et industrielles)	Entrée	Pollution entraînée par les eaux de ruissellement sur surfaces imperméabilisées urbaines et industrielles	Charge : N : 23 kg/l.km² P : 0,24 kg/l.km² DBO : 125 kg/l.km²	Flux journalier	EIE (EUROWATERNET-Emissions)	Surfaces contributives (voir fiche micropolluants pour les modalités d'estimation)	Surfaces imperméabilisées	Météofrance CLC, RGP	Les références manquent pour caractériser précisément la pollution pluviale issue du ruissellement. Une approche plus complète demanderait de différencier : - le ruissellement non collecté - le ruissellement collecté déversé sans traitement (déversé après passage dans un réseau de collecte et donc reprise de dépôts, mauvais branchements ...) - le ruissellement collecté traité par des dispositifs ad hoc (grandes agglomérations en particulier)  Les ratios proposés ici fournissent donc seulement un ordre de grandeur grossier à l'échelle annuelle (pas de prise en compte de la lame écoulée) et ne remplaceront pas des éléments plus précis disponibles localement.	
		Déversement	Pollution directement rejetée	100%	Il n'est pas tenu compte des dispositifs spécifiques	EIE (EUROWATERNET-Emissions)			Modalité précédente		
		Epuré	Pollution épurée dans l'étage.	Considérée comme nulle		EIE (EUROWATERNET-Emissions)					
		Transféré	Sans objet (pas d'étage suivant)								
diff_trsp	Infrastructures de transport	Considéré comme négligeable sur ces paramètres									
agri	Agriculture	Entrée	Surplus agricole					Surplus d'azote à l'ha	IFEN	Pour le calcul des surplus, les coefficients CORPEN ont été utilisés autant que possible (cf modalités de calcul détaillées en annexe du présent guide)	
		Déversement									
		Epuré	Stocké dans les sols, dégradé etc ...	N : 30% P : 95%	Valeur par défaut en l'absence de coefficients régionaux	EIE (EUROWATERNET-Emissions)	Entrée dans l'étage			Coefficient à adapter en fonction des sources d'information locales (par HER ou petite région agricole ?). La valeur proposée par défaut a été appliquée sur la circonscription Loire-Bretagne, avec un ajustement à 70% pour l'azote en région Bretagne.	
		Transféré	Sans objet (pas d'étage suivant)								
RES	Réseaux d'assainissement	Entrée	Pollution entrante (population et industries raccordées)				Transféré p_urb et NAF		Etages précédents		
		Déversement	Fuites du réseau d'assainissement : pas d'information fiable pour l'estimer  Communes sans station d'épuration	Charge : NKJ : 12 g/hab.j PTOT : 2,5 g/hab.j DBO : 60 g/hab.j DCO : 135 g/hab.j Volume : zone rurale : 130 l/hab.j zone urbaine : 150 l/hab.j	Coefficient de pollution par habitant		Population* totale sans double compte + population* saisonnière (sur la période idoine) - population* raccordée à une fosse septique ou autre dispositif  * pour les communes n'ayant pas de STEP		SATESE, AE, INSEE		
		Epuré	Autoépuration dans les canalisations Pas d'information fiable pour l'estimer								Voie d'épuration probablement non négligeable, en particulier dans les grandes villes
		Transféré	Pollution transférée à la STEP				Entrée				
STEP	Stations d'épuration urbaines	Entrée	Pollution arrivant depuis l'étage RES				Transféré RES				
		Déversement	By-pass dus à une surcharge hydraulique	Charge : NKJ : 12 g/hab.j PTOT : 2,5 g/hab.j DBO : 60 g/hab.j DCO : 135 g/hab.j Volume : zone rurale : 130 l/hab.j zone urbaine : 150 l/hab.j	Coefficient de pollution par habitant		Volume entrant - capacité hydraulique de la STEP / volume par habitant Volume : zone rurale : 130 l/hab zone urbaine : 150 l/hab			Ne prend en compte que les by-pass chroniques. A croiser avec les informations SATESE	
		Epuré	Pollution éliminée	Rendement d'épuration	Autosurveillance ou rendement primes par défaut	SATESE Fichiers AE	Pollution en entrée - Pollution déversée	Pollution effectivement traitée par la STEP	Etages précédents		
		Transféré	Ce qui est rejeté au milieu naturel				Entrée - Déversé - Epuré				
FINAL	Rejet final	Entrée	Ce qui arrive des STEP				Transféré STEP		Etages précédents	Etage retranscrivant ce qui peut se passer entre la STEP et le milieu récepteur	
		Déversement	Ce qui est déversé dans le milieu à la saison considérée	1-% stockés	Ce qui reste après stockage pour rejet différé	SATESE Fichiers AE	Entrée dans l'étage		Modalité précédente	Permettrait de prendre en compte le stockage des effluents réalisés sur certaines STEP pour lesquelles le milieu récepteur est particulièrement sensible. Donnée peu accessible pour le moment.	



## 5. REFLEXIONS SUR LES PRESSIONS DOMESTIQUES

Source : Agences de l'Eau Seine-Normandie, Adour-Garonne et Rhin-Meuse

### GROUPE IMPRESS.

---

### PROPOSITIONS POUR EVALUER LES PRESSIONS – POLLUANTS DES REJETS DOMESTIQUES ET INDUSTRIELS

---

#### a) EQUIVALENT HABITANT

Le flux de pollution à prendre en compte par l'EH est :

	G/J
DBO <sub>5</sub>	60
DCO	135
MES	70
N-NK	12
P <sub>T</sub>	3 <sup>1</sup>

Un coefficient de pondération peut être envisagé en fonction de la taille de la ZCE\*. Celui-ci pourrait se situer entre 0,75 et 1,2. Dans un premier temps, on pourrait prendre la valeur unique 1.

Les pollutions saisonnières doivent être prises en compte dans des modalités à définir en fonction des données disponibles locales.

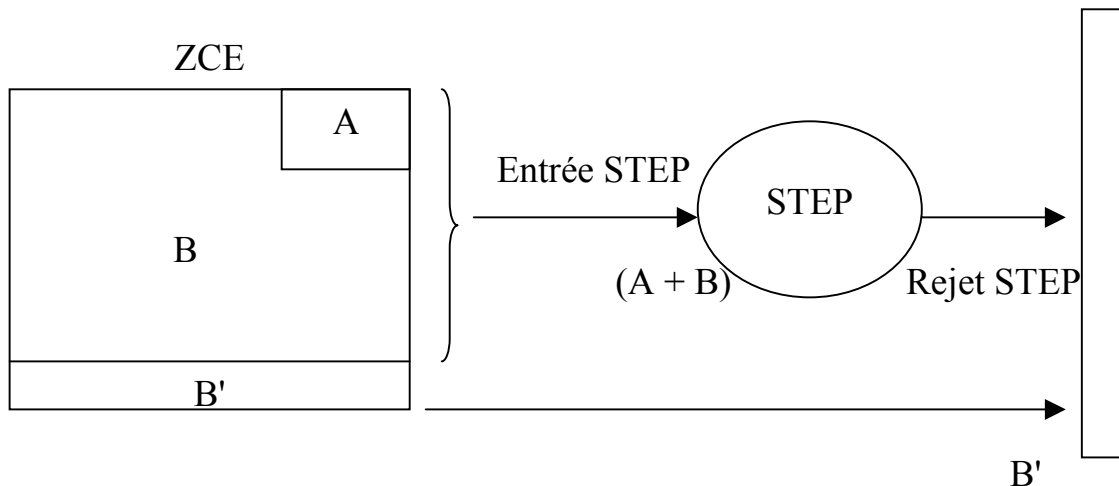
---

<sup>1</sup> NDLR : c'est finalement la valeur de 2,5 g P/j.hab qui a été retenue et qui doit être utilisée à l'exclusion de toute autre valeur.

\* ZCE : Zone de Collecte Epuration = zone suffisamment dense pour être raccordée à une station d'épuration.

**b) CAS DE LA POLLUTION COLLECTEE**

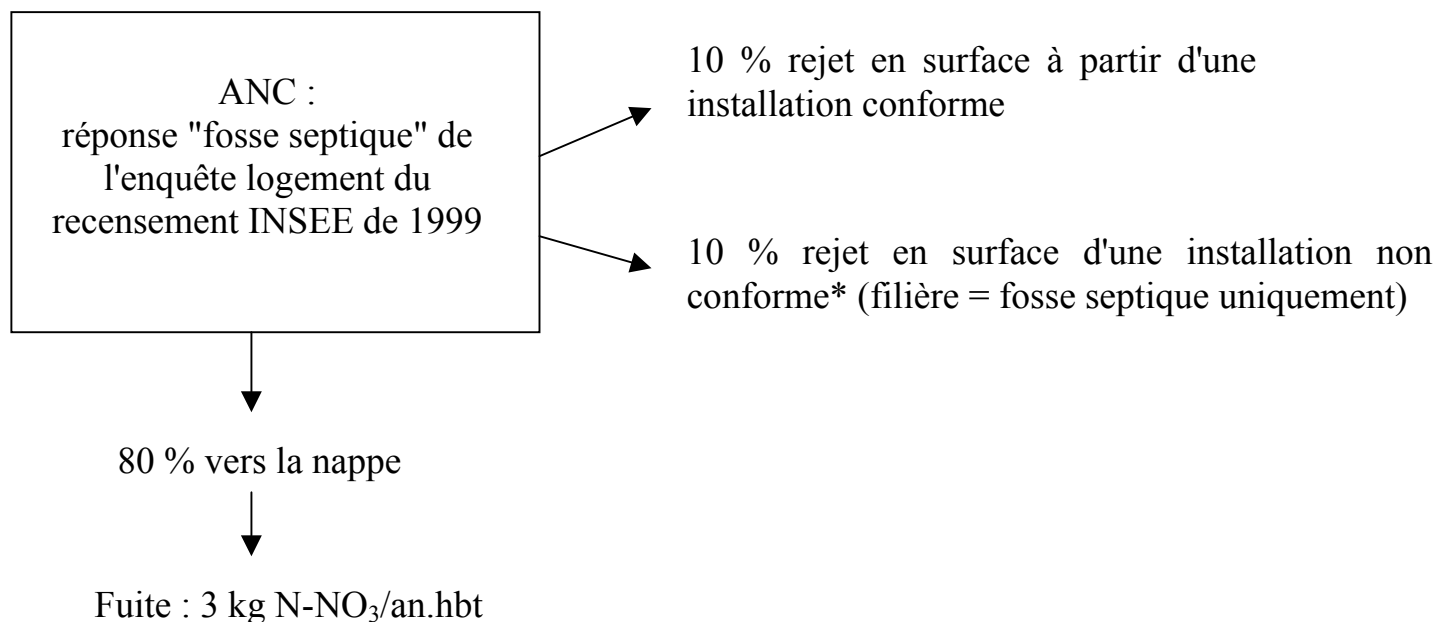
On considère que les flux polluants des industries raccordées arrivent aux stations d'épuration. Le « défaut de collecte » éventuellement constaté provient des seuls effluents domestiques.



A : industries raccordées

B + B' : réponse « tout à l'égout » et « autres » de l'enquête logement du Recensement INSEE de 1999

**c) REJET DE L'ASSAINISSEMENT AUTONOME**



Le tableau ci-dessous récapitule les flux à prendre en compte.

PARAMETRE	rejet ANC en surface (g/j.EH)			(1)	rejet ANC en nappe (g/j.EH)	
	Déf EH (g/j)	sortie ANC conforme	sortie ANC aval (FS)		Flux vers la nappe (g/j.EH)	(7)
DBO5	60	6	36	(1)	0	(7)
DCO	135	13,5	81	(2)	0	(8)
MES	70	0	28	(3)	0	
N-NK	12	0,75	10,8	(4)	0	
N-NO3	0	8	0	(5)	8	(9)
Pt	3	0,75	2,4	(6)	0	
PARAMETRE	rejet ANC en surface (Kg/an.EH)			(1)	rejet ANC en nappe (Kg/an.EH)	
	Déf EH (Kg/an.EH)	sortie ANC(*) conforme	sortie ANC(*) aval (FS)		Flux vers la nappe (Kg/an.EH)	(7)
DBO5	22	2	13	(1)	0	(7)
DCO	49	5	30	(2)	0	(8)
MES	26	0	10	(3)	0	
N-NK	4	0	4	(4)	0	
N-NO3	0	3	0	(5)	3	(9)
Pt	1	0	1	(6)	0	
(*) : cas des dispositif d'ANC drainé						
(1)	rdt de 90% si conforme, 40% si FS					
(2)	rdt de 90% si conforme, 40% si FS					
(3)	Rdt de 100% si conforme, 60% si FS					
(4)	5 mg/L en sortie et 150L si conforme, Rdt 15% si FS					
(5)	2/3 N-NK nitrifié si conforme, Rdt de nitrif 0% en FS					
(6)	Rdt 75% si drainé, Rdt 20% en FS					
(7)	on considère que même sur les dispositifs non conforme l'épuration par sol élimine toute la pollution					
(8)	on considère que même sur les dispositifs non conforme l'épuration par sol élimine toute la pollution					
(9)	Les nitrates ne peuvent pas être dénitrifié et migent vers la nappe					

#### d) PASSAGE DE MOAD A DBO<sub>5</sub>ND ET DCOND POUR LES STATIONS D'EPURATION DES COLLECTIVITES LOCALES

Le passage s'effectuera à l'aide des coefficients suivants :

COEFFICIENT MULTIPLICATEUR DE MOAD	ENTREE STEP		SORTIE STEP	
	DBO <sub>5</sub> ND	DCOND	DBO <sub>5</sub> ND	DCOND
	1,05	2,45	0,45	3

#### e) PASSAGE DE MOAD A DBO<sub>5</sub>ND ET DCOND POUR LES REJETS DES STATIONS INDUSTRIELS

Les coefficients de conversion dépendent du type d'industrie.

On trouvera ci-après les ratios déterminés en fonction du type d'activité.

r/d	Br	DCOnd/MO aval	DBOnd/MO aval
<b>Direct</b>	B8	3,11	0,30
d	B9	2,62	0,52
d	C2	2,12	0,00
d	D0	2,62	0,55
d	D2	3,04	0,56
d	D3	2,16	0,49
d	D4	2,78	0,52
d	D6	3,00	0,27
d	D7	2,78	0,52
d	D8	2,28	0,48
d	D9	2,28	0,48
d	E0	3,13	0,69
d	E1	3,37	0,70
d	E2	3,37	0,70
d	E5	3,37	0,70
d	F7	2,67	0,43
d	F9	2,67	0,43
d	G1	2,23	0,66
d	G2	3,41	0,21
d	G8	3,79	0,29
d	G9	3,79	0,29
d	H0	1,98	0,72
d	J0	1,79	0,66
d	J1	2,31	0,84
d	J3	2,60	0,63
d	J4	6,14	0,91
d	K0	3,98	0,49
d	K1	5,72	0,53
d	K3	4,27	1,13
d	L0	3,37	0,13
d	L1	2,85	0,38
d	L2	3,12	1,30
d	L4	2,72	0,30
d	L6	2,57	0,44
d	L7	2,13	0,73
d	L8	1,96	0,68
d	M0	1,51	0,88
d	M1	1,51	0,88
d	N0	3,08	1,71
d	N1	3,08	1,71
d	N2	3,08	1,71
d	N5	3,72	1,12
d	N6	2,15	0,50
d	Q1	3,34	0,41
d	R1	2,73	0,86
d	X0	3,62	0,79

B<sub>i</sub> : Industrie énergétique  
 C<sub>i</sub> : Industrie extractive  
 D<sub>i</sub> : Sidérurgie, métallurgie, construction mécanique

E<sub>i</sub> : Verre, amiante, chaux, ciments, céramique, matériaux de construction travaux publics,

bâtiment

F<sub>i</sub> : Industrie chimique

G<sub>i</sub> : Industrie de l'alcool et des boissons alcoolisées

H<sub>i</sub> : Industrie des boissons non alcoolisées

J<sub>i</sub> : Industries alimentaires diverses et produits d'origine végétale

K<sub>i</sub> : Industrie de transformation de produits d'origine animale

L<sub>i</sub> : Pâte à papier, papiers et cartons, transformation du bois

M<sub>i</sub> : Industries des cuirs et peaux

N<sub>i</sub> : Industrie des corps gras, savons, détergents et produits d'hygiène

R<sub>i</sub> : Pollution des commerces et services

**COMPLEMENTS : PROPOSITION COMPLEMENTAIRE DE RATIO DCO/MOAd PAR L'AGENCE DE L'EAU ADOUR-GARONNE**

Code TEF	Moyenne mesures AEAG		Résultats AESN	
	DCO/MOad2	DBO/MOad2	DCO/MOad2	DBO/MOad2
FO	3,76	0,48	pas de résultats	pas de résultats
F5	3,38	0,27	pas de résultats	pas de résultats
F7	2,31	0,51	2,70	0,43
F5	2,77	0,31	2,85	0,38
L2	3,66	0,85	3,12	1,30
L6	2,39	0,40	2,57	0,44
M1	3,09	0,18	1,51	0,88

**COMPLEMENTS : COEFFICIENTS UTILISES PAR L'AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE DANS LE CADRE DES COMMISSIONS INTERNATIONALES RHIN ET MOSELLE/SARRE 2000**

Substances	Coef. 2000 kg/hab/an	Coef. 2000 g/j
Mercuré	0,00006	0,00016438
Cadmium	0,0002	0,00054795
Chrome	0,002	0,00547945
Cuivre	0,01	0,02739726
Nickel	0,0025	0,00684932
Zinc	0,03	0,08219178
Plomb	0,004	0,0109589
AOX	0,03	0,08219178
P	1,46	4
Azote	5,475	15
Ammonium	5,475	15



## 6. APPROCHE RMC POUR LES PRESSIONS DOMESTIQUES

Source : Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse

### LA NOTION DE «PRESSION»

#### LA DEFINITION

La pression est (pourrait être) définie comme un flux dans un débit :

$$\text{pression} = \text{flux} / \text{débit}$$

La dimension est celle d'une concentration, puisque (masse/temps)/(volume/temps) donne masse/volume. Il s'agit (en général ...) d'une **augmentation** de la concentration.

Cette pression initiale (augmentation de concentration) peut subir des réductions par des conversions ou dilutions qu'il faudra prendre en compte pour la détermination de l'impact.

Cette définition est particulièrement appropriée pour évaluer l'impact des rejets sur les cours d'eau, le type d'eau de surface continental majeur dans notre bassin. Les rejets des unités d'assainissement sont en effet répartis de la manière suivante (exprimé en population totale de l'unité d'assainissement) :

Rejet en cours d'eau	12 000 000 EH
Rejet en mer	4 000 000 EH
Rejet en plan d'eau (y compris les étangs saumâtres)	500 000 EH

(Pour évaluer la pression qu'exercent les rejets dans des eaux non courantes les expressions suivantes sont plus opérationnelles :

*flux/volume ou flux/surface,*

dont les dimensions sont masse/temps\*volume et masse/temps\*surface respectivement. La première peut être lue comme une «vitesse d'augmentation de concentration».)

A ce stade on considérera que la problématique des rejets en plan d'eau est marginale dans le bassin et que l'évaluation de l'impact des rejets en mer relève d'une problématique spécifique qui est à aborder par d'autres méthodes (probablement on y restera d'ailleurs au niveau des pressions).

#### LES ELEMENTS DU «FLUX»

Dans le domaine des pressions d'origine urbaine on peut considérer qu'il s'agit principalement de rejets ponctuels - même si ce «point» peut être un système d'assainissement avec ses rejets multiples – par opposition aux rejets diffus liés à l'habitat dispersé.

Plusieurs modes d'évaluation de ces flux sont envisageables :

- **Le rejet de la station d'épuration.**

Les données nécessaires pour connaître le rejet des stations d'épuration sont :

**le flux entrant**  
**le rendement**

Ces éléments sont relativement bien connus pour les stations à l'autosurveillance dont le nombre augmente rapidement depuis 1987. Entre 1992 (début pressenti des séries chronologiques à prendre en compte) et 2000, l'évolution est toutefois encore importante (10 fois en nombre, 2 fois en capacité) et une inégalité de la pertinence entre les données les plus anciennes et récentes est sûrement importante. Il faut noter aussi que la fréquence des mesures et donc la pertinence des informations dépend de la capacité de la station d'épuration. Pour les stations qui ne sont pas encore à l'autosurveillance on peut se baser sur des mesures ou des estimations forfaitaires.

	nombre	% nombre	capacité (1000 EH)	% capacité
1992	36	2%	7710	35%
1993	47	2%	8540	39%
1994	53	3%	8900	40%
1995	65	3%	9900	45%
1996	89	4%	10480	48%
1997	119	6%	10925	50%
1998	204	10%	13871	63%
1999	265	13%	15096	69%
2000	351	17%	15978	73%

- **Le rejet de l'unité d'assainissement**

La donnée «rejet de station d'épuration» ne prend pas en compte les rejets directs par temps sec et par temps de pluie. Dans l'hypothèse que l'on ne puisse pas faire abstraction des rejets directs, il faudra avoir recours au rejet global de l'unité d'assainissement.

Ces rejets directs n'étaient pas mesurés dans le passé et le sont encore très sporadiquement aujourd'hui. Il faut donc les estimer à partir :

- du flux polluant brut produit par l'unité (pas forcément la pollution brute «redevances»),
- du flux éliminé par la station d'épuration.

D'autres modes d'évaluation, plus «black box», sont possibles.

L'intérêt de leur prise en compte doit être réfléchi. Il paraît évident, dans le cas de milieux à faible capacité et d'unités d'assainissement mal collectées, que ces rejets ont une influence importante sur la qualité des eaux.

Les rejets directs sont par nature beaucoup plus variables que les rejets des stations d'épuration. L'intérêt de la prise en compte de ces variations dépendra de l'échelle de temps retenue pour l'analyse des pressions et impacts (voir § 3)

Les données nécessaires sont :

**le flux brut**  
**le flux entrant**  
**le rendement**

**LES ELEMENTS DU «DEBIT »**

Les données concernant les débits sont disponibles pour les nœuds qui ferment les zones hydrographiques. Ces nœuds sont plus ou moins éloignés des rejets. L'expression de la pression comme l'augmentation de la concentration au droit du rejet sera donc rarement possible. S'il y a un écart important entre le débit au droit du rejet et à la sortie de la zone hydrographique considérée, deux approches sont possibles :

- définir des surfaces de bassin approprié et y appliquer la lame d'eau utile moyenne,
- adopter le rapport entre flux et débit à la sortie de la zone comme indicateur.

L'expression de la pression comme *augmentation* de la concentration au *droit* du rejet est certes séduisante, mais il faut bien réaliser que ce qui compte est la *concentration réelle* sur les *tronçons*, qui résulte, outre du rejet et du débit local :

- de la concentration en amont du rejet,
- de la dilution en aval,
- de l'auto-épuration

*La connaissance de la concentration réelle implique donc la prise en compte de ces facteurs.*

La pression dans un point donnée n'est qu'une maille dans la chaîne de l'évaluation de l'impact et est sans intérêt définitif.

**LA NOTION D'ECHELLE SPATIALE.**

La directive implique de rendre compte de l'état écologique des masses d'eau homogènes identifiées. L'évaluation des pressions et des impacts devra donc se faire au moins à cette échelle. Plusieurs hypothèses peuvent être formulées quant à la nécessité de réaliser des analyses à une échelle plus fine :

- *La pression doit en tout point conduire à impact qui, localement, permet un bon état écologique.*

Que cela soit pour des éléments conservatifs (P) ou des éléments dégradables (N-NH<sub>4</sub>), cette contrainte impliquerait que la pression (augmentation de la concentration) *au droit du rejet* conduise à une concentration qui reste inférieure à une valeur critique compatible avec un bon état.

La détermination des concentrations pour l'ensemble des points à pression significatifs serait donc indispensable et nécessiterait la recherche de flux et débits pour ces points. Un calcul de la dilution et l'auto-épuration doit définir les conditions amont des rejets.

- *Pour une partie des tronçons, notamment directement en aval des rejets, un état moyen est toléré.*

L'état de la masse d'eau serait dans ce cas évalué à travers l'état de son point de sortie. La pression pourra être définie comme le *cumul* de flux du bassin sur le débit de *sortie*. C'est une augmentation de la concentration *fictive* en absence d'auto-épuration, mais qui prend en compte la dilution par affluents. Il pourrait représenter la concentration réelle pour de éléments conservatifs comme P (?). Pour les éléments dégradables la concentration réelle est à déterminer après prise en compte de l'auto-épuration.

Compte tenu de l'absence de données de débit pour des points de rejets<sup>2</sup> la deuxième hypothèse paraît plus opérationnelle. Il pourra être (exceptionnellement ?) nécessaire de

définir de nœuds plus proches d'un rejet, lorsqu'un nœud aval éloigné en bon état masque un important tronçon amont en état moyen.

### **NOTION DE L'ECHELLE TEMPORELLE**

Si le compte rendu de l'état écologique se fait sur une base annuelle et si la pression annuelle moyenne, évaluée comme le flux moyen dans le module du débit, est certainement très robuste, l'analyse des pressions et des impacts se fera souvent sur une échelle temporelle plus réduite compte tenu :

- de la variabilité de flux
- de la variabilité de débits

#### **VARIABILITE DES FLUX**

Les flux des rejets des stations d'épuration sont relativement constants au cours de l'année. Le mois maximum dépasse de 40% le mois moyen dans 50 % des cas et de 200 % dans 5 % des cas (données 1998). L'amplitude de leur variation sera donc souvent inférieure à la précision des données concernant les débits et des mécanismes d'auto-épuration et donc du résultat de l'évaluation de l'impact.

Pour certaines stations toutefois, avec des raccordements d'industries saisonniers ou avec une activité touristique marquée, ces variations peuvent être d'un facteur 10 ou plus. Il peut ne pas être inutile dans ces cas de prendre ces facteurs en compte dans l'analyse.

Les rejets par temps de pluie sont également par essence variables. Ils ne sont pas connus, mais peuvent être reconstitués par hypothèse (un flux équivalent à  $a$  % du flux annuel temps sec est généré en  $b$  jours). Si donc ces rejets directs doivent être pris en compte, il faudra les additionner aux flux moyens temps sec.

#### **VARIABILITE DES DEBITS**

Le débit est le mieux connu à travers son module. Les situations critiques se situent toutefois généralement en période d'étiage. On pourra appliquer un facteur de réduction en fonction d'une typologie de cours d'eau (méditerranéen, plaines du Nord).

### **PROPOSITION D'UNE DEMARCHE POUR UN DEGROSSISSAGE**

#### **OBJECTIFS**

Compte tenu de ce qui précède, il est proposé de procéder à un dégrossissage. Le plus simple serait de déterminer les pressions à la sortie des zones hydrographiques dont le débit est connu (flux sur débit). Toutefois cette pression ne traduit pas la concentration et donc l'état, qui est le critère d'évaluation. Pour connaître la concentration il est nécessaire de prendre en compte l'auto-épuration, notamment pour le NH4 qui peut subir une transformation importante.

Il s'agit donc dans un premier temps de tester si le modèle RMC, qui intègre cet aspect, peut servir à simuler de façon suffisamment fiable la situation actuelle et, par conséquent, pourra servir à réaliser une prospective.

Les différentes étapes à parcourir sont :

- description de l'état actuel (identification des masses d'état selon leur état).
- calage du modèle (choix des flux et débits)
- simulation réduction de flux

#### DESCRIPTION DE L'ETAT ACTUEL

On identifie les nœuds dont l'état actuel est moyen ou plus mauvais (jaune, orange, rouge) ou bon et très bon (vert et bleu).

Ceci est fait *séparément* pour les paramètres DBO5, NH4 et P, puisque par la suite on interviendra séparément sur les flux de ces paramètres (voir annexe 1). Cette identification donne une liste de nœuds par paramètre avec sa situation et l'écart par rapport à la référence de bon ou très bon état (concentration). Cet état devra servir de référence par rapport aux simulations.

Toutefois, l'objectif visé dans ces simulations sera le bon état (au moins, ou très bon), qui est défini comme une concentration dans une condition hydrologique spécifique : **le débit d'étiage quinquennal**. Or l'état actuel ne reflète pas forcément la situation dans ces conditions de débit. En effet l'état retenu est celui qui correspond à la concentration dépassée 10% du temps et pour cette concentration le débit ne correspondait pas forcément au débit d'étiage. Il serait donc nécessaire d'apporter une correction pour générer l'état actuel «par étiage» et qui consiste à recalculer une concentration selon :

Concentration étiage = (débit mesure/ débit étiage) \* concentration mesure.

Cette correction peut modifier l'état de certains noeuds qui étaient bons, mais dont le débit dans la période de mesure était plus élevé que le débit d'étiage. Ils seront reclassés dans un catégorie plus mauvais. Le contraire est également possible (mais sera plus rare) lorsque le débit de la mesure retenu est inférieur au débit d'étiage.

*(On pourra également, de la même manière, constituer un état de référence sur la base du **module** des débits, ce qui sera plus robuste, mais moins pertinent si, en effet, on retient comme objectif visé une concentration par débit d'étiage.)*

**Ce nouvel état corrigé deviendrait donc l'état de référence pour les simulations.**

#### CALAGE

*On retient comme première hypothèse que pour les nœuds en état moyen ou plus mauvais, la cause principale de cet état est la présence d'un rejet ponctuel d'origine urbaine. Le premier calage se fait donc avec comme seule force motrice les flux générés par les stations d'épuration (ou le rejet brut en absence de station).*

Les paramètres appliqués sont donc :

- Le flux maximum (moyen ?)
- Le débit d'étiage (module ?)
- Facteur d'auto-épuration

Cela génère par paramètre une liste de noeuds avec leurs écarts par rapport à l'état de référence. La comparaison des deux états - mesuré et simulé – conduit à trois situations :

- l'écart est faible et acceptable .....dépend de la sensibilité (voir ci après)

- l'état simulé est plus mauvais que l'état mesuré : l'auto-épuration est sous-estimée, on surestime les rejets par rapport à la réalité.
- l'état simulé est meilleur que l'état mesuré : auto-épuration est surestimée, on sous-estime le flux rejeté. Ce dernier cas de figure est le plus délicat car le calage correcte implique l'estimation de ces flux non pris en compte qui peuvent être d'origine diverse. Un regard sur le taux de collecte des agglomérations concernées sera sans doute indispensable pour établir un diagnostic. Une correction du flux pourra être apporté (cf §1.2.)

Pour porter un jugement sur la signification des écarts il est nécessaire d'évaluer la sensibilité du résultat pour les hypothèses de flux, de débit, de coefficient d'auto-épuration etc..

La largeur des classes de qualité exprimée en % du milieu de la classe est souvent assez faible (pour les paramètres pertinents DBO5, NH4 et P elles sont pour la classe «verte»  $\pm 33\%$ ,  $\pm 50\%$  et  $\pm 60\%$  respectivement) et si les forces motrices ou les débits sont connues avec des intervalles de précision plus larges, il est illusoire de pouvoir discriminer entre un très bon et un bon état et surtout entre un bon état et un état moyen.

Sur la base de cette analyse on pourra déterminer la précision avec la quelle les forces motrices des pressions devront être renseignées. Par exemple, si le débit critique n'est connu qu'avec une précision de + ou - 50 %, il pourra ne pas utile d'intégrer des augmentations de population nettement inférieure à 50 %.

#### **SIMULATION DES REDUCTIONS DE REJETS**

Il s'agit de simuler la mise en œuvre des meilleurs technologies disponibles (mais économiquement réalistes) qui seront traduit par des concentrations de sortie DBO5, NH4 et P et de déterminer l'état des noeuds. On génère de nouveau une liste par paramètre qui peut être comparé avec la simulation de l'état actuel. La comparaison peut conduire à 2 situations :

- L'état s'améliore et devient satisfaisant (bon ou très bon). Si on a confiance en le calage préalable il n'y a pas de raison de pas avoir confiance en ce résultat.
- L'état s'améliore mais reste insatisfaisant (moyen ou pire). Si on a confiance en le calage préalable cela implique qu'une réduction complémentaire du rejet est nécessaire.

**ANNEXE I : REMARQUE SUR LES PARAMETRES A ETUDIER.**

Dans la première hypothèse simplificatrice que l'état des cours d'eau est principalement déterminé par les rejets des stations d'épuration (ce qui pour le P est loin d'être sûr) on étudie quel est le paramètre critique qui mérite d'être étudié de plus près.

Connaissant les niveaux de rejet qui sont technico-économiquement possibles, on peut calculer la pression maximum (ici exprimé en EH par l/s, mais on aurait pu prendre d'autres unités) qui permet encore de respecter les seuils hauts des niveaux «bleu» et «vert».

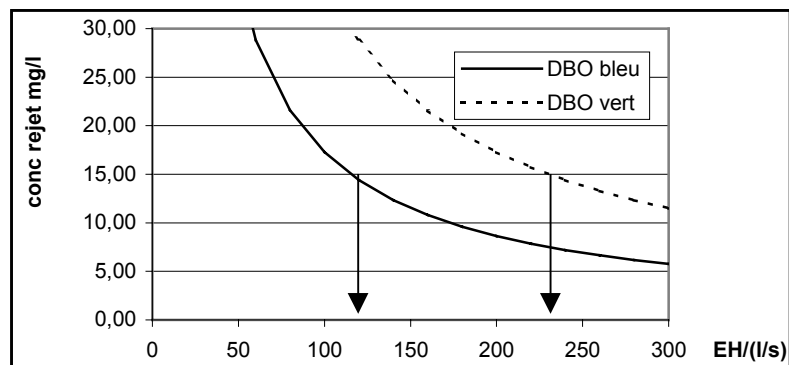
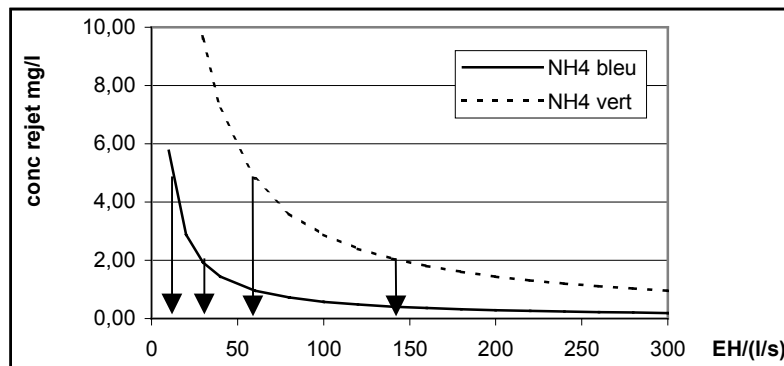
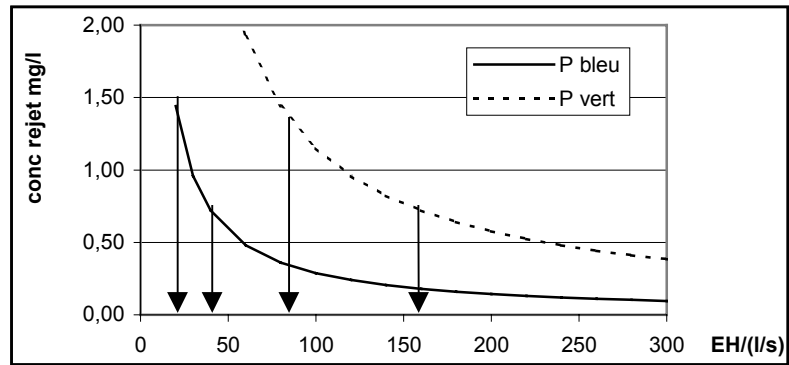
Le niveau de rejet peut être représenté par le niveau maximum admis (en réalité le percentile 95%) ou par la médiane. La médiane est 2 à 3 fois inférieure au percentile 95%. Retenir le percentile 95% est faire l'hypothèse que cette concentration sera concomitante au débit d'étiage, s'est donc sévère et sécuritaire. Prendre la médiane est plus réaliste.

Ce calcul a été réalisé pour les 3 paramètres DBO5, NH4 et P.

Les pressions admissibles pour respecter les classes bleu et vert figurent dans le tableau suivant. On observe notamment que la pression exercée par le rejet de la DBO est nettement en retrait par celle exercé par les deux autres paramètres. Le paramètre NH4 est celui qui nécessite le plus faible rapport EH/(l/s) de 12 et 29 pour respectivement le niveau de rejet «maximum» et le niveau de rejet médiane. Toutefois la pression admissible pour le P n'est guère plus élevée.

niveau de rejet	percentile 95%			médiane			mg/l
	DBO	NH4	P	DBO	NH4	P	
	15	5	1,5	5	2	0,75	
bleu	115	<b>12</b>	20	345	<b>29</b>	40	EH/(l/s)
vert	230	60	80	690	145	160	EH/(l/s)

**Rapport EH/(l/s) en fonction de niveau de rejet pour les limites supérieures des classes bleu et vert**



**Rapport EH/(l/s) maximum en fonction du niveau de rejet pour les niveau "bleu" et "vert" de 3 paramètre**

## **7. NOTE SUR LES SURPLUS AGRICOLES**

Le détail des modalités de calcul des surplus de nutriments d'origine agricole sera bientôt disponible sur simple demande auprès de Philippe CROUZET ([philippe.crouzet@ifen.fr](mailto:philippe.crouzet@ifen.fr)).



## 8. APPROCHE RMC POUR LES PRESSIONS AGRICOLES

Source : Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse

L'objectif assigné est d'établir un état des lieux des « pressions » liées à l'activité agricole, pour contribuer à identifier les masses d'eaux risquant de ne pas atteindre le bon état en 2015. Pour ce faire, la méthode de travail envisagée est la suivante :

### **1. Caractérisation de l'activité et de l'occupation des sols agricoles actuelles sur le bassin :**

- **But :** Caractériser cartographiquement à l'échelle du bassin la situation actuelle de l'activité agricole et de l'occupation des sols (« driving forces ») sous ses aspects potentiellement générateurs de pressions sur les masses d'eaux .
  - ⇒ Caractérisation de l' « état des lieux agricole 2000 » par des indicateurs d'usages des sols potentiellement causes d'émissions polluantes (maïs, élevages, cultures intensives , .. / Azote, Phosphore, matières organiques, pesticides) ou de prélèvements, ou à l'inverse « garants » d'un faible risque d'émissions polluantes (sols toujours en herbe, ..)
  - ⇒ Mise en évidence des secteurs (cantons) où l'utilisation agricole des sols (actuelle) est potentiellement significativement polluante, et à l'inverse insignifiante vis à vis de la qualification de l'état des masses d'eaux.
  - ⇒ Comparaison avec les zones vulnérables aux nitrates, et les zones sensibles à l'eutrophisation.
  - ⇒ Intégration de quelques tendances d'évolution observée par rapport aux RGA précédents.
- **Maille :** (« pixels ») : La caractérisation est réalisée sur la base du RGA 2000, la précision étant celle des cantons. (Une caractérisation similaire, mais avec un rendu par zones hydrographiques, fait l'objet d'une commande au SCEES du MAAPA.
- **Echéance :** Phase quasiment achevée au niveau bassin.(reste information / consultation régionales à mener *après* information sur la DCE (via les CTRE), et calage de la méthode &2 et &3 ... )

### **2. Prospective 2015 de l'activité et de l'occupation des sols agricoles sur le bassin (« driving forces ») :**

- **But :** Sur la base :
  - des tendances d'évolution constatées lors de la phase 1,
  - des incidences attendues des réglementations (PMPOA ..) et des directives agricoles,
  - des perspectives stratégiques d'orientation de la politique agricole établies par le Ministère de l'Agriculture (+ CE), la DATAR (« perspectives agriculture et territoires »), le MEDD, les Comités Economique et Social Régionaux , les DRAFs/DIRENs (schémas de services collectifs des espaces naturels et ruraux), projets départementaux agricoles ...

Etablissement de différents scénarios d'évolution de l'activité et de l'occupation des sols agricoles à l'horizon 2015.

Caractérisation cartographique (id. 1) des différents scénarios tendanciels :

- ⇒ Caractérisation de l' « état des lieux agricole 2015 » par des indicateurs d'usages des sols potentiellement causes d'émissions polluantes (maïs, élevages, cultures intensives , .. / Azote, Phosphore, matières organiques, pesticides) ou de prélèvements, ou à l'inverse « garants » d'un faible risque d'émissions polluantes agricoles (sols toujours en herbe, ..)
- ⇒ Mise en évidence des secteurs ou l'utilisation agricole des sols risque d'être potentiellement significativement polluante, et, à l'inverse, de ceux ou elle devrait être insignifiante vis à vis de la qualification de l'état des masses d'eaux. (Rq : base cantons (id. phase 1), et zones hydrographiques après rendu de la commande SCES)
- Rendu : Cartographie caractérisée des « driving forces » sur le bassin établie par masses d'eaux (base cantons et zones hydrographiques), et présentation parallèle (pour communication) à l'échelle des territoires SDAGE.
- Echéance : Etablissement de scénarios prospectifs nationaux/bassin (ds un 1<sup>er</sup> temps) pour fin 2002, rendu cartographique, partage / consultation pour validation et affinage / adaptation au niveau régional ensuite début 2003.

### **3. Qualification des émissions polluantes émises par les « forces motrices » agricoles, et quantification des pressions significatives exercées sur les masses d'eaux :**

- But : Qualification des émissions polluantes des activités agricoles caractérisées, et quantification des pressions polluantes exercées jugées significatives, et risquant d'empêcher l'atteinte du bon état de masses d'eaux en 2015
- Méthode : Deux phases : 1- Analyse multicritères qualitative des émissions. 2 – quantification des émissions et pressions induites qualifiées significatives. (Rq : uniquement pour ces cas, en excluant les ME certainement correctes / bon état, ou trop polluées / certainement non correctes).
- 1 – Analyse qualitative multicritères :

Application sur la qualification cartographiée des activités agricoles et de l'utilisation des sols établie d'une notation de risque d'émission concernant les différents paramètres polluants (N / P / Pesticides ).

Etablissement d'une cartographie résultante du croisement de cette notations multicritères d'émission, pondérée de la densité surfacique de l'activité ( %/ SAU et SAU/surf. Totale ) qualifiant (par cantons ou zones hydro) la pression potentielle due à l'activité agricole, pour ces paramètres.

➔ Analyse qualitative du degré de pression « à dire d'expert ».

- 2 – Identification et quantification des pressions significatives :

- Identification (sur la base de l'analyse qualitative précédente) des zones ou la pression due à l'émission de certains paramètre polluants agricole est significative et risque d'empêcher l'atteinte du bon état.
- Quantification des émissions et pressions polluantes par critères dans ces cas .

- Calcul par :  $Emission = Superficie\ caract\eris\ee \times Coefficient\ sp\ecifique\ d'\emission$  (caractéristique de la culture ou de l'occupation des sols) sur échelle annuelle, et  $Pression = Emission \times Coefficient\ de\ transfert$  .
  - Détermination des paramètres de calcul :
  - Superficie caractérisée de l'activité agricole établie.
  - Coefficient spécifique d'émission des surplus : à produire nationalement par l'IFEN .... ou utilisation des éléments déterminés par l'étude SCE : non exhaustif et restant à valider ...
- (et imposant d'intégrer dans le calcul les exportations / tonnes de production .... à établir ..)
- Coefficients de transfert (incluant épuration par le sol) vers les milieux hydrographiques et les eaux souterraines : à déterminer ... (30% sur N et 95 % sur P évoqués par IFEN sans distinctions ...)

## METHODE D'ESTIMATION DES POLLUTIONS AGRICOLES SUR UN BASSIN-VERSANT

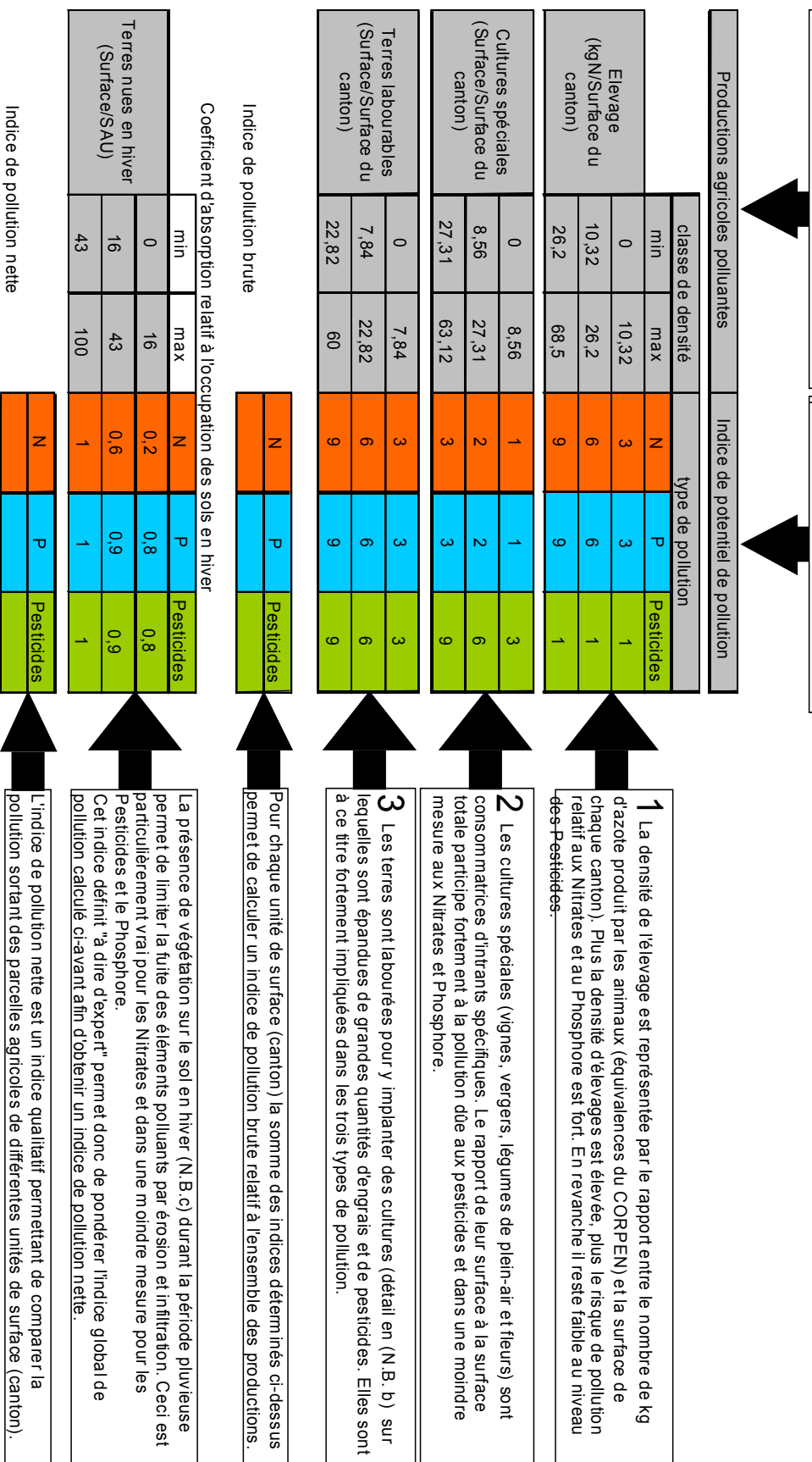
**Contexte** : Les phénomènes de transfert de pollution des parcelles agricoles vers les eaux superficielles et souterraines sont mal connus ; il n'est pas possible à l'heure actuelle de déterminer précisément les fuites d'éléments de façon scientifique. Pourtant il est nécessaire de dépasser la simple connaissance des productions agricoles pour estimer les pollutions qui en sont issues.

**Objectif** : Evaluer les risques de pollutions agricoles à partir des productions agricoles existantes.

**Méthode** : En l'absence de coefficient de transfert de pollution vérifié scientifiquement, il est tout de même possible d'estimer les pollutions agricoles de façon qualitative à dire d'expert.

Les productions agricoles polluantes sont de trois types (élevages, cultures spéciales, terres labourables) (N.B.a). Dans chaque unité de surface (canton) elles sont réparties sur trois classes de densité.

Les pollutions agricoles sont majoritairement de trois types (N, P, pesticides) : Pour chaque production agricole polluante, un indice de pollution est déterminé "à dire d'expert".



N.B.a : les productions agricoles utilisées sont issues du RGA 2000.

N.B.b : les terres labourables sont constituées des céréales, tournesol, autres oléagineux, cultures industrielles, légumes secs, maïs fourrage, pomme de terre, légume de plein-air, fleurs, jardins.

N.B.c : les terres nues en hiver sont constituées des terres labourables plus les vignes et vergers.

## 9. UNE METHODE D'ESTIMATION DES COEFFICIENTS D'AUTOEPURATION

*Source : Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse*

Dans le cadre du développement d'un logiciel de simulation de la qualité de l'eau, il est prévu d'intégrer un transfert de charges le long des cours d'eau prenant en compte les phénomènes d'auto-épuration.

Ces transferts sont appelés transferts de type 2 (T).

### 9.1. DEMARCHE

Après une analyse des quelques références bibliographiques disponibles sur le sujet de l'auto-épuration, il a semblé que la démarche la plus adéquat à notre projet était d'appliquer un coefficient d'abattement des charges circulantes par kilomètre linéaire de cours d'eau.

Les recherches bibliographiques ont révélé que peu de données chiffrées sont actuellement disponibles et de plus les quelques coefficients d'abattement fournis se veulent spécifiques au milieu sur lequel ils ont été calculés.

En revanche, beaucoup d'informations sont données quant aux éléments et facteurs influençant les phénomènes d'auto-épuration

Ainsi, les processus les plus déterminants sont :

- le débit du cours d'eau,
- sa vitesse,
- sa profondeur,
- sa température.

Beaucoup d'autres facteurs d'ordre chimiques et biologique viennent également influencer l'efficacité épuratrice d'une rivière, mais ils seront négligés dans notre approche, considérant que les critères physiques influencent de manière prépondérante par leur action dynamique sur l'aération de la rivière, mais également leur influence indirecte sur les développements biologiques (algues ou micro-organismes). On leur attribuera donc un caractère intégrateur.

## 9.2. ESTIMATION DE LA VALEUR DES COEFFICIENTS D'AUTO-EPURATION

### 9.2.1. Démarche

La démarche la plus souvent recommandée et appliquée consiste à calculer le coefficient d'abattement à partir d'une acquisition de donnée de terrain sur un secteur de cours d'eau peu influencé par des arrivées de rejets polluants. Ce coefficient est ensuite appliqué sur tout le linéaire du cours d'eau étudié, dans la mesure où ses caractéristiques morphodynamiques ne changent pas fondamentalement.

Une autre approche serait d'appliquer directement des modèles de qualité déjà bien calibrés et pour lesquels les valeurs d'auto-épurations sont directement calculées en fonction des caractéristiques morphodynamiques de la rivière, mais ces modèles nécessitent généralement de renseigner un nombre considérable de paramètres et pour des échelles très fines (de l'ordre de la centaine de mètre). Cette approche n'est pas applicable dans notre cas.

Dans le cadre de notre projet, il n'est également pas envisageable de mener des acquisitions de données compte tenu de la multiplicité des cours d'eau.

En revanche il est possible de s'appuyer sur les valeurs recueillies lors d'études déjà menées et de les appliquer pour des cours d'eau de type similaire.

### 9.2.2. Sources de données

Dans notre bassin, très peu d'études ont été menées et portées à notre connaissance, mais il est néanmoins possible de s'appuyer sur un gros travail d'investigation réalisé en 2000 par le Cabinet GAY-Environnement à la demande de la DIREN Rhône-Alpes.

Si cette étude ne concerne que la région Rhône-Alpes, elle reste la plus complète actuellement.

Cette étude présente toute une base de données rassemblant, pour 34 cours d'eau, les coefficients d'auto-épuration calculés à partir de mesures de terrain pour les paramètres DBO, NH4 et PO4, ainsi que parfois la DCO, le Ptotal et le NKJ. Ces données sont accompagnées d'éléments complémentaires sur le type de cours d'eau (d'après la carte « typologie simplifiée des cours d'eau de France »), le débit, la pente, la température, l'altitude et la date d'acquisition des données.

La démarche proposée consiste donc à calculer, à partir de cette base de données, le coefficient d'auto-épuration pour les différents types de cours d'eau définis selon les facteurs influençants évoqués précédemment :

Classes de débits :

$$Q \leq 0,1 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$0,1 < Q \leq 1 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$1 < Q \leq 3 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q > 3 \text{ m}^3/\text{s}$$

Classes de pente :

$$p \leq 0,3 \%$$

$$0,3 < p \leq 1 \%$$

$$1 < p \leq 2 \%$$

$$p > 2 \%$$

Classes de température :

$$t^{\circ} \leq 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$10 < t^{\circ} \leq 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t^{\circ} > 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Les coefficients d'auto-épuration calculés à partir de la base de données sont présentés en tableaux 1, 2 et 3.

### 9.2.3. Analyse des données

D'après le rapport de l'OIEau sur l'auto-épuration [OIEau, 2000 ; *L'autoépuration des cours d'eau ; rapport bibliographique de synthèse, 15 pp.*], la règle d'auto-épuration issue du modèle de Streeter & Phelps associe un phénomène de désoxygénation et un phénomène de réaération, chacun étant influencé par la température, le débit ou la pente selon des lois mises en équation.

Le phénomène global d'auto-épuration est donc plus ou moins efficace selon les situation.

**Ainsi, l'auto-épuration tend à être moins forte quand le débit augmente.**

**A l'inverse, plus la pente est élevée et plus le coefficient de réaération sera important, stimulant l'auto-épuration.**

**Enfin, la température croissante s'accompagne d'une augmentation conjointe des phénomènes de désoxygénation et de réaération.**

Les données recueillies dans l'étude de Gay-Environnement sont analysées de manière à vérifier que ces tendances sont vérifiées :

*Sur les figures 1-1 à 2-3, on observe bien que la tendance est vérifiée, bien que le nuage de points reste généralement très dispersé.*

### 9.2.4. Calcul d'un coefficient d'auto-épuration pour tous les types

A la lecture des tableaux 1 et 2, il apparaît que pour beaucoup de types, il n'existe pas de données pour pouvoir renseigner le coefficient d'auto-épuration.

Il est alors proposé d'extrapoler les valeurs en procédant comme suit :

- 1- calcul d'un coefficient d'auto-épuration pour chacun des 3 paramètres pris en compte et pour chaque classe : valeur retenue étant la **médiane**.
- 2- calcul d'une valeur extrapolée pour chaque type en retenant la **racine cubique** du produit des coefficients de chaque paramètre.

Les figures 3-1 à 3-3 présentent les résultats de cette méthode, en comparant les valeurs extrapolées aux valeurs observées.

On vérifie bien l'influence conjointe du débit et de la pente et, dans une moindre mesure, de la température.

Remarque : Bien qu'a priori on puisse considérer que l'approche présentée ci-dessus soit la plus représentative, d'autres possibilités ont été testées :

Le même exercice a été mené en retenant comme valeur d'extrapolation la moyenne des 3 coefficients, mais les résultats sont très proches. De la même façon, l'exercice a été mené en attribuant à chaque classe la valeur moyenne au lieu de la médiane, ce qui a amené à des résultats également très proches.

Une fois les coefficients d'auto-épuration attribués à chaque type, afin de définir dans quelle situation on se trouve, il convient de choisir de manière stratégique les données de débits et température que l'on souhaite utiliser comme référence (module, débits d'étiage, température moyenne, minimale,...).

### 9.3. APPLICATION DES COEFFICIENTS D'AUTO-EPURATION

Une fois le coefficient d'auto-épuration attribué à chaque tronçon, on appliquera la loi d'abattement selon l'équation suivante :

$$[C_{\text{aval}}] = [C_{\text{amont}}] \times A^n$$

avec  $A$  = coefficient d'auto-épuration  
 $n$  = longueur du tronçon (en km)

## 10. PNEC DES SUBSTANCES DANGEREUSES

Source : Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable

*PNEC* : (Predicted No-Effect Concentration) concentration prévue sans effet sur l'environnement d'après les études toxicologiques. Le ratio PEC/PNEC exprime le risque, combinaison du danger et de l'exposition d'une cible à ce danger.

### SUBSTANCES CITEES A L'ANNEXE X DE LA DCE (D'APRES DECISION N°2455/2001/CE)

n°	Statut	Substances DCE	SEQ-Eau (projet V2) µg/l	PNEC INERIS µg/l
1	Subst. Prio.	ALACHLOR	3	
2	Subst. Prio. en examen	ANTHRACENE	0,09	0,013
3	Subst. Prio. en examen	ATRAZINE	0,2	0,3
4	Subst. Prio.	BENZENE	5	80
5	Subst. Dang. Prio.	DIPHENYLETHER PENTABROMO	0,3	
6	Subst. Dang. Prio.	CADMIUM	0,01 / 0,04 / 0,09	0,5
7	Subst. Dang. Prio.	C10-13 CHLOROALCANES	0,5	
8	Subst. Prio.	CHLORFENVINPHOS	0,003	
9	Subst. Prio. en examen	CHLORPYRIFOS ethyl	0,0005	
10	Subst. Prio.	1,2 DICHLOROETHANE	1100	1100
11	Subst. Prio.	DICHLOROMETHANE	68	100
12	Subst. Prio. en examen	DIETHYLHEXYLPHTALATE	0,3	
13	Subst. Prio. en examen	DIURON	0,2	
14	Subst. Prio. en examen	ENDOSULFAN ALPHA	0,02	
15	Subst. Prio.	FLUORANTHENE	0,024	
16	Subst. Dang. Prio.	HEXACHLOROBENZENE	0,007	0,18
17	Subst. Dang. Prio.	HEXACHLOROBUTADIENE	0,1	0,1
18	Subst. Dang. Prio.	HEXACHLOROCYCLOHEXANE	0,01	0,001
19	Subst. Prio. en examen	ISOPROTURON	0,2	
20	Subst. Prio. en examen	PLOMB	2,1/ 5,2 / 10	4
21	Subst. Dang. Prio.	MERCURE	0,07	0,01
22	Subst. Prio. en examen	NAPHTALENE	1,9	2,4
23	Subst. Prio.	NICKEL	2,5 / 6,2 / 12	10
24	Subst. Dang. Prio.	NONYLPHENOL		
25	Subst. Prio. en examen	OCTYLPHENOL	0,1	
26	Subst. Dang. Prio.	PENTACHLOROBENZENE	1	
27	Subst. Prio. en examen	PENTACHLOROPHENOL	1	0,3
28	Subst. Dang. Prio.	<b>HAP</b>		0,21
		BENZO (a)PYRENE	0,0003	
		BENZO (k)FLUORANTHENE	0,003	
29	Subst. Prio. en examen	SIMAZINE	0,02	0,3
30	Subst. Dang. Prio.	TBT	0,0004	
31	Subst. Prio. en examen	TRICHLOROBENZENE	3	4
43	Subst. Prio.	TRICHLOROMETHANE (chloroforme)	12	72
33	Subst. Prio. en examen	TRIFLURALINE	0,2	

 Substances concernées par la directive 76/464/CE

**SUBSTANCES VISEES PAR LA DIRECTIVE 76/464/CE**  
**"CONCERNANT LA POLLUTION CAUSEE PAR CERTAINES SUBSTANCES DANGEREUSES**  
**DEVERSEES DANS LE MILIEU AQUATIQUE DE LA COMMUNAUTE"**

N° dans la liste UE	Nom de la substance	SEQ-Eau (projet V2) µg/l	PNEC INERIS <sup>3</sup> µg/l
2	2-Amino-4-chlorophenol		1
3	Anthracene	0,1	0,013
4	Arsenic et composés minéraux	10	10
7	Benzene	5	80
8	Benzidine		0,5
9	Benzyl chlorure (Alpha-chlorotoluene)		4
10	Benzylidene chlorure (Alpha, alpha-dichlorotoluene)		
11	Biphenyl		1,7
14	Chloral hydrate		
15	Chlordane		
16	Chloroacetique acide		
17	2-Chloroaniline	0,01	0,64
18	3-Chloroaniline	0,01	0,26
19	4-Chloroaniline	0,01	0,2
20	Chlorobenzene		32
21	1-Chloro-2,4dinitrobenzene		
22	2-Chloroethanol		
24	4-Chloro-3-methylphenol		3
25	1-Chloronaphthalene		
26	Chloronaphthalenes (technical mixture)		
27	4-Chloro-2-nitroaniline		3
28	1-Chloro-2-nitrobenzene	30	1
29	1-Chloro-3-nitrobenzene	30	1
30	1-Chloro-4-nitrobenzene	30	1
31	4-Chloro-2-nitrotoluene		0,3
32	Chloronitrotoluenes (autres que 4--chloro-2-nitrotoluene) 2-		14
32	Chloronitrotoluenes (autres que 4--chloro-2-nitrotoluene) 3-		20
33	2-Chlorophenol		3
34	3-Chlorophenol		3
35	4-Chlorophenol		3
36	Chloroprene (2-Chlorobuta-1,3-diene)		32
37	3-Chloropropene (Allyl chloride)		1,2
38	2-Chlorotoluene		14
39	3-Chlorotoluene		14
40	4-Chlorotoluene		14
41	2-Chloro-p-toluidine		0,62
42	Chlorotoluidines (autres que 2-Chloro-p-toluidine)		0,62
43	Coumaphos		
44	Cyanuric chlorure (2,4,6-Trichloro-1,3,5-triazine)		
45	2,4-D (dont 2,4-D-sels et 2,4-D-esters)		16

<sup>3</sup> Ces valeurs sont sujettes à évolution et sont donc données ici à titre indicatif. Voir le site de l'INERIS (<http://www.ineris.fr/recherches/fiches/fiches.htm>)

N° dans la liste UE	Nom de la substance	SEQ-Eau (projet V2) µg/l	PNEC INERIS <sup>3</sup> µg/l
47	Demeton (y compris Demeton-, Demeton-s, Demeton-s-methyl et Demeton-s-methyl-sulphone)		
48	1,2-Dibromoethane		
49	Dibutylétain dichlorure		
50	Dibutylétain oxyde	0,9	
51	Dibutylétain sels autres que Dibutylétain dichlorures et Dibutylétain oxyde)		
52	Dichloranilines	0,03	0,2
53	1,2-Dichlorobenzènes	20	5
54	1,3-Dichlorobenzènes	20	13
55	1,4-Dichlorobenzènes	20	20
56	Dichlorobenzidines		
57	Dichlorodiisopropyl ether		
58	1,1-Dichloroethane		93
60	1,1-Dichloroéthylène (Vinylidene chloride)		26
61	1,2-Dichloroéthylène	1100	165
62	Dichlorométhane	68	100
63	Dichloronitrobenzènes		1
64	2,4-Dichlorophénol	20	29
65	1,2- Dichloropropane		50
66	1,3-Dichloropropan-2-ol		40
67	1,3-Dichloropropène		
68	2,3-Dichloropropène		4
69	Dichlorprop	0,5	
72	Diéthylamine		
73	Diméthoate		
74	Diméthylamine		
75	Disulfoton		
78	Epichlorohydrine (1-chloro-2,3-epoxypropane)		5
79	Ethylbenzène		2,1
82	Heptachlor (including Heptachlorepoxyde)		
86	Hexachloroethane		1
87	Isopropylbenzène (cumène)		22
88	Linuron	0,5	
90	MCPA		42
91	Mecropop		150
93	Methamidophos		
94	Mevinphos		
95	Monolinuron		
96	Naphthalène	2	2,4
97	Ométhoate		
98	Oxydemethon-méthyl		
99	PAH (avec référence spéciale à : 3,4-Benzopyrene et 3,4-Benzofluoranthène)	0,0003	0,21
101	PCB (dont PCT)	0,001	0,002
103	Phoxim		
104	Propanil		
105	Pyrazon		
107	2,4,5-T (dont 2,4,5-T sels et 2,4,5-T esters)		
108	Tetrabutylétain		
109	1,2,4,5-Tetrachlorobenzène		1

N° dans la liste UE	Nom de la substance	SEQ-Eau (projet V2) µg/l	PNEC INERIS <sup>3</sup> µg/l
110	1,1,2,2-Tetrachloroethane	140	14
112	Toluene	100	74
113	Triazophos		
114	Tributyle phosphate		7,4
116	Trichlorfon		
119	1,1,1-Trichloroethane	130	130
120	1,1,2-Trichloroethane		300
122	Trichlorophenols 2,4,5	0,5	1,6
123	1,1,2-Trichlorotrifluoroethane		25
128	Vinyl chlorure (chloroethylene)		103
129	Xylenes (mélanges techniques d'isomeres)	1	1
132	Bentazone	190	
<b> </b>			
5	Azinphos-ethyl		
6	Azinphos-methyl		
70	Dichlorvos		
76	Endosulfan	0,02	
80	Fenitrothion		
81	Fenthion		
89	Malathion		
100	Parathion (dont Parathion-methyl)	0,00003(ethyl) / 0,02 (methyl)	
106	Simazine	0,02	0,3
115	Tributyletain oxyde		
124	Trifluraline	0,2	
125	Triphenylétain acetate (Fentin acetate)	0,02	
126	Triphenylétain chloride (Fentin chloride)	0,02	
127	Triphenylétain hydroxide (Fentin hydroxide)	0,02	
131	Atrazine	0,2	0,3
<b> </b>			
1	aldrine	0,01	
12	cadmium	0,1/0,4/0,1	0,5
13	tetrachlorure de carbone	35	18
23	chloroforme	12	72
46	DDT, DDD, DDE	0,002 (DDT) 0,3(DDE)	0,001 (DDT)
59	dichloroethane-1,2	1100	1100
71	dieldrine	0,005	
77	endrine	0,003	
83	hexachlorobenzene	0,007	0,18
84	hexachlorobutadiene	0,1	0,1
85	hexachlorocyclohexane (lindane)	0,01	0,001
92	mercure	0,07	0,01
102	pentachlorophenol	0,1	0,3
111	tetrachloroethylene	50	51
118	trichlorobenzene-1,2,3	3	
121	trichloroethylene	18	115
130	isodrine		
	trichlorobenzene-1,2,4	3	4
<b> </b>			
1(1)	Zinc	2,3/4,3/14	1
1(2)	Cuivre	0,017/0,1/0,27	1

N° dans la liste UE	Nom de la substance	SEQ-Eau (projet V2) µg/l	PNEC INERIS <sup>3</sup> µg/l
1(3)	Nickel	2,5/6,2/12	10
1(4)	Chrome	0,4/1,8/3,6	1
1(5)	Plomb	2,1/5,2/10	4
1(6)	Selenium		
1(7)	Arsenic	10	
1(8)	Antimoine		
1(9)	Molybdenum		
1(10)	Titanium		
1(11)	Etain		10
1(12)	Barium		
1(13)	Beryllium		
1(14)	Bore		
1(15)	Uranium		
1(16)	Vanadium		
1(17)	Cobalt		
1(18)	Thallium		
1(19)	Tellurium		
1(20)	Argent		
5	Phosphore composés		
7	Cyanures	0,0002	
7	Fluorures		
8	Ammonium	500	
8	Nitrite	300	

 Substances explicitement citées dans l'annexe X de la DCE



## 11. SUIVIS MILIEUX PAR SUBSTANCE TOXIQUE DANS LE RNB

Source : RNDE

**Avertissement :** Les pesticides ne sont pas présents dans ces tableaux. Des informations détaillées sont disponibles dans les bilans annuels de l'IFEN (Etudes et travaux n°36, « Les pesticides dans les eaux - Bilan annuel 2002 », 2002<sup>4</sup>)

### Nombre d'analyses disponibles dans le cadre du RNB (France entière)

Substance	Nombre d'analyses effectuées						
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Antimoine		1					
Arsenic	1059	998	1043	1207	1176	1270	1557
Baryum		1					
Benzène	154	147	275	315	260	321	355
Bore	318	236	234	5	224	989	1050
Cadmium	2327	2276	1588	1814	1598	1730	1919
Chloroaniline-2	36	50	276	315	252	329	315
Chloroaniline-3	36	50	276	315	252	329	315
Chloroforme	702	680	878	1012	988	1692	2260
Chrome	2267	2210	1536	1546	1539	1633	1837
Cuivre	2291	2233	1533	1595	1554	1678	1903
Dichloroaniline-3,4	12	37	238	276	213	329	303
Dichlorobenzène-1,2	487	475	276	315	295	579	603
Dichlorobenzène-1,3	465	495	276	315	295	579	603
Dichlorobenzène-1,4	457	495	276	315	295	579	603
Dichloroéthane-1,2	535	494	878	1008	988	1062	1179
Dichloroéthène-1,2	365	370	742	450	771	586	497
Dichlorométhane	391	396	742	869	848	787	911
Dichlorophénol-2,3	58	69				303	303
Dichlorophénol-2,5	232	262	46	64	213	303	303
Dichlorophénol-2,6	232	262	238	276	213	303	303
Dichlorophénol-3,4	232	262	1		213	303	303
Dichlorophénol-3,5	232	262	1		213	303	303
Hexachlorobenzène	478	439	1047	804	1026	1429	1931
Hexachlorobutadiène	222	184	540	583	548	448	518
Mercure	1515	1634	1320	1400	1355	1672	1850
Méthylphénol-2	12	12	46	64	213	303	303
Méthylphénol-3	12	12	46	64	213	303	303
Méthylphénol-4	12	12	46	64	213	303	303
Nickel	965	927	1206	1293	1253	1337	1542
Pentachlorophénol	815	742	616	459	765	511	565
Plomb	2290	2234	1536	1594	1540	1633	1836
Sélénium	405	361	43	116			29

<sup>4</sup> Egalement disponible au téléchargement à l'adresse : <http://www.ifen.fr/pestic/2002/pestic2002.htm>

Substance	Nombre d'analyses effectuées						
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Tétrachloréthène	560	520	1257	1427	1398	2032	2547
Tétrachloroéthane-1,1,2,2	363	370	738	803	668	676	853
Tétrachlorure de carbone	702	680	878	1024	1037	1715	2294
Toluène	154	147	275	314	260	321	355
Trichlorobenzène-1,2,3	255	231	540	583	534	731	799
Trichlorobenzène-1,2,4	275	251	540	583	611	747	802
Trichlorobenzène-1,3,5	219	206	540	583	525	722	789
Trichloroéthane-1,1,1	561	520	1257	1318	1352	2036	2617
Trichloroéthylène	481	412	1257	1428	1398	2042	2616
Trichlorophénol-2,3,5	36	37	238	276	213	303	303
Trichlorophénol-2,3,6	36	37	46	64	213	303	303
Xylène-méta	154	147	238	276	213	303	303
Xylène-ortho	154	147	238	276	213	303	303
Xylène-para	154	147	238	276	213	303	303
Zinc	2291	2232	1535	1571	1432	1656	1882

**Nombre de stations de mesure RNB concernées (France entière)**

Substance	Nombre de stations ayant des analyses						
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Antimoine		1					
Arsenic	500	458	620	725	684	717	788
Baryum		1					
Benzène	56	57	185	186	205	200	235
Bore	122	26	25	3	22	103	113
Cadmium	602	559	667	763	708	739	801
Chloroaniline-2	12	14	151	150	161	183	184
Chloroaniline-3	12	14	151	150	161	183	184
Chloroforme	148	153	210	262	281	358	393
Chrome	572	531	665	740	704	733	798
Cuivre	598	557	662	744	706	737	799
Dichloroaniline-3,4	12	13	148	147	158	183	183
Dichlorobenzène-1,2	80	87	151	150	204	216	252
Dichlorobenzène-1,3	92	92	151	150	204	216	252
Dichlorobenzène-1,4	84	92	151	150	204	216	252
Dichloroéthane-1,2	130	135	210	262	281	268	303
Dichloroéthène-1,2	97	102	199	169	259	219	209
Dichlorométhane	99	104	199	249	270	245	283
Dichlorophénol-2,3	16	16				182	183
Dichlorophénol-2,5	28	29	16	16	158	182	183
Dichlorophénol-2,6	28	29	148	147	158	182	183

Substance	Nombre de stations ayant des analyses						
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Dichlorophénol-3,4	28	29	1		158	182	183
Dichlorophénol-3,5	28	29	1		158	182	183
Hexachlorobenzène	180	171	368	354	391	377	429
Hexachlorobutadiène	31	32	182	180	219	204	240
Mercuré	546	496	655	734	699	738	801
Méthylphénol-2	12	12	16	16	158	182	183
Méthylphénol-3	12	12	16	16	158	182	183
Méthylphénol-4	12	12	16	16	158	182	183
Nickel	389	368	651	729	695	722	784
Pentachlorophénol	175	145	162	187	214	220	270
Plomb	597	557	665	743	706	737	797
Sélénium	225	175	28	46			28
Tétrachloréthène	132	137	267	316	336	403	419
Tétrachloroéthane-1,1,2,2	96	102	199	248	254	230	280
Tétrachlorure de carbone	148	153	210	273	294	368	394
Toluène	56	57	185	185	205	200	235
Trichlorobenzène-1,2,3	58	47	182	180	205	216	261
Trichlorobenzène-1,2,4	63	52	182	180	254	224	261
Trichlorobenzène-1,3,5	46	46	182	180	196	216	261
Trichloroéthane-1,1,1	132	137	267	300	328	403	426
Trichloroéthylène	110	106	267	316	336	403	426
Trichlorophénol-2,3,5	12	13	148	147	158	182	183
Trichlorophénol-2,3,6	12	13	16	16	158	182	183
Xylène-méta	56	57	148	147	158	182	183
Xylène-ortho	56	57	148	147	158	182	183
Xylène-para	56	57	148	147	158	182	183
Zinc	598	557	665	724	684	720	781



## 12. METHODOLOGIE DES DETERMINATION DES SUBSTANCES PRIORITAIRES ADOPTEE PAR LA COMMISSION INTERNATIONALE DE PROTECTION DU RHIN




*Source : Agence de l'Eau Rhin-Meuse*

### LISTE DES SUBSTANCES CANDIDATES EN VUE DE L'IDENTIFICATION DES SUBSTANCES SIGNIFICATIVES POUR LE RHIN

La liste des « substances candidates » tient compte de toutes les substances des directives et conventions suivantes:

- DCE, Annexe IX
- DCE, Annexe X
- Substances EPER (pour les exigences en termes d'émission)
- Substances de la directive 76/464/CEE, dans la mesure où elles ont été désignées par les Etats
- Substances de la CIPR (substances pour lesquelles il existe un objectif de référence de la CIPR)
- Substances OPAR
- Autres substances dans la mesure où elles ont été désignées par les Etats

La liste issue du document CP 13-01 rév. 24.01.02 a été adaptée en conséquence. Les doublons, les dénominations ambiguës etc. ont été corrigés dans la liste. Les substances figurant dans l'annexe X de la DCE sont indiquées en couleur.

	<b>(rouge)</b>	substance dangereuse prioritaire
	<b>(orange)</b>	substance prioritaire soumise à examen en vue de son éventuelle identification comme substance dangereuse prioritaire
	<b>(jaune)</b>	substance prioritaire

#### **Critères d'évaluation (concentrations dans le milieu naturel)**

La vérification de la pertinence des différentes substances pour l'ensemble du bassin du Rhin n'a de sens que si tous les Etats / secteurs de travail se basent sur les mêmes critères d'évaluation. En ce qui concerne les substances pour lesquelles il existe uniquement des normes de qualité nationales, les différences atteignent en partie un facteur 1000. Lorsque des normes de qualité tellement différentes servent de base à l'évaluation, une déduction cohérente des « substances significatives pour le Rhin » est impossible.

Les Etats se sont par conséquent entendus sur des critères d'évaluation uniformes et ce, en respectant les règles figurant ci-dessous. L'unique but de ces critères d'évaluation est d'identifier dans une première étape d'éventuelles substances significatives pour le Rhin. Ces substances ne sont pas automatiquement à considérer comme étant « significatives » au sens de la directive-cadre, mais le dépassement du critère d'évaluation voire le constat qu'aucune connaissance n'est disponible sur la substance en question signifient plutôt qu'il convient d'examiner ce cas plus en détail. Un tel classement n'a aucune conséquence en terme de surveillance ou de mesure, mais indique seulement qu'il y a un besoin de concertation entre les différents Etats / secteurs de travail.

### **Base de détermination des critères d'évaluation (concentrations dans le milieu naturel)**

Pour déterminer les critères d'évaluation, on a attribué aux substances – si disponibles - les objectifs de qualité / objectifs de référence définis par les directives européennes, les règlements nationaux ou les accords de la CIPR. *Il est prévu de compléter ce tableau par les normes de qualité des autres Etats riverains du Rhin lorsque celles-ci existent.*

### **Règles à respecter lors de la détermination des critères d'évaluation (concentrations dans le milieu naturel)**

Les règles suivantes sont appliquées de manière hiérarchique lors de la détermination des critères d'évaluation :

1	S'il existe un objectif de référence de la CIPR, celui est utilisé comme critère d'évaluation.
2	S'il existe une norme de qualité environnementale dans une directive de l'UE, mais pas d'objectif de référence de la CIPR, la norme de qualité de l'UE est utilisée comme critère d'évaluation.
3	S'il existe une NQE de l'UE et un objectif de réf. de la CIPR, on utilise la valeur la plus contraignante*.
4	S'il n'y a pas de NQE de l'UE ni d'objectif de référence de la CIPR, on utilise la valeur nationale la plus contraignante*.
5	<i>F, D, Lux et NL ont proposé pour chaque substance un critère d'évaluation sur la base de la règle n° 4. Au cas où les autres Etats membres de la CIPR ou Etats du bassin du Rhin déclarent d'autres normes de qualité, on applique à nouveau la règle n° 4.</i>

\* Le percentile 90 est à comparer avec le double de la moyenne ou du percentile 50. Pour simplifier le questionnaire, on indique comme critère d'évaluation dans le questionnaire la valeur résultant de la norme de qualité initiale (p.ex. d'un percentile 50 de la Région wallonne) conformément à cette règle (dans ce cas précis : critère d'évaluation = double de la norme de qualité).

### **Critères d'évaluation (émissions)**

Pour l'évaluation des émissions, on renonce à fixer des critères d'évaluation. Ils sont remplacés ici par des désignations sommaires (pas d'informations sur les émissions, rejets existants / pas de rejets). On spécifie ensuite si la substance est émise sous forme ponctuelle ou diffuse (ou les deux).

## Masque-questionnaire

Pour chaque secteur de travail, le masque-questionnaire se compose d'un volet « concentrations dans le milieu naturel » et d'un volet « émissions ». Il est prévu de remplir ce questionnaire de manière détaillée pour la partie B du rapport global sur le Rhin (substances spécifiques aux secteurs de travail) et pour la partie A du rapport global sur le Rhin (substances significatives pour le Rhin).

### Concentrations dans le milieu naturel

Les critères d'évaluation obtenus conformément aux règles susmentionnées (ainsi que le bruit de fond pour les métaux et, à titre d'exemple, les limites de dosage de quelques micropolluants organiques pour orientation) seront reportés dans les masques spécifiques aux secteurs de travail (annexes III) et transmis aux Etats / secteurs de travail chargés de remplir les masques.

Cette tâche de remplissage détaillée, qui doit être conforme aux indications figurant dans les colonnes 1 et 2 du tableau proposé ci-après, doit permettre d'identifier les substances significatives dans chaque secteur de travail et peut être considérée comme un élément à intégrer dans la **partie B** du rapport global d'état des lieux sur le Rhin (cf. document CC 04-02)

Les listes détaillées spécifiques aux secteurs de travail seront agrégées dans une deuxième étape au niveau des secteurs de travail. On identifiera ainsi au travers de cette agrégation les substances présentes dans chaque secteur de travail et significatives pour le bassin du Rhin dans son ensemble, notamment pour le corridor rhénan (« substances significatives pour le Rhin »). Cette liste constituera un élément de la **partie A** du rapport global d'état des lieux sur le Rhin (cf. document CC 04-02) et devra faire l'objet d'une concertation dans le secteur de travail concerné. Il n'est donc plus prévu ici de procéder à une subdivision selon les Etats.

Il est important de ne pas modifier la numérotation des substances pour éviter de générer des fautes au moment de la compilation.

Le remplissage pour la partie A et la partie B doit se faire à l'aide des signes suivants :

Interrogation détaillée au sein du secteur de travail pour la partie B du rapport		Agrégation au sein du secteur de travail pour la partie A du rapport	
Signe	signification	Signification	signe
-	La substance a été recherchée, mais pas détectée, et la limite de dosage (LD) est inférieure au critère d'évaluation.	Les concentrations de cette substance mesurées dans le secteur de travail n'entraînent pas de pertinence pour l'ensemble du bassin du Rhin.	-
<	Substance déterminée (> LD), mais respectant le critère d'évaluation.		

?	Pas de données disponibles pour cette substance dans le milieu naturel.	On ne dispose pas de suffisamment d'informations dans le secteur de travail pour juger de la pertinence pour l'ensemble du bassin du Rhin.	?
(-)	Valeur inférieure à LD, mais LD <sup>5</sup> supérieure au critère d'évaluation.		
x	La substance a été détectée, mais il n'existe pas de critère d'évaluation.		
>	La valeur dépasse le critère d'évaluation.	Les concentrations de cette substance mesurées dans le secteur de travail nécessitent que la pertinence pour l'ensemble du bassin du Rhin soit examinée plus en détail.	+
>a	La substance synthétique prioritaire dangereuse au sens de l'annexe X de la DCE a été détectée et dépasse ainsi le critère d'évaluation (« 0 »).		
>b	La substance naturelle prioritaire dangereuse au sens de l'annexe X de la DCE a été détectée et est supérieure au bruit de fond.		

On se base sur une évaluation des données collectées au cours de toute une année. Le traitement statistique réalisé correspond à la méthode qui a servi de base au critère d'évaluation. Les règles retenues concernant le traitement des valeurs inférieures à la limite de dosage et le traitement des données dont le nombre est insuffisant à des fins de statistiques doivent être appliquées. Les méthodes (valeur moyenne, percentile) sont indiquées dans le tableau.

### Domaine relatif aux émissions

Pour le remplissage de la colonne 'Emissions', on utilisera les signes suivants :

Questionnaire détaillé dans le secteur de travail pour la partie B du rapport		Agrégation dans le secteur de travail pour la partie A du rapport	
Signe	Signification	signification	Signe
-	La substance n'est ni produite, ni utilisée, ni rejetée dans le secteur de travail	La substance n'est pas produite, utilisée ou rejetée dans le secteur de travail en quantités telles qu'elle soit supposée significative pour le bassin du Rhin dans son ensemble	-
?	On ne dispose pas d'informations sur les éventuelles émissions de cette substance	Les informations disponibles dans le secteur de travail sont insuffisantes pour estimer la pertinence d'émissions éventuelles pour le bassin du Rhin dans son ensemble	?
x	La substance est produite, utilisée ou rejetée dans le secteur de travail (données ou estimations disponibles sur les quantités émises)	La substance est produite, utilisée ou rejetée dans le secteur de travail en quantités telles (données ou estimations disponibles sur les quantités émises) qu'elle est supposée significative pour le bassin du Rhin dans son ensemble	x

### Réseau de mesures de référence et période de référence

En règle générale, les stations de mesures représentatives d'un bassin versant d'une certaine taille (par exemple les stations de mesure du programme international de mesure ou les stations de mesures de programmes nationaux) doivent servir de base à l'évaluation. Il

<sup>5</sup> On présume que chaque Etat utilise la meilleure limite de dosage possible et l'identification de cette dernière n'est pas nécessaire.

convient d'indiquer le nom de la station de mesure dans la fiche Excel correspondante (annexe II).

La période de référence est en règle générale l'année 2000. A titre d'exception, il est possible de se baser sur les données de l'année 2001 (p.ex. celles issues du programme spécial allemand en vue de la mise en œuvre de la directive 76/464/CEE) ou alors de l'année 1999. Ceci n'a pas à être spécifié. Dans le cas où aucune mesure n'aurait été réalisée pendant la période 1999 à 2001 et que l'on se baserait donc sur des valeurs plus anciennes, il convient d'indiquer l'année de mesure.

**Ableitung von Bewertungsmaßstäben zur Ermittlung rheinrelevanter Stoffe /  
Déduction de critères d'évaluation en vue de la détermination de substances pertinentes pour le Rhin**

Stand / Etat: 24.10.2002

Nr.	CAS-Nr.	Substance	Substanzgruppe / Groupe de subst.	Bewertung 90-Perc ou double moyenne ou double 50- Perc	Einheit Unité	Background bruit de fond	BG limite déterm.	Secteur Rhin supérieur			Secteur Moselle/Sarre			Secteur Meuse		
								nur Orientierung	Milieu naturel	Apport ponctuel	Apport diffus	Milieu naturel	Apport ponctuel	Apport diffus	Milieu naturel	Apport ponctuel
1	79345	1,1,2,2-tétrachloroéthane	Alkane / Alcanes	20	µg/l		10	?	?	?	?	?	?	?	?	?
2	71556	1,1,1-trichloroéthane	Alkane / Alcanes	20	µg/l		10	-	x	?	-	x	?	-	x	?
3	79005	1,1,2-trichloroéthane	Alkane / Alcanes	20	µg/l		10	?	?	?	?	?	?	?	?	?
4	76131	1,1,2-trichlorotrifluoroéthane	Alkane / Alcanes	20	µg/l		10	?	?	?	?	?	?	?	?	?
5	106934	1,2-dibromométhane	Alkane / Alcanes	4	µg/l		2	?	?	?	?	?	?	?	?	?
6	75343	1,1-dichloroéthane	Alkane / Alcanes	20	µg/l		10	?	?	?	?	?	?	?	?	?
7	107062	1,2-dichloroéthane	Alkane / Alcanes	1	µg/l			(-)	x	?	(-)	x	?	(-)	x	?
8	56235	Tétrachlorométhane (tétrachlorure de carbone)	Alkane / Alcanes	1	µg/l			-	x	?	-	x	?	-	x	?
9	78875	1,2-dichloropropane	Alkane / Alcanes	20	µg/l		10	?	?	?	?	?	?	?	?	?
10	96231	1,3-dichloropropane 2-ol	Alkane / Alcanes	20	µg/l		10	?	?	?	?	?	?	?	?	?
11	85535848	C10 – 13-alcanes chlorées	Alkane / Alcanes	0,5	µg/l			?	?	?	?	?	?	?	?	?
12	85535848	Paraffines chlorées à courte chaîne	Alkane / Alcanes													
13	67663	Trichlorométhane (chloroforme)	Alkane / Alcanes	0,6	µg/l		0,5	-	?	?	-	x	?	-	x	?
14	75092	Dichlorométhane (chlorure de méthylène)	Alkane / Alcanes	20	µg/l		10	?	x	?	?	x	?	?	x	?
15	67721	Hexachloroéthane	Alkane / Alcanes	20	µg/l		10	?	?	?	?	?	?	?	?	?
16	75354	1,1-dichlorure d'éthylène	Alkene / Alcènes	20	µg/l		10	?	?	?	?	?	?	?	?	?
17	540590	1,2-dichlorure d'éthylène	Alkene / Alcènes	20	µg/l		10	?	?	?	?	?	?	?	?	?
18	542756	1,3-dichloropropène	Alkene / Alcènes	8	µg/l		10	?	?	?	?	?	?	?	?	?
19	78886	2,3-dichloropropène	Alkene / Alcènes	8	µg/l		10	?	?	?	?	?	?	?	?	?
20	126998	2-chloro-1,3-butadiène (chloroprène)	Alkene / Alcènes	20	µg/l			?	?	?	?	?	?	?	?	?
21		-Chloroprène (2-chloro-1,3- butadiène)	Alkene / Alcènes													
22	107051	3-chloropropène (chlorure d'allyle)	Alkene / Alcènes	3	µg/l		10	?	?	?	?	?	?	?	?	?
23	75014	Chlorure d'éthylène (chlorure de vinyle)	Alkene / Alcènes	4	µg/l			?	?	?	?	?	?	?	?	?
24	127184	Tétrachloroéthène (tétrachlorure d'éthylène)	Alkene / Alcènes	1	µg/l			-	x	?	-	x	?	-	x	?
25	79016	Trichloroéthène (trichlorure d'éthylène)	Alkene / Alcènes	1	µg/l			-	x	?	-	x	?	-	x	?

**Ableitung von Bewertungsmaßstäben zur Ermittlung rheinrelevanter Stoffe /  
Déduction de critères d'évaluation en vue de la détermination de substances pertinentes pour le Rhin**

Stand / Etat: 24.10.2002

Nr.	CAS-Nr.	Substance	Substanzgruppe / Groupe de subst.	Bewertung 90-Perc ou double moyenne ou double 50- Perc	Einheit Unité	Background bruit de fond	BG limite déterm.	Secteur Rhin supérieur			Secteur Moselle/Sarre			Secteur Meuse		
								-	?	?	?	?	?	?	?	?
26	95512	2-chloroaniline	Aniline / Anilines	0,1	µg/l		3	-	?	?	?	?	?	?	?	?
27	95761	3,4-dichloroaniline	Aniline / Anilines	0,1	µg/l		1	-	?	?	?	?	?	?	?	?
28	108429	3-chloroaniline	Aniline / Anilines	0,1	µg/l		1	-	x	?	?	?	?	?	?	?
29	108907	4-chloroaniline	Aniline / Anilines	0,05	µg/l		0,05	?	x	?	?	?	?	?	?	?
30	121879	4-chloro-2-nitroaniline	Aniline / Anilines	6	µg/l		3	?	?	?	?	?	?	?	?	?
31	27134276	Dichloroanilines (tous les isomères)	Aniline / Anilines	3	µg/l			?	x	?	?	?	?	?	?	?
32	615656	2-chloro-4-méthylaniline (2-chloro-p-toluidine)	Aniline / Anilines	20	µg/l			?	?	?	?	?	?	?	?	?
33	95501	1,2-dichlorobenzène	Benzole / Benzènes	20	µg/l		10	-	?	?	-	?	?	-	x	?
34	541731	1,3-dichlorobenzène	Benzole / Benzènes	20	µg/l		10	-	?	?	-	?	?	-	x	?
35	106467	1,4-dichlorobenzène	Benzole / Benzènes	20	µg/l		10	-	?	?	-	?	?	-	x	?
36		Dichloronitrobenzène	Benzole / Benzènes				10									
37	97007	1-chloro-2,4-dinitrobenzène	Benzole / Benzènes	10	µg/l		5	?	?	?	?	?	?	?	?	?
38	89214	2-chloronitrobenzène	Benzole / Benzènes	20	µg/l		10	-	?	?	?	?	?	?	?	?
39	88733	3-chloronitrobenzène	Benzole / Benzènes	2	µg/l		1	-	?	?	?	?	?	?	?	?
40	121733	4-chloronitrobenzène	Benzole / Benzènes	20	µg/l		10	-	?	?	?	?	?	?	?	?
41	71432	Benzène	Benzole / Benzènes	2	µg/l		1	?	x	?	?	x	?	?	x	?
42	108907	Chlorobenzène	Benzole / Benzènes	2	µg/l		1	?	?	?	?	?	?	?	x	?
43	100414	Benzène éthylique	Benzole / Benzènes	4	µg/l		10	?	?	?	?	?	?	?	?	?
44	98828	Isopropylbenzène (cumène)	Benzole / Benzènes	4	µg/l		10	?	?	?	?	?	?	?	?	?
45	608935	Pentachlorobenzène	Benzole / Benzènes	0,3	µg/l			?	?	?	?	?	?	?	?	?
46	95943	1,2,4,5-tétrachlorobenzène	Benzole / Benzènes	2	µg/l		1	?	?	?	?	?	?	?	?	?
47		Trichlorobenzènes	Benzole / Benzènes	0,1 (Einzel.)	µg/l			?	?	?	?	?	?	?	x	?
48		Trichlorobenzène (mélange technique)	Benzole / Benzènes													
49		1,2,3-trichlorobenzène	Benzole / Benzènes	0,1	µg/l			-	?	?	-	?	?	-	?	?
50	120821	1,2,4-trichlorobenzène	Benzole / Benzènes	0,1	µg/l			-	?	?	-	?	?	-	?	?

**Ableitung von Bewertungsmaßstäben zur Ermittlung rheinrelevanter Stoffe /  
Déduction de critères d'évaluation en vue de la détermination de substances pertinentes pour le Rhin**

Stand / Etat: 24.10.2002

Nr.	CAS-Nr.	Substance	Substanzgruppe / Groupe de subst.	Bewertung 90-Perc ou double moyenne ou double 50- Perc	Einheit Unité	Background bruit de fond	BG limite déterm.	Secteur Rhin supérieur			Secteur Moselle/Sarre			Secteur Meuse		
								-	?	?	-	?	?	-	?	?
51		1,3,5-trichlorobenzène	Benzole / Benzènes	0,1	µg/l			-	?	?	-	?	?	-	?	?
52	1336216	Azote ammoniacal	Anorgan. Verb. / Composés inorgan.	0,2	mg/l			>	x	x	>	x	x	>	x	x
53	7723140	P total	Anorgan. Verb. / Composés inorgan.	0,15 (MW!)	mg/l			>	x	x	>	x	x	>	x	x
54		N total	Anorgan. Verb. / Composés inorgan.	2,2	mg/l			>	x	x	>	x	x	>	x	x
55	108770	Chlorure de cyanure	Anorgan. Verb. / Composés inorgan.	0,2	µg/l			?	?	?	?	?	?	?	?	?
56		Chlorures	Anorgan. Verb. / Composés inorgan.	200	mg/L			<	x	x	>	x	x	<	x	x
57		Fluor	Anorgan. Verb. / Composés inorgan.	1,5	mg/L			<	x	x	<	x	x	<	x	x
58		Cyanures	Anorgan. Verb. / Composés inorgan.	0,02	mg/L			-	x	?	<	x	?	-	x	?
59	7440382	Arsenic	Schwermetalle u. Arsen / Métaux lourds et arsenic	40	mg/kg TS	20		<	x	x	<	x	x	<	x	x
60	7440439	Cadmium	Schwermetalle u. Arsen / Métaux lourds et arsenic	1	mg/kg TS	0,3		>b	x	x	>b	x	x	>b	x	x
61	7440473	Chrome	Schwermetalle u. Arsen / Métaux lourds et arsenic	100	mg/kg TS	80		<	x	x	<	x	x	<	x	x
62	7440508	Cuivre	Schwermetalle u. Arsen / Métaux lourds et arsenic	50	mg/kg TS	20		>	x	x	<	x	x	<	x	x
63	7439921	Plomb	Schwermetalle u. Arsen / Métaux lourds et arsenic	100	mg/kg TS	25		>	x	x	<	x	x	>	x	x
64	7439976	Mercure	Schwermetalle u. Arsen / Métaux lourds et arsenic	0,5	mg/kg TS	0,2		>b	x	x	>b	x	x	>b	x	x
65	7440020	Nickel	Schwermetalle u. Arsen / Métaux lourds et arsenic	50	mg/kg TS	30		<	x	x	<	x	x	<	x	x
66	7440666	Zinc	Schwermetalle u. Arsen / Métaux lourds et arsenic	200	mg/kg TS	100		>	x	x	>	x	x	>	x	x
67	1018040	4,4'-diaminobiphényle (benzidine)	Organ. Stickstoff-Verb. / Composés azotés organ.	0,1	µg/l		0,1	?	?	?	?	?	?	?	?	?
68		Dichlorodiaminbiphényle (dichlorobenzidine)	Organ. Stickstoff-Verb. / Composés azotés organ.	20	µg/l		10	?	?	?	?	?	?	?	?	?
69	109897	Diéthylamine	Organ. Stickstoff-Verb. / Composés azotés organ.	20	µg/l		10	?	?	?	?	?	?	?	?	?
70	124403	Diméthylamine	Organ. Stickstoff-Verb. / Composés azotés organ.	20	µg/l		10	?	?	?	?	?	?	?	?	?
71	126738	Tributylphosphate	'Organ. Phosphor-Verb. / composés phosph. org.	0,2	µg/l		10	?	?	?	?	?	?	?	?	?
72	107073	2-chloréthanol	'Organ. Sauerstoff-Verb. / composés oxygénés org.	20	µg/l		10	?	?	?	?	?	?	?	?	?
73	108601	bis(2-chlorisopropyl)éther	'Organ. Sauerstoff-Verb. / composés oxygénés org.	20	µg/l			?	?	?	?	?	?	?	?	?
74	302170	Hydrate de chlorate (2,2,2-trichloro-1,1-	'Organ. Sauerstoff-Verb. / composés oxygénés org.	20	µg/l		10	?	?	?	?	?	?	?	?	?
75	84742	Phtalate dibutylque	'Organ. Sauerstoff-Verb. / composés oxygénés org.					?	?	?	?	?	?	?	?	?

**Ableitung von Bewertungsmaßstäben zur Ermittlung rheinrelevanter Stoffe /  
Déduction de critères d'évaluation en vue de la détermination de substances pertinentes pour le Rhin**

Stand / Etat: 24.10.2002

Nr.	CAS-Nr.	Substance	Substanzgruppe / Groupe de subst.	Bewertung 90-Perc ou double moyenne ou double 50- Perc	Einheit Unité	Background bruit de fond	BG limite déterm.	Secteur Rhin supérieur			Secteur Moselle/Sarre			Secteur Meuse		
								?	?	?	?	?	?	?	?	?
76	117817	Diéthylhexylique phtalate (DEHP)	'Organ. Sauerstoff-Verb. / composés oxygénés org.	0,8	µg/l			?	?	?	?	?	?	?	?	?
77	106898	Epichlorhydrine	'Organ. Sauerstoff-Verb. / composés oxygénés org.	20	µg/l		0,1	?	?	?	?	?	?	?	?	?
78	107460	Hexaméthyl-disiloxane (HMDS)	'Organ. Sauerstoff-Verb. / composés oxygénés org.					?	?	?	?	?	?	?	?	?
79		Trioxyde d'arsenic	Organ. Metall-Verbindg. / composés org. de métaux						?	?		?	?		?	?
80	15972608	Alachlor	Pestizide / Pesticides	0,1	µg/l			?	-	+	?	-	+	?	-	+
81	1912249	Atrazine	Pestizide / Pesticides	0,1	µg/l		0,03	<	-	+	-	-	+	-	-	+
82	2642719	Azinphos-éthyl	Pestizide / Pesticides	0,1	µg/l			-	-	-	?	-	-	?	-	-
83	86500	Azinphos-méthyl	Pestizide / Pesticides	0,001	µg/l		0,1	(-)	-	+	?	-	+	?	-	+
84	25057890	Bentazone	Pestizide / Pesticides	0,1	µg/l		0,1	-	-	+	?	-	+	?	-	+
85	57749	Chlordane	Pestizide / Pesticides	0,002	µg/l		0,003	?	-	?	?	-	?	?	-	?
86	2921882	Chlorpyrifos	Pestizide / Pesticides	0,003	µg/l			(-)	-	?	?	-	?	?	-	?
87	470906	Chlorfenvinphos	Pestizide / Pesticides	0,002	µg/l			?	-	?	?	-	?	?	-	?
88	56724	Cumaphos	Pestizide / Pesticides	0,0007	µg/l		0,07	?	-	?	?	-	?	?	-	?
89	94757	2,4-D (acide 2,4-dichloro- phénoxyacétique)	Pestizide / Pesticides	0,1	µg/l		0,1	-	-	?	-	-	?	-	-	?
90			Pestizide / Pesticides													
91	50293	DDT pp'	Pestizide / Pesticides	0,001	µg/l			?	-	-	?	-	-	?	-	-
92	72548	DDD	Pestizide / Pesticides	0,001	µg/l			?	-	-	?	-	-	?	-	-
93	72559	DDE	Pestizide / Pesticides	0,001	µg/l			?	-	-	?	-	-	?	-	-
94	57749	Déméton	Pestizide / Pesticides	0,14	µg/l		0,1	?	-	?	?	-	?	?	-	?
95		Déméton-S-méthyl Déméton-S-méthylsulfone	Pestizide / Pesticides	0,2	µg/l		0,1	?	-	?	?	-	?	?	-	?
96	120365	Dichlorprop	Pestizide / Pesticides	0,1	µg/l		0,1	-	-	?	-	-	?	-	-	?
97	62737	Dichlorvos	Pestizide / Pesticides	0,0007	µg/l		0,1	(-)	-	+	?	-		?	-	
98	115322	Dicofol	Pestizide / Pesticides					?	-	?	?	-	?	?	-	?
99	60515	Diméthoate	Pestizide / Pesticides	0,1	µg/l		0,1	?	-	?	?	-	?	?	-	?
100	330541	Diuron	Pestizide / Pesticides	0,006	µg/l		0,05	(-)	-	+	(-)	-		(-)	-	

**Ableitung von Bewertungsmaßstäben zur Ermittlung rheinrelevanter Stoffe /  
Déduction de critères d'évaluation en vue de la détermination de substances pertinentes pour le Rhin**

Stand / Etat: 24.10.2002

Nr.	CAS-Nr.	Substance	Substanzgruppe / Groupe de subst.	Bewertung 90-Perc ou double moyenne ou double 50- Perc	Einheit Unité	Background bruit de fond	BG limite déterm.	Secteur Rhin supérieur			Secteur Moselle/Sarre			Secteur Meuse		
								?	-		?	-		?	-	
101	298044	Disulfoton	Pestizide / Pesticides	0,004	µg/l		0,004	?	-		?	-		?	-	
102		Drines	Pestizide / Pesticides						-			-			-	
103		Aldrine	Pestizide / Pesticides	0,001	µg/l			?	-	-	?	-	-	?	-	-
104		Dieldrine	Pestizide / Pesticides	0,001	µg/l			?	-	-	?	-	-	?	-	-
105	72208	Endrine	Pestizide / Pesticides	0,001	µg/l			?	-	-	?	-	-	?	-	-
106	465736	Isodrine	Pestizide / Pesticides	0,001	µg/l			?	-	-	?	-	-	?	-	-
107	115297	Endosulfan	Pestizide / Pesticides	0,001	µg/l			?	-	+	?	-		?	-	
108	959988	a-Endosulfan	Pestizide / Pesticides	0,02	µg/l			-	-	-	-	-	-	-	-	-
109	122145	Fénitrothion	Pestizide / Pesticides	0,001	µg/l		0,05	(-)	-	+	?	-	+	?	-	+
110	55389	Fenthion	Pestizide / Pesticides	0,007	µg/l		0,1	(-)	-	-	?	-	?	?	-	?
111	608731	HCH (somme)	Pestizide / Pesticides	0,1	µg/l			?	-	-	?	-	-	?	-	-
112		?-HCH (lindane)	Pestizide / Pesticides	0,002	µg/l		0,005	>a	-	-	>a	-	-	>a	-	-
113		a-HCH	Pestizide / Pesticides	0,1	µg/l			-	-	-	-	-	-	-	-	-
114		β-HCH	Pestizide / Pesticides	0,1	µg/l			-	-	-	-	-	-	-	-	-
115	76448	Heptachlor	Pestizide / Pesticides	0,0005	µg/l		0,03	?	-	?	?	-	?	?	-	?
116	118741	Hexachlorobenzène	Pestizide / Pesticides	0,001	µg/l			?	x	?	?	-	?	?	-	?
117	87683	Hexachlorobutadiène	Pestizide / Pesticides	0,2	µg/l			-	-	?	?	-	?	?	-	?
118	34123596	Isoproturon	Pestizide / Pesticides	0,1	µg/l		0,05	-	-	+	-	-	+	-	-	+
119	330552	Linuron	Pestizide / Pesticides	0,1	µg/l		0,1	-	-	+	-	-	+	-	-	+
120	121755	Malathion	Pestizide / Pesticides	0,02	µg/l		0,001	-	-	+	?	-	+	?	-	+
121	93652	MCPA	Pestizide / Pesticides	0,2	µg/l		0,1	-	-	?	-	-	?	-	-	?
122	93652	Mécoprop	Pestizide / Pesticides	0,1	µg/l		0,1	-	-	?	-	-	?	-	-	?
123	10265926	Méthamidophos	Pestizide / Pesticides	0,2	µg/l		0,1	?	-	?	?	-	?	?	-	?
124	72435	Méthoxychlor	Pestizide / Pesticides	0,002	µg/l			?	-	?	?	-	?	?	-	?
125	7786347	Mévinphos	Pestizide / Pesticides	0,0002	µg/l		0,0002	?	-	?	?	-	?	?	-	?

**Ableitung von Bewertungsmaßstäben zur Ermittlung rheinrelevanter Stoffe /  
Déduction de critères d'évaluation en vue de la détermination de substances pertinentes pour le Rhin**

Stand / Etat: 24.10.2002

Nr.	CAS-Nr.	Substance	Substanzgruppe / Groupe de subst.	Bewertung 90-Perc ou double moyenne ou double 50- Perc	Einheit Unité	Background bruit de fond	BG limite déterm.	Secteur Rhin supérieur			Secteur Moselle/Sarre			Secteur Meuse		
126	1746812	Monolinuron	Pestizide / Pesticides	0,2	µg/l		0,1	-	-	?	?	-	?	?	-	?
127	1113026	Méthoate	Pestizide / Pesticides	0,02	µg/l		0,1	?	-	?	?	-	?	?	-	?
128	301122	Oxydéméton-méthyl	Pestizide / Pesticides	0,035	µg/l		0,1	?	-	?	?	-	?	?	-	?
129	56382	Parathion-éthyl	Pestizide / Pesticides	0,0002	µg/l			(-)	-	+	?	-	+	?	-	+
130	298000	Parathion-méthyl	Pestizide / Pesticides	0,01	µg/l		0,1	(-)	-	+	?	-	+	?	-	+
131	87865	Pentachlorophénol	Pestizide / Pesticides	0,1	µg/l		0,05	<	-	?	-	-	?	?	-	?
132	709988	Phoxime	Pestizide / Pesticides	0,016	µg/l		<b>0,008</b>	?	-	?	?	-	?	?	-	?
133	709988	Propanile	Pestizide / Pesticides	0,2	µg/l		0,1	?	-	?	?	-	?	?	-	?
134	1698608	Pyrazone	Pestizide / Pesticides	0,2	µg/l		0,1	?	-	?	?	-	?	?	-	?
135	122349	Simazine	Pestizide / Pesticides	0,06	µg/l		0,005	-	-	+	-	-	+	-	-	+
136		2,4,5-T	Pestizide / Pesticides	0,2	µg/l		0,1	-	-	?	?	-	?	?	-	?
137	24017478	Triazophos	Pestizide / Pesticides	0,03	µg/l		<b>0,03</b>	?	-	?	?	-	?	?	-	?
138	52686	Trichlorphon	Pestizide / Pesticides	0,001	µg/l		<b>0,002</b>	?	-	?	?	-	?	?	-	?
139	1582098	Trifluraline	Pestizide / Pesticides	0,002	µg/l		0,05	(-)	-	+	(-)	-	+	(-)	-	+
140		Composés organoétains	Zinnorgan. Verbindungen / Composés organo-étains													
141		Chlorure de dibutylétain	Zinnorgan. Verbindungen / Composés organo-étains													
142		Oxyde de dibutylétain	Zinnorgan. Verbindungen / Composés organo-étains													
143		Sels de-Cation de dibutylétain	Zinnorgan. Verbindungen / Composés organo-étains	0,8	µg/l			-			-			?		
144	1461252	Tétrabutylétain	Zinnorgan. Verbindungen / Composés organo-étains	0,001	µg/l		<b>0,001</b>	?	?	?	?	?	?	?	?	?
145		Composés de tributylétain	Zinnorgan. Verbindungen / Composés organo-étains													
146		Oxyde de tributylétain	Zinnorgan. Verbindungen / Composés organo-étains													
147		Cation de tributylétain	Zinnorgan. Verbindungen / Composés organo-étains	0,001	µg/l			>a	?	?	>a	?	?	>a	?	?
148		Cation de triphénylétain	Zinnorgan. Verbindungen / Composés organo-étains	0,005	µg/l			(-)	?	?	(-)	?	?	?	?	?
149		Acétate de triphénylétain	Zinnorgan. Verbindungen / Composés organo-étains													
150		Chlorure de triphénylétain	Zinnorgan. Verbindungen / Composés organo-étains													

**Ableitung von Bewertungsmaßstäben zur Ermittlung rheinrelevanter Stoffe /  
Déduction de critères d'évaluation en vue de la détermination de substances pertinentes pour le Rhin**

Stand / Etat: 24.10.2002

Nr.	CAS-Nr.	Substance	Substanzgruppe / Groupe de subst.	Bewertung 90-Perc ou double moyenne ou double 50- Perc	Einheit Unité	Background bruit de fond	BG limite déterm.	Secteur Rhin supérieur			Secteur Moselle/Sarre			Secteur Meuse		
151	120832	2,4-dichlorophénol	Phenole / Phénols	0,2	µg/l		10	?	?	?	?	?	?	?	?	?
152	95852	2-amino-4-chlorophénol	Phenole / Phénols	0,2	µg/l		10	?	?	?	?	?	?	?	?	?
153	95578	2-chlorophénol	Phenole / Phénols	0,2	µg/l		10	?	?	?	?	?	?	?	?	?
154	108430	3-chlorophénol	Phenole / Phénols	0,2	µg/l		10	?	?	?	?	?	?	?	?	?
155	106489	4-chlorophénol	Phenole / Phénols	0,2	µg/l		10	?	?	?	?	?	?	?	?	?
156	59507	4-chlorophénol-3- méthylphénol	Phenole / Phénols	0,2	µg/l		10	?	?	?	?	?	?	?	?	?
157	27193868	Dodécylphénol	Phenole / Phénols					?	?	?	?	?	?	?	?	?
159		Nonylphénols	Phenole / Phénols													
159	104405	Para-nonylphénol	Phenole / Phénols	0,6	µg/l			?	?	?	?	?	?	?	?	?
160	9016459	Ethoxylate de nonylphénol	Phenole / Phénols					?	?	?	?	?	?	?	?	?
162	140669	para-tert-octylphénol	Phenole / Phénols	0,1	µg/l			?	?	?	?	?	?	?	?	?
163		Tétrabrombisphe��nol A (TBBA)	Phenole / Phénols					?	?	?	?	?	?	?	?	?
164	95954	2,4,5-trichlorophénol	Phenole / Phénols	0,2	��g/l		1	?	?	?	?	?	?	?	?	?
165		Indice Phénol	Phenole / Phénols	60	��g/l			?			?			?		
166		Dérivé de diph��nylpentabrom��	Halogenierte / Halogénés	0,2	��g/l			?	?	?	?	?	?	?	?	?
167		Diph��nyl��ther bromés	Halogenierte / Halogénés					?	?	?	?	?	?	?	?	?
168	7440439	Biphényle	Halogenierte / Halogénés	2	��g/l		1	-	?	?	?	?	?	?	?	?
169	1336363	PCB: 7 substances individuelles (congénères)	Halogenierte / Halogénés	0,0001	��g/l			<	?	?	>	x	?	?	?	?
170	1746016	PCDD, PCDF	Halogenierte / Halogénés					?	?	?	?	?	?	?	?	?
171		HPA	Polyzykl. arom. Verb./ Comp. polycycl. arom.													
172		à HPA (somme de benzo(b)fluoranthène,	Polyzykl. arom. Verb./ Comp. polycycl. arom.	0,1	��g/l			<	x	?	>	x	?	?	?	?
174		à HPA (somme de benzo(a)pyrène,														
173	120127	Anthracène	Polyzykl. arom. Verb./ Comp. polycycl. arom.	0,02	��g/l		0,01	<	?	?	>	x	?	?	?	?

**Ableitung von Bewertungsmaßstäben zur Ermittlung rheinrelevanter Stoffe /  
Déduction de critères d'évaluation en vue de la détermination de substances pertinentes pour le Rhin**

Stand / Etat: 24.10.2002

Nr.	CAS-Nr.	Substance	Substanzgruppe / Groupe de subst.	Bewertung 90-Perc ou double moyenne ou double 50- Perc	Einheit Unité	Background bruit de fond	BG limite déterm.	Secteur Rhin supérieur			Secteur Moselle/Sarre			Secteur Meuse		
								<	x	?	>	x	?	?	?	?
174	50328	Benzo(a)pyrène	Polyzykl. arom. Verb./ Comp. polycycl. arom.	0,01	µg/l		0,01	<	x	?	>	x	?	?	?	?
175	193395	Indéno(1,2,3cd)pyrène	Polyzykl. arom. Verb./ Comp. polycycl. arom.	0,05	µg/l		0,025	>	x	?	>	x	?	?	?	?
176	191242	Benzo(ghi)pérylène	Polyzykl. arom. Verb./ Comp. polycycl. arom.	0,05	µg/l		0,025	<	x	?	>	x	?	?	?	?
177	206440	Fluoranthène	Polyzykl. arom. Verb./ Comp. polycycl. arom.	0,02	µg/l		0,025	<	x	?	>	x	?	?	?	?
178	205992	Benzo(b)fluoranthène	Polyzykl. arom. Verb./ Comp. polycycl. arom.	0,05	µg/l		0,025	<	x	?	>	x	?	?	?	?
179	207089	Benzo(k)fluoranthène	Polyzykl. arom. Verb./ Comp. polycycl. arom.	0,05	µg/l		0,025	<	x	?	>	x	?	?	?	?
180	25586430	Chloronaphtalène (mélange)	Polyzykl. arom. Verb./ Comp. polycycl. arom.	0,02	µg/l		0,01	?	?	?	?	?	?	?	?	?
181	90131	1-chloronaphtalène	Polyzykl. arom. Verb./ Comp. polycycl. arom.	2	µg/l		1	?	?	?	?	?	?	?	?	?
182	91203	Naphtalène	Polyzykl. arom. Verb./ Comp. polycycl. arom.	1,2	µg/l		1	?	x	?	?	x	?	?	?	?
183	95498	2-chlorotoluène	Toluene und Xylene / Toluènes et xylènes	1	µg/l		1	(-)	?	?	?	?	?	?	?	?
184	108418	3-chlorotoluène	Toluene und Xylene / Toluènes et xylènes	20	µg/l		10	?	?	?	?	?	?	?	?	?
185	106434	4-chlorotoluène	Toluene und Xylene / Toluènes et xylènes	1	µg/l		1	(-)	?	?	?	?	?	?	?	?
186	98511	4-tert-butyltoluène	Toluene und Xylene / Toluènes et xylènes					?	?	?	?	?	?	?	?	?
187	98873	alpha,alpha-dichlorotoluène (chlorure de benzylidène)	Toluene und Xylene / Toluènes et xylènes	20	µg/l		10	?	?	?	?	?	?	?	?	?
188	100447	alpha-chlorotoluène (chlorure de benzyle)	Toluene und Xylene / Toluènes et xylènes	20	µg/l		10	?	?	?	?	?	?	?	?	?
189		Chloroaminotoluènes (chloro-	Toluene und Xylene / Toluènes et xylènes	20	µg/l		10	?	?	?	?	?	?	?	?	?
190	25567684	Chloronitrotoluène (tous les isomères)	Toluene und Xylene / Toluènes et xylènes	2	µg/l		1	?	?	?	?	?	?	?	?	?
191	89598	4-chloro-2-nitrotoluène	Toluene und Xylene / Toluènes et xylènes	20	µg/l			?	?	?	?	?	?	?	?	?
192	108883	Toluène	Toluene und Xylene / Toluènes et xylènes	4	µg/l		10	?	?	?	?	x	?	?	x	?
194	95476	1,2-xylène (o-xylène)	Toluene und Xylene / Toluènes et xylènes	20	µg/l			?	?	?	?	?	?	?	?	?
195	108383	1,3-xylène (m-xylène)	Toluene und Xylene / Toluènes et xylènes	20	µg/l			?	?	?	?	?	?	?	?	?
196	106423	1,4-xylène (p-xylène)	Toluene und Xylene / Toluènes et xylènes	20	µg/l			?	?	?	?	?	?	?	?	?
197		Xylène (mélange)	Toluene und Xylene / Toluènes et xylènes	4	µg/l			?	?	?	?	x	?	?	x	?

**Ableitung von Bewertungsmaßstäben zur Ermittlung rheinrelevanter Stoffe /  
Déduction de critères d'évaluation en vue de la détermination de substances pertinentes pour le Rhin**

Stand / Etat: 24.10.2002

Nr.	CAS-Nr.	Substance	Substanzgruppe / Groupe de subst.	Bewertung 90-Perc ou double moyenne ou double 50- Perc	Einheit Unité	Background bruit de fond	BG limite déterm.	Secteur Rhin supérieur			Secteur Moselle/Sarre			Secteur Meuse		
								?	?	?	?	?	?	?	?	?
198	81152	Xylène musqué	Toluene und Xylene / Toluènes et xylènes					?	?	?	?	?	?	?	?	?
199		AOX	Andere Parameter / Autre paramètres	50	µg/l			<	x	X	>	x	X	<	x	X
200		Carbone organique (COT)	Andere Parameter / Autre paramètres		mg/l			?			?			?		
900		Trans-chlordanes	Halogenierte / Halogénés	0,006	µg/l			?	?	?	?	?	?	?	?	?
901	79118	Acide chloro-acétique	Halogenierte / Halogénés	20	µg/l			?	?	?	?	?	?	?	?	?
906		Chloro-3 Toluidine-p	Toluene und Xylene / Toluènes et xylènes	20	µg/l			?	?	?	?	?	?	?	?	?
907		Chloro-5 Toluidine-o	Toluene und Xylene / Toluènes et xylènes	20	µg/l			?	?	?	?	?	?	?	?	?
910	554007	2,4-Dichloroaniline	Aniline / Anilines	2	µg/l			?	?	?	?	?	?	?	?	?
911	95829	2,5-Dichloroaniline	Aniline / Anilines	2	µg/l			?	?	?	?	?	?	?	?	?
912	608311	2,6-Dichloroaniline	Aniline / Anilines	2	µg/l			?	?	?	?	?	?	?	?	?
913	626437	3,5-Dichloroaniline	Aniline / Anilines	2	µg/l			?	?	?	?	?	?	?	?	?
914		1,2-Dichloro-3-nitrobenzène	Benzole / Benzènes	20	µg/l			?	?	?	?	?	?	?	?	?
915		1,2-Dichloro-4-nitrobenzène	Benzole / Benzènes	20	µg/l			?	?	?	?	?	?	?	?	?
916		1,3-Dichloro-4-nitrobenzène	Benzole / Benzènes	20	µg/l			?	?	?	?	?	?	?	?	?
917		1,4-Dichloro-2-nitrobenzène	Benzole / Benzènes	20	µg/l			?	?	?	?	?	?	?	?	?
920		'alpha-Heptachlore époxyde	Halogenierte / Halogénés	0,2	µg/l			?	?	?	?	?	?	?	?	?
921		'beta-Heptachlore époxyde	Halogenierte / Halogénés	0,2	µg/l			?	?	?	?	?	?	?	?	?
923		PCB-101	Halogenierte / Halogénés	4	µg/kg			<	x	?	(-)	x	?	(-)	?	?
924		PCB-118	Halogenierte / Halogénés	4	µg/kg			-	x	?	(-)	x	?	(-)	?	?
925		PCB-138	Halogenierte / Halogénés	4	µg/kg			<	x	?	(-)	x	?	(-)	?	?
926		PCB-153	Halogenierte / Halogénés	4	µg/kg			<	x	?	(-)	x	?	(-)	?	?
927		PCB-180	Halogenierte / Halogénés	4	µg/kg			<	x	?	(-)	x	?	(-)	?	?
928		PCB-28	Halogenierte / Halogénés	4	µg/kg			-	x	?	(-)	x	?	(-)	?	?
929		PCB-52	Halogenierte / Halogénés	4	µg/kg			-	x	?	(-)	x	?	(-)	?	?
930		2,3,4-Trichlorophénol	Phenole / Phénols	0,2	µg/l			?	?	?	?	?	?	?	?	?

**Ableitung von Bewertungsmaßstäben zur Ermittlung rheinrelevanter Stoffe /  
Déduction de critères d'évaluation en vue de la détermination de substances pertinentes pour le Rhin**

Stand / Etat: 24.10.2002

Nr.	CAS-Nr.	Substance	Substanzgruppe / Groupe de subst.	Bewertung 90-Perc ou double moyenne ou double 50- Perc	Einheit Unité	Background bruit de fond	BG limite déterm.	Secteur Rhin supérieur			Secteur Moselle/Sarre			Secteur Meuse		
								?	?	?	?	?	?	?	?	?
931		2,3,5-Trichlorophénol	Phenole / Phénols	0,2	µg/l			?	?	?	?	?	?	?	?	?
932		2,3,6-Trichlorophénol	Phenole / Phénols	0,2	µg/l			?	?	?	?	?	?	?	?	?
933		3,4,5-Trichlorophénol	Phenole / Phénols	0,2	µg/l			?	?	?	?	?	?	?	?	?
934		2,4,6-Trichlorophénol	Phenole / Phénols	0,2	µg/l			?	?	?	?	?	?	?	?	?
935		1,1,2- Trichlorotrifluoroéthane	Halogenierte / Halogénés	20	µg/l			?	?	?	?	?	?	?	?	?
908		Déméton-S	Pestizide / Pesticides	0,2	µg/l			?	?	?	?	?	?	?	?	?
909		2,3-Dichloroaniline	Aniline / Anilines	2	µg/l			?	?	?	?	?	?	?	?	?
947	67129082	Metazachlor	Pestizide / Pesticides	34	µg/l			?	-	?	?	-	?	?	-	?
948	1929880	Methabenzthiazuron	Pestizide / Pesticides	1,8	µg/l			?	-	?	?	-	?	?	-	?
949	51218452	Metolachlor	Pestizide / Pesticides	0,2	µg/l			?	-	?	?	-	?	?	-	?
950		Promethryn	Pestizide / Pesticides		µg/l			?	-	?	?	-	?	?	-	?
951		Propazine	Pestizide / Pesticides		µg/l			?	-	?	?	-	?	?	-	?
952		Terbutylazine	Pestizide / Pesticides		µg/l			(-)	-	?	(-)	-	?	(-)	-	?
953		Thallium	Metalle / Métaux	1,7	µg/l			?	?	?	?	?	?	?	?	?
954		Uranium	Metalle / Métaux		µg/l			?	?	?	?	?	?	?	?	?
955		Antimoine	Metalle / Métaux	7,2 oder 15	mg/kg TS			?	?	?	?	?	?	?	?	?
956		Barium	Metalle / Métaux	230 / 300	mg/kg TS			?	?	?	?	?	?	?	?	?
957		Beryllium	Metalle / Métaux	0,2 / 1,2	mg/kg TS			?	?	?	?	?	?	?	?	?
958		Cobalt	Metalle / Métaux	3,1 / 19	mg/kg TS			?	x	?	?	x	?	?	?	?
959		Molybdène	Metalle / Métaux	300 / 200	mg/kg TS			?	?	?	?	?	?	?	?	?
960		Selenium	Metalle / Métaux	5,4 / 2,9	mg/kg TS			?	?	?	?	?	?	?	?	?
961		Argent	Metalle / Métaux	5,5	µg/l			?	?	?	?	?	?	?	?	?
962		Tellurium	Metalle / Métaux	5,1 / 56	mg/kg TS			?	?	?	?	?	?	?	?	?
963		Titane	Metalle / Métaux	220	µg/l			?	?	?	?	?	?	?	?	?
964		Vanadium	Metalle / Métaux		mg/kg TS			?	?	?	?	?	?	?	?	?

**Ableitung von Bewertungsmaßstäben zur Ermittlung rheinrelevanter Stoffe /  
Déduction de critères d'évaluation en vue de la détermination de substances pertinentes pour le Rhin**

Stand / Etat: 24.10.2002

Nr.	CAS-Nr.	Substance	Substanzgruppe / Groupe de subst.	Bewertung 90-Perc ou double moyenne ou double 50- Perc	Einheit Unité	Background bruit de fond	BG limite déterm.	Secteur Rhin supérieur			Secteur Moselle/Sarre			Secteur Meuse		
								?	x	?	?	x	?	?	?	?
965		Etain	Metalle / Métaux		mg/kg TS			?	x	?	?	x	?	?	?	?

<b>13. SUBSTANCES UTILISEES PAR CODE D'ACTIVITE TEF (TABLEAUX D'ESTIMATION FORFAITAIRE)</b>
---



### Liste des polluants utilisés par secteur d'activité

source : Agence de l'Eau Loire-Bretagne

CODE ACTIVITE	Descriptif	Polluant utilisé par l'activité
D000-D399	Métallurgie, sidérurgie, fonderie	arsenic; cadmium; mercure; benzène; chloroforme; dichlorobenzène; HPA; toluène; trichloroéthane; trichloroéthylène
D370	Dégraissage par solvants halogénés	Trichloroéthylène; 1,1,1-trichloroéthane; perchloréthylène; dichlorométhane;
D400	Traitement de surface	arsenic; cadmium; chloroforme; dichlorobenzène; dichlorométhane; tétrachloroéthylène; toluène; trichloroéthane; trichloroéthylène; xylène
D421	Utilisation du cuivre électrolytique	cuivre
D422	Utilisation du cuivre chimique	cuivre
D430	Utilisation du Zinc	Zinc
D440	Utilisation du cadmium	cadmium
D451	Utilisation du chrome	chrome
D452	Utilisation du chrome dur	chrome
D461	Utilisation des cyanures	CN
D470	Utilisation du fluor	Fluor
D481	Décapage du cuivre et du laiton (tonne de cuivre décapé par an)	cuivre
D482	Décapage de l'aluminium	aluminium
D483	Décapage de l'acier inoxydable sans traitement des bains concentrés	
D484	Décapage de l'acier inoxydable avec traitement complet des bains concentrés	
D485	Gravure en circuits imprimés (tonne de cuivre soumis à gravure)	cuivre
D610	Fabrication de piles, accumulateurs, batteries (tonne de mercure acheté par an)	mercure
D613	Fabrication de piles, accumulateurs, batteries (tonne de cadmium acheté par an)	cadmium

ANNEXES

CODE ACTIVITE	Descriptif	Polluant utilisé par l'activité
D800	Activités mécaniques - Matériels d'équipements	mercure; benzène; chlorobenzène; chloroforme; diméthylamine; HPA; naphthalène; trichloroéthane
D801	Fabrication de billes d'acier	
D900	autres activité mécanique	
D911	Usinage à partir d'organo-halogénés	
D997	Lavage des cuves et rejet des eaux de ruissellement sur les aires de stockage des produits (m3 d'eau utilisé)	
E010	Fabrication de fibres de verre	
E010-E099	Industries du verre	arsenic; cadmium; trichloroéthylène; xylène
E050	Industries du verre - activités diverses	cadmium
E052	Fabrication d'émaux vitrifiables pour l'industrie de la céramique et du verre	cadmium
F000-F699	Industries chimiques	Tous les produits de la liste : 10,15,24,25,26,27,29,31,32,34,40,41,42,43,50,56,57,61,68,71,77,82,86,95,99,105,107,120,125,126,127,130,132.
F110	Industries chimiques minérales (+ poudres et explosifs)	Oxyde de dibutyléain; sels de dibutyléains; dichlorométhane; diéthylamine; éthylbenzène; hexachlorocyclohexane; isopropylbenzène; toluène; trichloroéthane; trichloroéthylène; xylènes; cadmium
F410-F499	Industries chimiques : groupe II	chloroforme; épichlorhydrine; pentachlorophénol; tétrachloroéthylène; perchloroéthylène
F510-F599	Industries chimiques : groupe III: Alcaloïdes, produits dérivés du bois, acides tartrique et citrique, produits extraits des algues, colles et gélatines.	
F610-F640	Industries chimiques : groupe IV	chloroforme; épichlorhydrine; pentachlorophénol; tétrachloroéthylène; perchloroéthylène
F610	Labo de recherche chimique, fabrication de pigments minéraux, accessoires et pièces de pyrotechnie, pdts pharmac., pdts abrasifs, charbons, pdts d'entretiens, peintures, vernis, encres, mastics, couleurs, etc..	chloroforme; épichlorhydrine; pentachlorophénol; tétrachloroéthylène; perchloroéthylène
F700-F799	Industries du caoutchouc	naphthalène; tétrachloroéthylène; toluène; trichloroéthylène; xylènes; arsenic; cadmium; benzène; chloroforme; CCl4; chloroprène; dichlorobenzène; dichlorométhane; HCH; perchloroéthylène
F810	Mise en oeuvre de produits organo-halogénés.	

## ANNEXES

CODE ACTIVITE	Descriptif	Polluant utilisé par l'activité
L000-L195	Industries papetières	arsenic; cadmium; mercure; benzène; chloroforme; dichlorométhane; tétrachloroéthylène; toluène; trichloroéthane; trichloroéthylène; xylène
L200	Transformation du bois	toluène; xylène; dichloroéthane; CCl4; trichloroéthylène;
L210	Utilisation de créosote	
L211	Utilisation de produits hydrodispensables et de sels organiques	
L212	Utilisations de produits organiques en milieu solvants pétroliers	
L213	Utilisation de sels organiques	
L299	Production de poteaux télégraphiques en pin imprégnés au sulfate de cuivre	cuivre ?
L310-L332	Lavage, dégraissage et désuintage de la laine	naphtalène; tétrachloroéthylène; toluène; trichloroéthylène; xylènes; arsenic; cadmium; benzène
L331-L332	Avec utilisation de détergeants sans récupération de suintine	
L410-L500	Fabrication de fibres artificielles et synthétiques	
L600-800	Blanchiment, teinture, impression, apprêt	naphtalène; tétrachloroéthylène; toluène; trichloroéthylène; xylènes; arsenic; cadmium; benzène; trichloroéthane, chlorobenzène; chlorobenzène
M011-130	Tanneries	chlorobenzène; tétrachloroéthylène; trichloroéthane; trichloroéthylène, cadmium; chrome
M150-M152	Production de cuir finis (retannage, teinture, nourriture)	
M196	Production de cuir tannés au chrome (peaux avec et sans lavage de laine et dégraissage)	chrome
M198	Production de cuir tannés au chrome à partir de peaux lainées	chrome
M199	Tannage en croûte au végétal ou au chrome sans lavage de la laine et sans dégraissage des peaux	chrome
N011-N420	Fabrication des corps gras, savons, acides gras, glycérols	
N4	Fabrication des détergents industriels et ménagers	
N511	Sans récupération de l'eau de lavage des sols	
N513	Fabrication d'esters et de savons d'acides gras, conditionnement d'acides gras	

ANNEXES

CODE ACTIVITE	Descriptif	Polluant utilisé par l'activité
N520	Fabrication de détergeants à partir de produits actifs	
N610-N620	Fabrication et conditionnement de produits d'hygiène	
P010	Industries diverses : indust. polygraphique, presse édition	toluène; trichloroéthylène
P020	Imprimerie sur cartons	
P110-P310	Industries diverses : plastiques, tabacs et allumettes, autres	chlorophénol; naphthalène; PCB; PCP; tétrachloréthylène; toluène; trichlorotrifluoroéthane; xylènes; arsenic; cadmium
S100	Emploi de comp. organo-halogénés pour autre que traitement de surface de surface, chimie, mégisseries.	

## 14. CODE D'ACTIVITE NAF (NOMENCLATURE DES ACTIVITES FRANÇAISES)

### *Nomenclature 60 divisions*

CODE	LIBELLE
01	Agriculture, chasse, services annexes
02	Sylviculture, exploitation forestière, services annexes
05	Pêche, aquaculture
10	Extraction de houille, de lignite et de tourbe
11	Extraction d'hydrocarbures - services annexes
12	Extraction de minerais d'uranium
13	Extraction de minerais métalliques
14	Autres industries extractives
15	Industries alimentaires
16	Industrie du tabac
17	Industrie textile
18	Industrie de l'habillement et des fourrures
19	Industrie du cuir et de la chaussure
20	Travail du bois et fabrication d'articles en bois
21	Industrie du papier et du carton
22	Edition, imprimerie, reproduction
23	Cokéfaction, raffinage, industries nucléaires
24	Industrie chimique
25	Industrie du caoutchouc et des plastiques
26	Fabrication d'autres produits minéraux non métalliques
27	Métallurgie
28	Travail des métaux
29	Fabrication de machines et équipements
30	Fabrication de machines de bureau et de matériel informatique
31	Fabrication de machines et appareils électriques
32	Fabrication d'équipements de radio, télévision et communication
33	Fabrication d'instruments médicaux, de précision, d'optique et d'horlogerie
34	Industrie automobile
35	Fabrication d'autres matériels de transport
36	Fabrication de meubles - industries diverses
37	Récupération
40	Production et distribution d'électricité, de gaz et de chaleur
41	Captage, traitement et distribution d'eau
45	Construction
50	Commerce et réparation automobile
51	Commerce de gros et intermédiaires du commerce
52	Commerce de détail et réparation d'articles domestiques
55	Hôtels et restaurants
60	Transports terrestres
61	Transports par eau
62	Transports aériens
63	Services auxiliaires des transports
64	Postes et télécommunications
65	Intermédiation financière
66	Assurance
67	Auxiliaires financiers et d'assurance

<b>CODE</b>	<b>LIBELLE</b>
70	Activités immobilières
71	Location sans opérateur
72	Activités informatiques
73	Recherche et développement
74	Services fournis principalement aux entreprises
75	Administration publique
80	Education
85	Santé et action sociale
90	Assainissement, voirie et gestion des déchets
91	Activités associatives
92	Activités récréatives, culturelles et sportives
93	Services personnels
95	Services domestiques
99	Activités extra-territoriales

## 15. UNE METHODE D'ESTIMATION DES DEBITS CARACTERISTIQUES EN TOUT POINT

*Source : Agence de l'Eau Loire-Bretagne*

### 15.1. OBJECTIF :

**Obtenir en chaque point essentiel de l'analyse des pressions une valeur de débit aussi utile\* que possible à savoir :**

- des débits permettant des calculs de flux d'apport aux lacs, aux eaux de transitions
- des débits permettant le calcul du rapport de dilution pour chaque rejet ponctuel (3800 stations d'épuration et 3000 industries non raccordées)
- calcul de la concentration théorique à l'exutoire de chaque masse d'eau de surface (1000)

**Condition impérative : calcul aussi automatique que possible**

Du fait du grand nombre de valeurs de débits nécessaires il est impératif d'avoir une méthode de recherche des valeurs utiles<sup>6</sup> aussi automatique que possible, d'où la démarche proposée ici

### 15.2. LA METHODE

La proposition consiste en une approche emboîtée qui utilise de manière successive les sources de données existantes.

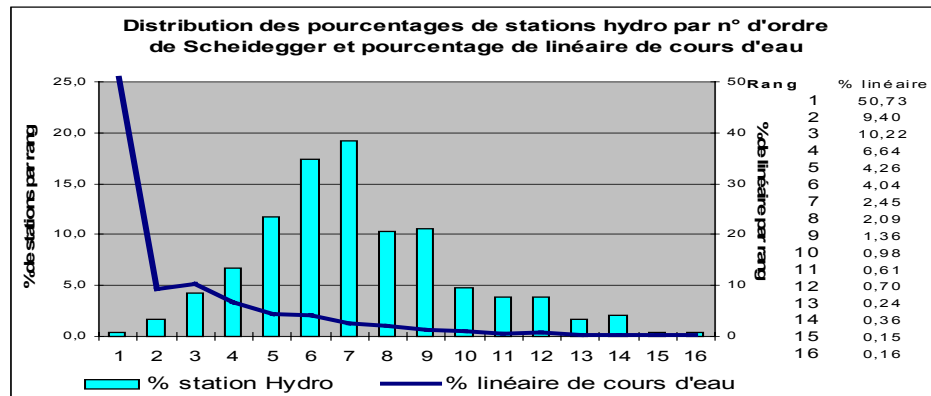
Premier niveau

- Etablissement d'une table de jonction entre station hydro et communes amont aval les plus proches sans confluence, (500 à 800 stations)
- Utilisation des valeurs de débit calculées pour les station d'épuration non conformes (1000 points).

---

<sup>6</sup> Il faut entendre par « valeur utile » pas forcément une valeur exacte mais une donnée qui permette de faire un choix dans l'analyse ultérieure du résultat : calcul de l'impact d'un rejet sur une valeur de débit maximaliste de l'évaluation de l'impact. Si le résultat n'est pas déclassant, alors la pression est faible et donc il est inutile d'avoir une valeur de débit plus précise

Il s'avère que l'essentiel des stations hydrographiques concerne les ordres 5 à 9 de Scheidegger (70%)



Nota : l'ordination de Scheidegger est préférée à celle de Strahler pour sa plus grande précision

Rang de Strahler	Rang de Scheidegger correspondant	Amplitude de rang de Scheidegger pour un même rang de Strahler
1	1	0
2	2-5.1	3.1
3	3-7.1	4.1
4	4-8.5	4.5
5	6-11.1	5.1
6	8.5-12.5	4
7	11-13.5	2.5
8	14-16	2

Et donc il manque beaucoup d'information sur les petits ordres, d'où la nécessité d'améliorer le nombre de données sur ces secteurs.

Il a été recherché des corrélations Q et numéro d'ordre de Scheidegger pour les ordres inférieurs à 5.

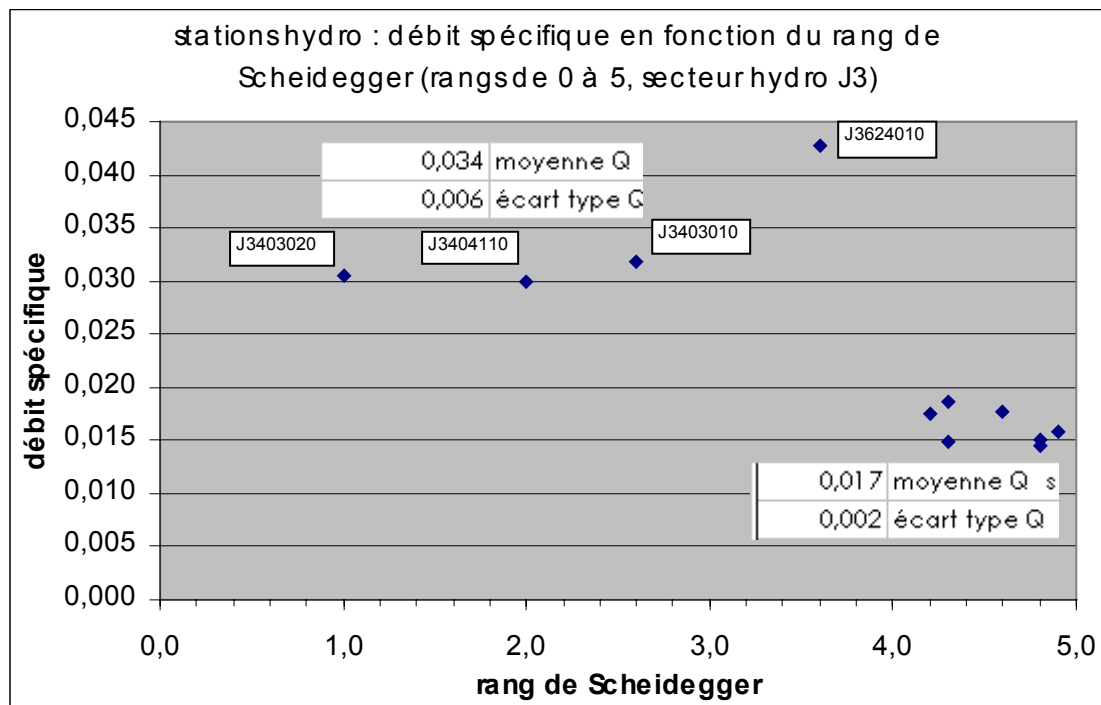
Il s'avère qu'un premier travail à partir des hydro-écorégions donne une trop forte dispersion des valeurs de débit spécifique et d'assez mauvaises corrélations des modules.

Il a été retenu de traiter les données par secteur hydro et d'analyser les graphiques obtenus à partir des débits spécifiques puis de faire des regroupements pour établir des corrélations débit et numéro d'ordre.

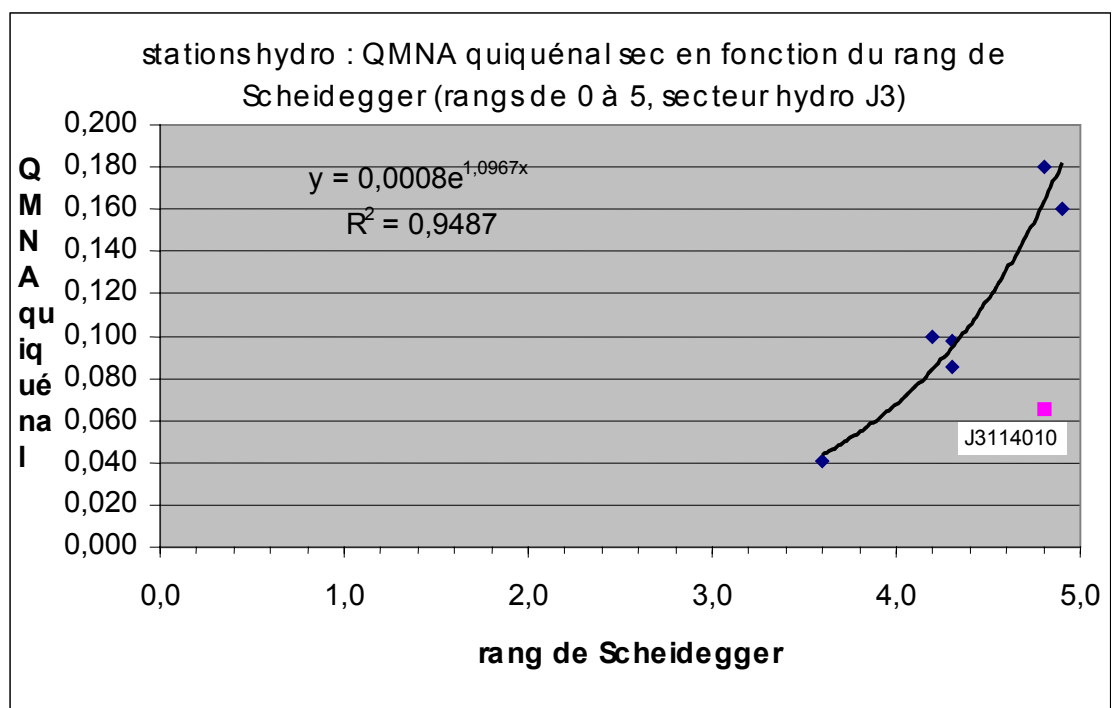
Exemple pour le secteur J3

Première étape : 2 populations de stations apparaissent

Q spécifique moyen de 0.034l/s et 0.017 l/s



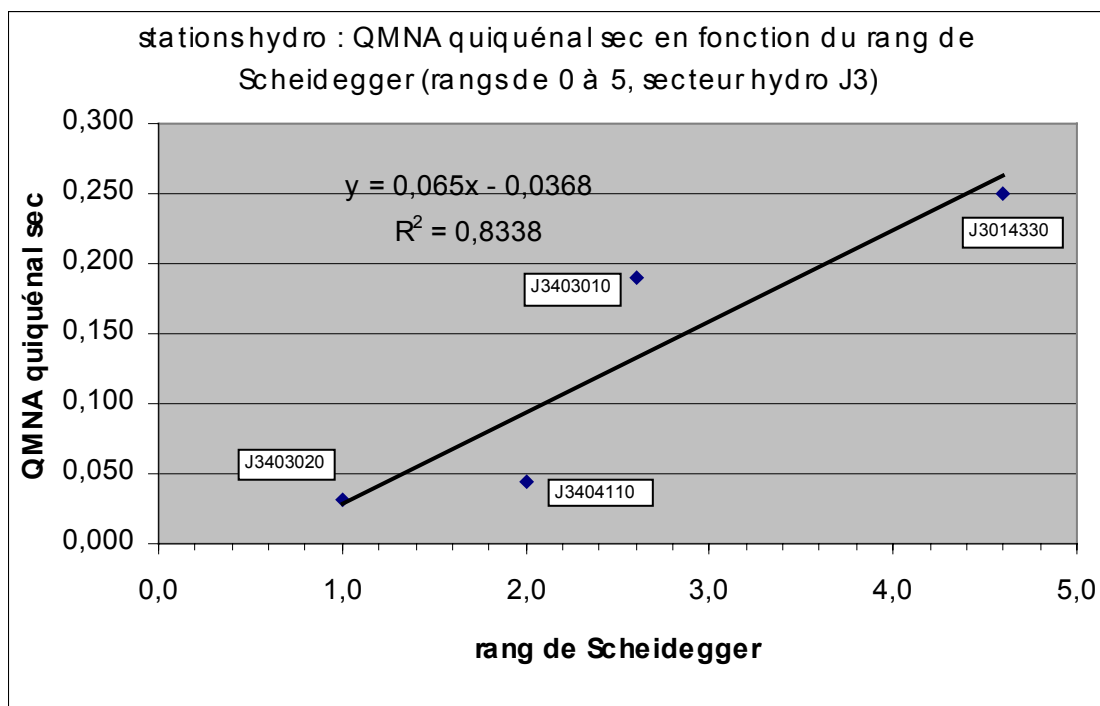
### 15.3. SECONDE ETAPE : CALCUL DES REGRESSIONS POUR LES 2 LOTS



Les points de rejets des sous-secteurs **J30** et **J32**, inférieurs à l'ordre 5, et n'ayant pas de caractéristiques hydrologiques définies par le premier niveau se verront attribuer le résultat de la régression du secteur hydro leur correspondant ci-dessus, avec un intervalle de confiance maximalisant l'incidence d'une faible dilution.

**J31** étant en dehors de l'épure fera l'objet d'une attention particulière avec calcul des bassins versants et sollicitation de l'avis de l'expert hydrologue local

Les points en **J34** et **J30** avec n° d'ordre >5 seront calculés avec la regression suivante :



# 16. REFLEXIONS SUR L'ÉVALUATION DES PRESSIONS ET DES IMPACTS DE NATURE HYDROLOGIQUE ET HYDRAULIQUE

auteur : J.NIEL, AQUASCOP

Les réflexions qui suivent font le point sur les références existantes ; elles montrent que l'absence de données peut difficilement être palliée de manière simple, surtout si l'on veut prendre en compte les préoccupations environnementalistes. Elles permettront de choisir les solutions alternatives les plus adaptées.

## A. PREAMBULE

Cette note présente quelques outils et méthodes destinés à l'évaluation des pressions de nature hydrologique et hydraulique s'exerçant sur les masses d'eau. Elle reprend la classification proposée dans la matrice reliant les forces motrices aux pressions mais ne prétend pas à l'exhaustivité dans la mesure où ni les pressions, ni les méthodes de calcul de ces pressions n'ont été intégralement balayées.

Certaines méthodes paraîtront difficiles à mettre en œuvre à l'échelon national dans les délais impartis, soit en raison des difficultés d'accès aux données de base, soit en raison de l'absence de logiciel informatique permettant de traiter rapidement ces données, soit éventuellement, par leur inadéquation à la formation du personnel en charge de la mise en œuvre du guide méthodologique. Leur maintien au sein de cette note répond cependant à deux préoccupations : dresser un cadre de réflexion pour le choix des méthodes les plus opérationnelles et fournir les éléments permettant de mesurer le degré d'imprécision des méthodes simplifiées qui seront retenues in fine.

Il n'est pas proposé pour l'instant de seuils en dessous desquels les pressions seront négligées. Il est en effet apparu lors de l'élaboration des formules d'évaluation des pressions, que si une pression ponctuelle pouvait être négligée (car très petite) devant une autre du même type (plus importante), le cumul de plusieurs pressions pouvait, lui, devenir significatif et non négligeable. Par ailleurs, le nombre des paramètres de base caractéristiques des activités anthropiques ou ouvrages hydrauliques a été volontairement limité pour rendre leur collecte plus facile ce qui justifie indirectement leur utilisation pour le calcul des pressions.

## B. QUELQUES DEFINITIONS

1. **Pression** : pression d'ordre hydrologique ou hydraulique.
2. **Pression d'ordre hydrologique** : pression de nature anthropique (on s'affranchit des changements climatiques) s'exerçant sur la quantité d'eau présente dans le milieu concerné (rivière, lac, étang, côtier, ...). Cette pression s'exprime en terme de variation dans l'espace ou dans le temps du volume en eau et fait donc appel aux notions de répartition spatiale de la réserve et de régime hydrologique.
3. **Pression d'ordre hydraulique** : pression s'exerçant sur les lois naturelles régissant les écoulements dans le milieu concerné. Il s'agira en fait de toutes les forces s'appliquant directement sur les variables d'état classiques intervenant dans la caractérisation des écoulements : hauteur d'eau, surface en eau, volume, vitesse d'écoulement, débit, pression.
4. **Prélèvement** : pompage, dérivation, captage d'eau destinée à la consommation humaine, l'agriculture, l'activité industrielle, les loisirs, les sports, les transports ou l'environnement.

5. **Consommation** : différence entre le volume d'eau prélevé et le volume d'eau restitué au milieu. Le délai de restitution de l'eau étant variable, cette notion suppose la définition préalable d'une période de référence.
6. **Apports d'eau excédentaire non consommable** : eau destinée à aucun usage particulier, produite de façon aléatoire par les activités ou infrastructures humaines et présentant un débit significatif par rapport à son exutoire. En font partie les eaux de ruissellement pluvial urbain, les eaux d'exhaure de mine, les eaux de drainage agricole. N'en font pas partie les transferts inter-bassins.
7. **Création de réserve** : réserve d'eau constituée de façon artificielle à partir des écoulements naturels et considérée non par rapport à sa finalité (fonction) mais par rapport à ses dimensions géométriques.
8. **Modulations fonctionnelles** : variations des caractéristiques de l'écoulement (débit, hauteur d'eau, vitesse d'écoulement) dues au fonctionnement habituel des ouvrages hydrauliques (éclusées de centrales hydroélectriques, destockages préventifs d'ouvrages écrêteurs de crue, modulations des usines marémotrices ou des barrages anti-sel, ...).
9. **Modifications volontaires du régime des hautes eaux** : stockage, abaissement des lignes d'eau, ralentissement des écoulements modifiant l'intensité, la durée et surtout la fréquence des crues ou submersions.
10. **Modifications volontaires du régime des basses eaux** : actions destinées à diminuer la fréquence d'apparition des déficits en eau.
11. **Pressions chroniques – Pressions événementielles** : consommations d'eau, apports d'eau non consommables, créations de réserves, modulations fonctionnelles ont été répertoriées dans les pressions dites "**chroniques**", dans le sens où elles agissent de façon soit continue, soit répétée sur le régime et la répartition des eaux et n'ont pas, à la différence des pressions dites "**événementielles**", pour vocation première de modifier de façon volontaire la période de retour de phénomènes hydrologiques ou hydrauliques. A titre d'exemple, la gestion des barrages écrêteurs de crue répond à une logique fonctionnelle et génère de façon épisodique des modifications de débit, de volume et de hauteur d'eau mais se ressent davantage, sur le plan environnemental, au travers des modifications de période de retour des petites crues.

## C CONSIDERATIONS GENERALES

De la formule empirique à la modélisation conceptuelle ou stockastique, l'hydrologie offre une multitude de possibilités pour estimer des débits. Sur la base de ces débits, l'hydraulique est susceptible de déployer un éventail très large de méthodes, permettant d'approcher les hauteurs d'eau ou vitesses d'écoulement. La formule de Manning Strickler ou les équations de Saint-Venant en sont des illustrations. Dans le contexte de la Directive Cadre Européenne, le problème de l'évaluation d'une pression réside donc dans le choix d'une méthode fiable, robuste, simple et généralisable à l'ensemble des masses d'eau concernées. Ce choix ne doit cependant pas répondre uniquement à des considérations purement techniques et pratiques. Il convient en effet d'intégrer à la réflexion deux contraintes majeures supplémentaires d'ordre hydrobiologique.

La première d'entre elle réside dans la nécessité de comparer un état affecté par des pressions de natures diverses (prélèvements, écrètements, dérivations) à un état pseudo-naturel se référant à une masse d'eau exempte de pression. Cette première contrainte impose en premier lieu de connaître l'historique des pressions (prélèvement par exemple) et/ou d'être en mesure de reconstituer des événements naturels (débits naturels par exemple). En deuxième lieu, il s'agira de définir et de calculer un paramètre servant d'élément de comparaison entre les deux états : l'état naturel et l'état anthropisé.

Dans le cas de pression dites "chroniques", comme la consommation d'eau, de simples ratios comme le volume consommé sur le débit naturel peuvent suffire. Dans le cas de pressions dites

“ évènementielles ” il convient de pousser plus loin l’analyse en intégrant la notion de fréquence ou de période de retour de l’événement considéré. Le problème revient alors à calculer la probabilité d’apparition d’un phénomène (la submersion d’une frayère à brochets par exemple) avant et après aménagement ou avant et après mise en place des pressions (barrage écrêteur de crue par exemple).

La seconde contrainte majeure réside dans la nécessité de travailler sur des périodes ou saisons sensibles des cycles hydrobiologiques annuels. Pour reprendre l’exemple de la reproduction du brochet, l’analyse des débits ou des hauteurs d’eau se fera préférentiellement sur la période février-mars-avril. La préservation des conditions de nidification des oiseaux sur les bancs de graviers de la Loire impose quant à elle une étude des crues sur la période avril-mai. Ainsi, les outils actuels fournissant les principaux débits caractéristiques du régime hydraulique des cours d’eau (module, QMNA5ans, VCN30, etc. ) ne répondent-ils que partiellement à la problématique écologique soulevée par l’évaluation des pressions, et d’autres outils ou méthodes prenant en compte la saisonnalité des cycles biologiques doivent-ils être envisagés.

#### **D.      PRESSIONS RELATIVES AUX CONSOMMATIONS OU PRELEVEMENTS D’EAU**

Il est proposé d’évaluer en premier lieu la pression de consommation comme un ratio entre le débit ou volume consommé et le débit ou volume naturel transitant dans la masse d’eau concernée.

##### 1.      Période de référence

Les prélèvements à l’origine des consommations d’eau ainsi que la sensibilité hydrobiologique des milieux soumis à ces prélèvements sont très fluctuants au cours de l’année. Il convient donc, en préalable à tout calcul de consommation, de déterminer une période de référence.

Nous suggérons donc de retenir comme période de référence, la période d’étiage des cours d’eau (que celle-ci soit estivale ou hivernale), sachant qu’elle détermine généralement une forte sensibilité hydrobiologique vis à vis des variations de débit et de hauteur d’eau (reproduction et croissance des invertébrés benthiques, circulation des poissons migrateurs, ...).

Nous rechercherons donc en premier lieu une estimation moyenne des consommations nettes sur cette période d’étiage, ce qui n’exclue pas une compilation des données à un pas de temps inférieur de 10 ou 30 jours par exemple.

Dans ce qui suit nous noterons  $D$  la période de référence et  $\Delta t$  le pas de temps de calcul.

## 2. Calcul des consommations nettes

### 2.1 Principes de calcul

Notons Ci la consommation nette du i ème pas de temps  $\Delta t$  de la période de référence D.

Ci pourra être calculée par type d'activité (urbaine, agricole, industrielle) selon les principes posés dans le tableau suivant.

Milieu concerné : cours d'eau					
	Volume prélevé $V_p$	Volume soustrait au milieu concerné A	Volume réellement utilisé à l'échelle de temps étudiée (étiage) = ne retournant pas au cours d'eau	Volume restitué au milieu concerné B	Consommation nette A - B
Agricole	Prélèvement en rivière ou Prélèvement en nappe alluviale (à proximité d'un cours d'eau)	$V_p$	$V_u = \text{besoin des plantes}$ <i>68-85 % <math>V_p</math> selon la CACG</i>	$V_p - V_u$	$V_u$
	Prélèvement en nappe profonde ou dans une retenue située en amont	0	$V_u = \text{besoin des plantes}$ <i>0 % <math>V_p</math> selon la CACG</i>	$V_p - V_u$	$V_u - V_p$
Urbain	Prélèvement en rivière ou Prélèvement en nappe alluviale (à proximité d'un cours d'eau)	$V_p$	$V_u = \text{ETR+Infiltration-Pluie}$ sur zones non imperméabilisées + fuite du réseau dans le sous-sol <i>28-35 % selon la CACG</i>	$V_p - V_u$	$V_u$
	Prélèvement en nappe profonde ou dans une retenue située en amont	0	$V_u = \text{ETR+Infiltration- Pluie}$ sur zones non imperméabilisées + fuite du réseau dans le sous-sol <i>0 % <math>V_p</math> selon la CACG</i>	$V_p - V_u$	$V_u - V_p$ <i>0 pour SOGREAH</i>
Industriel sans stockage sur la durée étudiée	Prélèvement en rivière ou Prélèvement en nappe alluviale (à proximité d'un cours d'eau)	$V_p$	11 % $V_p$ réf. CACG 24 % $V_p$ pour une centrale nucléaire réf. CACG	89 % $V_p$ 76 % $V_p$ nucléaire	11 % $V_p$ 24 % $V_p$ nucléaire
	Prélèvement en nappe profonde ou dans une retenue située en amont	0	0 <i>0 % <math>V_p</math> selon la CACG</i>	$V_p$	- $V_p$
Industriel avec stockage sur la durée étudiée	Prélèvement en rivière ou Prélèvement en nappe alluviale (à proximité d'un cours d'eau)	$V_p$	11 % $V_p$ réf. CACG 24 % $V_p$ pour une centrale nucléaire réf. CACG	0	$V_p$
	Prélèvement en nappe profonde ou dans une retenue située en amont	0	$V_p$ <i>0 % <math>V_p</math> selon la CACG</i>	0	0
transports loisirs	Prélèvement en rivière ou Prélèvement en nappe alluviale (à proximité d'un cours d'eau) Prélèvement en nappe profonde ou dans une retenue située en amont	$V_p$ 0	$V_u = \text{ETP-Pluie+Variation de stock}$ (on néglige l'infiltration) $V_u = \text{ETP-Pluie+Variation de stock}$ (on néglige l'infiltration)	$V_p - V_u$ $V_p - V_u$	$V_u$ $V_u - V_p$

## 2.2 Données disponibles

### Eau potable

- Fichier des redevances
- Fichiers communaux
- Fichiers gestionnaires réseaux
- Ratios par habitant et nombre d'habitants permanents et saisonniers
- Débits STEP - débits industries raccordées + population non raccordée x ratio par habitant
- Débits de réalimentation de nappe

### Eau industrielle

- Fichier des redevances
- Arrêtés d'autorisation ou de déclaration (y-c et surtout pour centrales hydroélectriques)
- Contrôles services police des eaux ou des installations classées
- Ratios par type de production
- Mesures in situ ou mesures d'autocontrôle
- Débits d'équipement des centrales hydroélectriques
- Volumes stockés des grands ouvrages hydroélectriques
- Puissances installées
- Volumes dérivés

### Eau agricole

- Fichier des redevances
- Relevés compteurs
- Fichier RGA incluant les superficies irriguées
- Fichiers DeXel
- Dossiers administratifs ou contacts pour les piscicultures
- Besoins à l'hectare adaptés régionalement
- Ratios à l'animal adaptés régionalement
- Données climatologiques

### Transferts entre BV

- Relevés enregistrements

### Transport loisirs

- Droits d'eau
- Superficie des plans d'eau x (évaporation piche - pluie + infiltration si connue)

## 3. Agrégation des consommations

Les consommations seront agrégées à une échelle spatiale compatible avec la nature des données. Le secteur hydrographique de base constitue une unité géographique appropriée.

En un point du réseau hydrographique la consommation nette  $C_i$  déterminant la pression sur le milieu sera la somme des consommations nettes des unités hydrographiques situées en amont.

Cette agrégation peut se faire par type de pression (urbain, agricole, ...) de manière individualiser l'impact des forces motrices ou de manière globale sans distinction de l'origine des pressions de manière à juger de l'effet cumulé des activités humaines.

En l'absence de donnée de base suffisamment détaillée,  $C_i$  pourra être constante sur tous les pas de temps  $i$  de la durée de référence.

Notons  $C_{ti}$  la consommation nette agrégée (par type d'activité ou toutes activités confondues) :

$$C_{ti} = \sum_{\text{sur les BV amont}} C_i$$

#### 4. Evaluation de la pression exercée par la consommation nette

Cette pression peut s'évaluer par le rapport de  $C_{ti}$  au débit naturel  $Q_{ni}$  du cours d'eau pendant le même pas de temps  $\Delta t$  :  $Ip1 = C_{ti} / Q_{ni}$ .

##### 4.1 Estimation du débit naturel

L'estimation du débit naturel est de loin l'étape la plus délicate. Plusieurs cas se présentent.

##### Cas n°1 : calcul au droit d'une station hydrométrique.

On pourra dans ce cas chercher à reconstituer un débit pseudo-naturel  $Q_{pi}$  :

$$Q_{pi} = Q_{mi} - Q_{li} + C_{ti}$$

avec :

.  $Q_{mi}$  : débit mesuré sur le  $i$ ème pas de temps  $\Delta t$ ,

.  $Q_{li}$  : débit de lâchure des barrages situés en amont (soutien d'étiage par exemple).

A des fins d'analyses statistiques des chroniques de débits, le débit  $Q_{pi}$  devrait pouvoir être calculé sur la période de disponibilité des  $Q_{mi}$ , ce qui sous entend la nécessité de disposer, pour cette même série chronologique, des valeurs de  $Q_{li}$  et  $C_{ti}$ , ce qui est rarement le cas. Se pose notamment le problème de l'évolution au fil des ans des consommations d'eau domestique et des pratiques culturelles influençant les  $C_{ti}$ .

En conséquence, nous proposons de considérer en première approximation  $Q_{li}$  et  $C_{ti}$  constants sur chaque pas de temps  $\Delta t$  et de prendre pour  $Q_{mi}$  des débits de référence connus fournis par la banque HYDRO ou corrigés par les services exploitant la station hydrométrique (exemple : débit moyen interannuel de chaque mois, débit minimum interannuel de chaque mois, VCN30, débit décadaire minimal d'étiage de période de retour donné, ...).

Remarque : dans l'hypothèse où la station hydrométrique disposerait d'une série chronologique de débit suffisamment longue, la comparaison  $Q_{pi} / Q_{mi}$  pourrait se limiter à une comparaison des enregistrements effectués avant mise en place des prélèvements et des enregistrements effectués postérieurement à cette mise en place, à condition toutefois d'intégrer les variations climatiques entre ces deux périodes.

##### *Cas n°2 : il existe une ou plusieurs stations hydrométriques à proximité du point de calcul*

Pourvu qu'il ne se réfèrent pas à des pas de temps trop courts, certains débits comme les  $QMNA5ans$ , peuvent être extrapolés d'une station hydrométrique à un point de calcul pas trop éloigné du même réseau hydrographique au pro-rata des surfaces drainés.

S'il existe une station amont ou aval :

$$Q_{pi} = Q_{station} \times S / S_{station}$$

avec :

- .  $Q_{station}$  : débit naturel estimé à la station,
- .  $S_{station}$  : superficie du bassin versant au droit de la station,
- .  $S$  : superficie du bassin versant au droit du point de calcul.

S'il existe deux stations (une en amont et une en aval) :

$$Q_{pi} = Q_{station\ amont} + (Q_{station\ aval} - Q_{station\ amont}) / (S_{station\ aval} - S_{station\ amont}) \times (S - S_{station\ amont})$$

#### Remarques :

Si le point de calcul est très proche d'une des deux stations, on privilégiera l'utilisation des débits de cette station.

Sogreah, dans son rapport concernant l'inventaire des méthodes et outils de détermination des débits caractéristiques pour le calcul des redevances MRE, fixe la limite d'utilisation des ratios de surface à un rapport de 3 entre la surface du bassin versant au point de calcul et la surface mesurée au niveau de la station hydrométrique.

*Cas n°3 : il n'existe pas de station hydrométrique permettant une extrapolation des débits*

Dans ce cas, il semble inévitable d'avoir recours à une méthodologie plus lourde basé sur l'utilisation de modèles de représentation régionalisée des écoulements.

- Pour un calcul au pas de temps mensuel il est envisageable d'ores et déjà d'utiliser la modélisation des bilans hydriques effectuée par la Direction de l'Eau qui fournit, à partir de la pluie, de la température et de l'insolation, l'évapotranspiration et les lames d'eau écoulées à l'échelle du canton (et prochainement de la commune). Un cumul des valeurs cantonnale est à effectuer pour obtenir des valeurs par bassin versant. Sur le sujet, voir rapport Sogreah sur l'inventaire des méthodes et outils de détermination des débits caractéristiques d'un cours d'eau.
- Le logiciel LOIEAU du Cemagref permet également de simuler en tout point d'un réseau hydrographique des chroniques de débits mensuels et d'en extraire des statistiques. Ce logiciel utilise, entre autres paramètres d'entrée, la pluie, la température et l'occupation du sol (Corine Landcover) et dispose d'une fonction de transfert des débits du type GR. Calé et testé pour l'instant sur 30 départements, ce modèle pourrait être appliqué, après développement, à l'échelle nationale.
- Le Cemagref a également établi sur un certains nombre de secteurs (bassin Adour-Garonne, Moselle,...) des lois statistiques Q-D-F reliant le débit à sa durée et à sa fréquence d'apparition. L'outil est actuellement opérationnel pour le calcul des modules et des débits d'étiage d'une durée comprise entre 1 et 180 jours ; un élargissement à la problématique des crues est envisagé. Cet outil a notamment été utilisé pour jugé des pressions de prélèvement et pourrait l'être pour mesurer l'impact du drainage agricole et de la gestion des barrages hydroélectriques. Une généralisation des Q-D-F au territoire national avec régionalisation des paramètres a été proposée mais suppose un développement spécifique.

Pour passer du débit pseudo-naturel  $Q_{pi}$  au débit naturel  $Q_{ni}$ , il conviendrait en toute rigueur de définir un état originel du bassin versant en terme d'occupation des sols et de couverture végétale, et d'évaluer l'impact sur les écoulements des pressions anthropiques que sont par exemple l'agriculture ou l'urbanisation.

L'exercice de simulation étant périlleux, nous ne faisons ici qu'initier la réflexion en proposant une première approche. Elle consisterait à considérer que l'augmentation des zones en culture par rapport à un état originel (forêt, landes, ou autres) engendre une variation de débit proportionnelle à la différence (positive) d'évapotranspiration entre les deux états.

#### 4.2 Indicateur de pression exercée par la consommation nette

La pression  $Ip1i$  due à la consommation sur le pas de temps  $i$  est définie comme le rapport de cette consommation  $Cti$  (exprimée en  $m^3$  sur la période considérée) au débit  $Qni$

$$Ip1i = Cti / Qni$$

Sur la durée totale de référence  $D$ , on peut envisager un indicateur de pression du type :

$$Ip1 = \text{MAX} (Cti / Qni)$$

#### 5. Indicateur de pression exercée par la durée de la consommation nette

Il est possible de fournir une première approche de l'indicateur de durée de pression  $Dp$  aux stations où l'on dispose d'enregistrements de débits (débits observés).

Soit :

.  $Qmin$  : la plus petite valeur de la série des débits naturels reconstitués  $Qni$  (exemple : débit naturel moyen mensuel minimum sur la période d'étéage),

.  $N$  : le nombre de pas de temps  $\Delta t$  (le mois dans l'exemple considéré) où le débit observé  $Qmi$  est resté inférieur à  $Qmin$ .

On pourra poser :

$$Ip2 = Dp = (N - 1) \times \Delta t$$

#### 6. Indicateur de pression relatif à la longueur des tronçons en dérivation

Dans le cadre de la mise en place de nouvelles redevances sur la modification du régime des eaux une formule avait été proposée dont l'expression est du type :

$$\Sigma (Vp / Vi) \times Li \times Ci$$

avec :  $Vd$  volume dérivé,  $Vi$  volume moyen inter-annuel,  $Li$  longueur de cours d'eau court-circuité,  $Ci$  coefficient de débit.

L'établissement d'un indicateur de distance sur ce modèle soulève deux remarques :

- Pour un même volume moyen interannuel  $Vi$  du cours d'eau, la formule proposée donne le même poids au volume dérivé qu'à la longueur de cours d'eau court-circuité, ce qui peut induire des biais d'interprétation. En effet, prenons le cas de deux cours d'eau possédant le même  $Vi$ . Supposons que le premier cours d'eau fasse l'objet d'une dérivation à hauteur de  $Vp$  et que le second subisse une dérivation de  $2Vp$  mais que dans les deux cas le débit réservé du tronçon court-circuité ( $Vi - Vp$ ) ou ( $Vi - 2Vp$ ) soit pénalisant pour les équilibres biologiques. Supposons parallèlement que la longueur du tronçon court-circuité du premier cours d'eau soit  $L$  et celle du second  $L/2$ . L'application de cette formule donnerait pour le premier cours d'eau un coefficient de pression de  $Vp/Vi \times L$  et pour le second un coefficient de pression de  $2 Vp/Vi \times (L/2)$ . On obtiendrait donc le

même niveau de pression pour les deux cours d'eau alors que la situation du premier est dans ce cas plus pénalisante.

- Dans l'hypothèse d'une agrégation des pressions par secteur hydrographique, un grand nombre de dérivations présentant un faible rapport  $V_p/V_i$  pourrait avoir le même poids qu'un petit nombre de dérivations ayant un fort rapport  $V_p/V_i$ , ce qui pourrait conduire à minimiser le poids du linéaire total de cours d'eau court-circuité par rapport au poids des débits dérivés.

Afin de pallier ces inconvénients, nous proposons la démarche suivante :

Identification par secteur hydrographique des dérivations conduisant à un débit réservé pénalisant pour le cours d'eau. Le critère retenu pourrait être par exemple :

$$(Q_{ni} - Q_p) < Q_{mna} \text{ ou } (Q_{ni} - Q_p) < Q_{biologique}$$

avec :

.  $Q_p$  débit moyen de prélèvement =  $V_p/\Delta t$ ,

.  $Q_{mna}$  : débit mensuel minimum interannuel,

.  $Q_{biologique}$  : débit biologique si connu (méthode EVHA par exemple).

Sommation par secteur hydrologique des linéaires court-circuités  $L_j$  concernés et approche de la pression au moyen d'une formule du type :

$I_{p3} = \sum L_j / L_{total}$
---------------------------------

où  $L_{total}$  est le linéaire total du réseau hydrographique du secteur hydrologique concerné.

Se pose encore la question de l'attribution d'une longueur  $L_j$  aux prises d'eau d'irrigation dont les restitutions s'effectuent de manière diffuse le long du tronçon de rivière court-circuité.

Notons  $L$  la longueur du tronçon de rivière intersecté par la surface irriguée. Dans le cas d'une surface irriguée estimée à partir des données du RGA communal, et à défaut de connaître les limites exactes du périmètre irrigué,  $L$  pourra être pris égal au linéaire de cours d'eau appartenant à la commune.

Les sources bibliographiques indiquent un taux de retour de l'eau d'irrigation de l'ordre de 15 à 32 % (données CACG). Cela signifie que sur la distance  $L$ , 15 à 32 % du volume prélevé retourne au cours d'eau. En supposant en première approximation un retour proportionnel au linéaire de cours d'eau traversé, le volume restitué à la rivière est de l'ordre de 7 à 16 % au bout d'une distance de  $L/2$  ce qui est probablement de l'ordre de grandeur de l'erreur commise sur le débit prélevé. On peut donc considérer que la perte de débit du cours d'eau en  $L/2$  est quasiment égale au volume prélevé et que  $L/2$  constitue une bonne approximation de  $L_j$ .

## **E. PRESSIONS RELATIVES AUX APPORTS D'EAU EXCEDENTAIRE NON CONSOMMABLE**

Avant d'entamer une réflexion sur le mode de calcul de ces pressions, il conviendrait de définir dans quelle mesure une augmentation de débit due aux activités concernées est susceptible de perturber le milieu biologique sachant que ces apports auront lieu en période de forte hydraulité, qu'ils sont sensibles surtout sur les têtes de bassins versants, affectent rarement directement les lacs et ont un impact difficilement quantifiable (et souvent faible) sur les nappes.

### 1. Données disponibles en agriculture

Superficies drainées RGA

## 2. Données disponibles dans le domaine urbain

Surface imperméabilisée communale évaluée à partir de Corine Landcover.

Soit  $Q_{10}$  le débit de pointe décennal pris comme référence pour la plupart des dispositifs d'assainissement. De manière simplifiée :

$$Q_{10} = C \times S \times I_{10}$$

avec :

- . C coefficient d'imperméabilisation pouvant être pris égal à 1 dans le cas d'une surface totalement imperméable,
- . S surface de imperméabilisée drainée,
- .  $I_{10}$  intensité de la pluie décennale sur le temps de concentration  $t_c$  de la surface drainée.

Soit  $C_1$  le coefficient d'imperméabilisation en l'état initial.

Soit  $C_2$  le coefficient d'imperméabilisation après aménagement.

Le rapport du débit initial au débit après aménagement s'écrit :

$$Q_2/Q_1 = C_2/C_1$$

en supposant que les temps de concentration n'aient pas changé, ce qui est souvent vrai lorsque les surfaces imperméabilisées sont réduites.

On pourrait donc définir un indicateur de pression par le ratio  $I_p = C_2/C_1$ .

Il convient cependant de garder à l'esprit que l'expression de  $Q_{10}$  donnée ci-dessus fournit généralement des valeurs par excès du débit décennal sur des bassins faiblement urbanisés ou très étendus et que l'incidence d'une superficie imperméabilisée sur les débits naturels s'atténue fortement avec la distance au point de mesure.

## 3. Données disponibles dans le domaine industriel

Exhaures de mines fournies par l'exploitant ou débit d'équipement

### **F. PRESSIONS RELATIVES A LA CREATION DE RESERVES EN EAU**

#### 1. Augmentation de la capacité d'un lac (à usage agricole, urbain, industriel, de loisir)

On notera :

.  $V_i$  : volume initial ; plusieurs cas se présentent :

$V_i$  : connu,

$V_i = P_m \times S_i$ , avec :

$P_m$  : profondeur moyenne connue,

$S_i$  : superficie initiale du lac, planimétrée sur carte IGN,

$V_i$  : calculé d'après carte IGN par planimétrage des courbes ipsométriques extrapolées.

.  $V_s$  : volume supplémentaire

$V_s$  : connu

$V_s = H \times S_m$ , avec :

H : hauteur du seuil de retenu réalisé à l'exutoire,

$S_m = (S_i + S_f)/2$  où  $S_f$  superficie inondée maximale,

$V_s$  : calculé d'après carte IGN par planimétrage des courbes ipsométriques extrapolées.

- .  $T_i$  : temps de séjour moyen initial  
 $T_i = V_i / Q$  avec  $Q$  module interannuel ou d'étiage d'alimentation en eau
- .  $T_f$  : temps de séjour moyen final  
 $T_f = (V_i + V_s) / Q$
- .  $v_i$  : vitesse de transfert initiale  
 $v_i = L_i / T_i$  avec  $L_i$  longueur initiale de la retenue mesurée sur carte IGN
- .  $v_f$  : vitesse de transfert finale  
 $v_f = L_f / T_f$  avec  $L_f$  longueur finale de la retenue mesurée sur carte IGN

Les indicateurs de pression qui, rappelons le, ne se réfèrent qu'aux conditions d'écoulement dans l'ouvrage, pourront utiliser une combinaison d'un ou plusieurs paramètres suivants en les sommant par unité hydrologique :

Augmentation relative des profondeurs maximales :  

$$I_{p1} = (H + P_m) / P_m$$

Augmentation relative du volume :  

$$I_{p2} = V_s / V_i$$
ex :  $V_s / V_i = (H \times S_m) / (P_m \times S_i) = H / P_m$  si  $S_i \sim S_m$

Augmentation relative du temps de séjour :  

$$I_{p3} = T_f / T_i = 1 + V_s / V_i$$

Diminution relative des vitesses de transfert :  

$$I_{p4} = v_f / v_i = (L_f / L_i) \times (T_i / T_f) = (L_f / L_i) \times (V_i / (V_i + V_s))$$
ex :  $v_f / v_i = (L_f \times P_m) / (L_i \times (P_m + H))$  si  $S_i \sim S_m$

## 2. Création de retenues en rivière (à usage agricole, urbain, industriel, de loisir)

Notons :

- .  $V$  : volume d'eau retenu ; plusieurs cas se présentent :
  - $V$  : calculé comme précédemment si retenue non linéaire,
  - $V = 1/6 \times H \times L \times (2 \times B + b)$  d'après la formule du prismatoïde à base rectangulaire dans le cas où la retenue est linéaire, avec :
    - $H$  : surélévation aval du niveau d'eau (ex : hauteur du barrage diminuée de la lame d'eau d'étiage),
    - $L$  : longueur de la retenue (distance entre le barrage et le point où la ligne d'eau de la retenue rejoint le niveau d'eau normal du cours d'eau. Cette distance doit être mesurée en suivant le linéaire du cours d'eau. En première approximation le plan d'eau pourra être supposé horizontal),
    - $B$  : largeur en crête du barrage,
    - $b$  : largeur du lit de la rivière en queue de retenue.
- .  $L$  : longueur de la retenue
  - $L$  : mesurée d'après levés topographiques existants en étiage,
  - $L$  : évaluée d'après photographies aériennes,
  - $L = H / i$ , avec :
    - $H$  : surélévation aval du niveau d'eau,
    - $i$  : pente moyenne du cours d'eau en amont du barrage.

.  $v_i$  : vitesse de transfert initiale

$v_i$  : calculée au moyen de la formule de Manning Strickler avec K coefficient à adapter,  
 $v_i = K \times R^{2/3} \times i^{1/2}$  où R : rayon hydraulique pour la hauteur d'eau normale h,  
 $v_i = ((Q^2 \times K^3 \times i^{1.5}) / b^2)^{1/5}$  dans le cas où  $h \ll b$ .

.  $v_f$  : vitesse de transfert future

$$v_f = L \times Q / V$$

.  $T_i$  : Temps de séjour moyen initial

$$T_i = L / v_i$$

.  $T_f$  : temps de séjour moyen futur

$$T_f = V / Q$$

Les indicateurs de pression qui, rappelons le, ne se réfèrent qu'aux conditions d'écoulement dans l'ouvrage, pourront utiliser une combinaison d'un ou plusieurs paramètres suivants en les sommant par unité hydrologique :

Augmentation relative des profondeurs maximales :

$$I_{p1} = (H+h)/h$$

Augmentation relative du volume :

$$I_{p2} = V / (L \times h \times b)$$

Augmentation relative du temps de séjour :

$$I_{p3} = T_f / T_i = (V \times v_i) / (Q \times L)$$

Diminution relative des vitesses de transfert :

$$I_{p4} = v_f / v_i = (L \times Q) / (V \times v_i)$$

### 3. Réalimentation de nappe

Augmentations de volume :

- . comptabilisation des débits ou volumes réinjectés,
- . relevés piézométriques et coefficients d'emmagasinement de la nappe.

## **G. PRESSIONS RELATIVES AUX MODULATIONS FONCTIONNELLES**

### 1. Indicateurs de pression due à la fréquence des éclusées

En l'absence d'indication fournie par l'exploitant ou de chroniques de débits turbinés, notons :

- . D : durée d'observation,
- .  $Q_e$  : débit entrant dans la retenue supposé constant sur D,
- .  $Q_r$  : débit réservé,
- .  $Q_t$  : débit turbiné supposé constant sur la durée d'observation,
- . V : volume de la retenue supposé identique entre le début et la fin de la période D.

Si on fait l'hypothèse simplificatrice que la retenue est complètement vidangée à chaque éclusée (ce qui n'est pas vrai par exemple pour les grandes retenues ou les lacs d'altitude participant à la sécurité nationale en matière d'alimentation énergétique).

- . N le nombre d'éclusées sur la période D,
- . Tt durée de turbinage ou de vidange à chaque éclusée.

$$N \times Q_t \times T_t + Q_r \times D = Q_e \times D$$

$$(Q_t + Q_r - Q_e) \times T_t = V$$

Des deux égalités précédentes on déduit une valeur de N qui fournit un premier indicateur de pression. Cette valeur est très approximative mais permet des comparaisons entre sites :

$$Ip1 = N = (Q_e - Q_r) \times (Q_t + Q_r - Q_e) \times D / (Q_t \times V)$$

La pression des éclusées sera perceptible pour  $Q_t > (Q_e - Q_r)$

Supposons que l'on dispose de la courbe des débits classés naturels du cours d'eau (moyenne interannuelle). Cette courbe permet de déterminer le nombre de jours Dt de l'année où  $Q_t > (Q_e - Q_r)$ .

Divisons la durée Dt en k éléments unitaires Di sur lesquels nous supposons le débit naturel entrant constant et calculons la valeur Ni de N sur le pas de temps Di selon la méthode précédente.

Sur la durée Dt, le nombre Nt d'éclusées s'écrit  $N_t = \sum_{i=1,k} N_i$

La période de retour moyenne T d'une éclusée sur l'année, qui constitue un second indicateur de pression, s'exprime alors par :

$$Ip2 = T \text{ (en jours)} = 365 / N_t$$

## 2. Indicateur de pression due à l'augmentation des débits d'écoulement en aval des centrales fonctionnant par éclusées

Nous proposons une expression de la pression identique à celle proposée pour la mise en place de nouvelles redevances sur la modification du régime des eaux :

$$Ip3 = Q_{max} / Q_{min}$$

- . Qmax : débit turbinable maximal,
- . Qmin : débit minimal du cours d'eau pendant les périodes d'éclusées.

Ce type d'indicateur est valable pour analyser l'impact sur les tronçons court-circuités des déclenchements ou arrêts brutaux de fonctionnement des centrales, que celles-ci fonctionnent par éclusées ou au fil de l'eau. Il suffit de remplacer Qmin par le débit réservé du tronçon court-circuité.

$$Ip3bis = Q_{max} / Q_{réservé}$$

## 3. Indicateur de pression due à l'augmentation des vitesses d'écoulement en aval des centrales fonctionnant par éclusées

Nous faisons l'hypothèse simplificatrice d'un écoulement permanent uniforme en aval de la restitution de la centrale hydroélectrique pendant l'éclusée. Faire une hypothèse de permanence de l'écoulement,

revient à supposer que le turbinage s'effectue pendant une durée suffisamment longue pour que le débit puisse être supposé constant. L'uniformité peut se traduire dans le cas présent par l'absence de singularité géométrique au niveau du lit du cours d'eau.

Dans ces conditions, la vitesse d'écoulement peut s'exprimer par la formule de Manning Strickler :

$$V = K \times R^{2/3} \times I^{1/2}$$

- . V : vitesse d'écoulement,
- . K : coefficient de rugosité estimé d'après les tables en vigueur,
- . R : rayon hydraulique  $R = S/P$  avec S section hydraulique et P périmètre mouillé,
- . I : pente du cours d'eau estimée d'après les courbes de niveau de la carte IGN.

Soit :

- . Vi : la vitesse correspondant au débit réservé ou au débit du cours d'eau au niveau de la restitution avant l'éclusee noté Qi,
- . Vf : la vitesse correspondant au débit précédent augmenté du turbiné Qt,

$I_p = 4 = V_f/V_i = (R_f/R_i)^{2/3}$
---------------------------------------

Pour un canal rectangulaire  $R = L \times H / (L + 2H)$  avec H hauteur d'eau et L largeur du canal, d'où

$$V_f/V_i = ((H_f \times (L + 2H_i)) / (H_i \times (L + 2H_f)))^{2/3}$$

Pour de larges cours d'eau où  $H \ll L$ , on aboutit à l'expression simplifiée

$$V_f/V_i = (H_f / H_i)^{2/3}$$

H s'obtient à partir de Q par résolution de l'équation de Manning  $Q = K \times S \times R^{2/3} \times I^{1/2}$

On montre que la variation de hauteur de vitesse (comme du reste celle de la hauteur d'eau) consécutive à une variation de débit croît assez rapidement lorsque le débit de base diminue (exemple : pour un cours d'eau de 10 m de large, présentant une pente de 1% et une rugosité importante de 15, la vitesse passe de 20 à 65 cm/s lorsque le débit de base passe de 1 à 0,1 m<sup>3</sup>/s et que le débit turbiné vaut 1 m<sup>3</sup>/s).

#### 4. Indicateur de pression relatif à la distance de propagation des éclusées

Seul un modèle utilisant les équations de Saint-Venant permettrait de rendre compte de façon satisfaisante de l'atténuation des débits le long du bief recevant les rejets d'une centrale hydroélectrique. Un tel modèle est complexe à mettre en oeuvre et délicat à utiliser. En outre, il est probable que la précision des résultats fournis soit exagérée au regard de la précision des données de base (morphologie et débits du cours d'eau) ou de la précision de la mesure ultérieure des impacts.

A défaut, il peut être envisagé pour certaines éclusées (type hydrogramme de crue) et certaines configurations de cours d'eau, d'avoir recours à des modèles d'écoulement type Hayami ou Muskingum faisant intervenir un nombre réduit de paramètres à caler sur des hydrogrammes enregistrés.

Si de tels outils sont jugés trop lourds à mettre en oeuvre, le dépouillement de quelques hydrogrammes à une échelle de temps inférieure à la journée en des stations limnigraphiques situées en aval de la centrale permettra d'avoir une idée du linéaire de cours d'eau concerné par les modulations de débit. Ce travail a déjà été accompli par la plupart des gestionnaires de réseaux de mesures.

En l'absence de station de mesure, une enquête auprès des usagers des cours d'eau concernés (et notamment des représentants de la pêche) s'impose.

## 5. Indicateurs de pression due aux destockages

Chaque opération de vidange (qu'elle soit réglementaire, fonctionnelle ou accidentelle), chaque opération de dégravolement (qu'elle soit à caractère expérimental ou qu'elle relève d'opérations d'entretien) est un cas particulier tant du point de vue des conditions environnementales dans lesquelles elle se produit (pluviométrie, hydraulicité du cours d'eau) que du point de vue des consignes de réalisation (intensité, période, durée). En outre, dans le cas des opérations à caractère réglementaire, de nombreuses mesures préventives ou correctives peuvent réduire les pressions et les impacts sur le milieu récepteur.

Dans ce contexte, il semble très délicat, voire impossible, de déterminer des indicateurs de pression à partir des seules caractéristiques des ouvrages hydrauliques en cause (retenue artificielles, plans d'eau naturels, ...). En conséquence, nous suggérons de raisonner en terme de probabilité d'impact mesuré, au cas par cas, par comparaison des débits maximum évacuables  $Q_v$  (dépendant des seules caractéristiques des ouvrages évacuateurs) et d'un débit caractéristique du cours d'eau  $Q_c$ .

Parmi les débits caractéristiques, les débits naturels de crue de période de retour 1, 2 ou 3 ans nous semblent appropriés car proches des débits morphogènes.

$$I_p = Q_v / Q_c$$

## 6. Fonctionnement d'usines marémotrices

A développer

## 7. Fonctionnement des chenaux de navigation

A développer

# **H. PRESSIONS RELATIVES AUX MODIFICATIONS VOLONTAIRES DU REGIME DES HAUTES EAUX**

## 1. Ecrêtement des crues par stockage

Seules les petites crues (qu'elles se produisent en période normale d'étiage ou en période de moyennes eaux hivernales) nous paraissent devoir être prises en considération dans la mesure où elles présentent un effet morphogène ou biogène notable et ne conduisent pas à une destruction brutale des équilibres biologiques.

L'évaluation des pressions suppose la connaissance (ou le calcul possible) des débits entrants et sortants des retenues assurant l'écrêtement. Plusieurs méthodologies doivent être envisagées selon la position du point de calcul par rapport à ces retenues.

### 1.1 Estimation des pressions en aval immédiat d'un ouvrage écrêteur

Dans le cadre de l'évaluation des incidences écologiques d'une retenue écrétrice deux paramètres peuvent être intéressants :

- la variation de période de retour  $\Delta T$  d'un débit seuil induite par l'écrêtement,
- la variation de probabilité  $\Delta p$  d'apparition d'un débit au moins supérieur au seuil une année donnée pour une saison considérée.

Remarque : chaque débit transitant dans le cours d'eau récepteur peut théoriquement être mis en relation avec une hauteur d'eau et servir ainsi à l'analyse des pressions sur des cibles écologiques dépendantes des conditions de niveau d'eau.

Le calcul de  $\Delta T$  ou  $\Delta p$  suppose :

- de déterminer au préalable un pas de temps de calcul des débits de crue,
- de connaître, sur ce pas de temps, les débits entrant et sortant de la retenue sur une durée suffisamment longue,
- de se fixer un débit seuil caractéristique

#### Pas de temps de calcul :

Le pas de temps de calcul  $\Delta t$  des débits de crue ne peut être, pour la majorité des cours d'eau, inférieur à la journée. Un travail sur des débits moyens mensuels n'aurait par exemple aucun sens. Dans l'hypothèse d'un travail sur un pas de temps de 24 heures, on affectera les débits moyens journaliers d'un coefficient multiplicateur permettant de restituer des débits de pointe. Cette transformation concerne en premier chef les bassins versant à temps de réponse rapide.

#### Débits entrant et sortant :

Notons :

- .  $Q_{ei}$  le débit moyen entrant dans la retenue au pas de temps  $i$ ,
- .  $Q_{si}$  le débit moyen sortant de la retenue au pas de temps  $i$  (somme des débits lâchés et des surverses).

Si un seul de ces deux débits est connu, le second s'obtiendra soit à partir des règles de gestion de la retenue, soit à partir des variations de stock  $\Delta S_i$  de la retenue au moyen de la relation :

$\Delta S_i = (Q_{ei} - Q_{si}) \times \Delta t$  (en négligeant les infiltrations et l'évaporation, toujours faible, par temps de crue)

Le recours à une modélisation des débits naturels au droit du barrage ou à des cartographies régionales de débits spécifiques peut s'avérer nécessaire pour recomposer des chroniques de débit entrant en l'absence de débit sortants ou de règles de gestion et de relevés de niveaux d'eau.

A ce titre, l'usage des lois Q-D-F du Cemagref décrites au chapitre D.4.1 peut être envisagé moyennant un développement à l'échelle nationale.

Le Cemagref a également développé un modèle de simulation de débits instantanés de crue à partir d'un logiciel de génération de pluie (SYPHRE) et d'une fonction de production type SCS. Il fournit actuellement des crues annuelles mais l'extraction de résultats par saison est possible. Utilisé actuellement pour l'établissement des PPR, son adaptation à l'ensemble du réseau hydrographique pour les besoins de la DCE mériterait d'être étudié.

#### Seuil de débit :

Le seuil de débit sera un débit au pas de temps  $\Delta t$  et d'une période de retour caractéristique des phénomènes morphogènes ou biogènes (6 mois, 1 an, 2 ans par exemple). Notons  $Q_d$  ce débit de référence.

#### Calcul de $\Delta T$ :

Notons :

- .  $D$  : la période (ou saison de travail : hiver-printemps par exemple),

- . n : le nombre de pas de temps  $\Delta t$  sur la période D ( $n \times \Delta t = D$ ),
- . N : le nombre d'années d'observation,
- . Ned : le nombre de débits ayant dépassé le débit seuil Qd dans l'échantillon total des N x n débits entrants observés,
- . Nsd : le nombre de débits ayant dépassé le débit seuil Qd dans l'échantillon total des N x n débits sortants observés.

La période de retour T (en années) d'une crue entrante supérieure au seuil Qd sur la saison D est :

$$T_e = N / (N_{ed} - 0,5)$$

En termes plus rigoureux, T exprime la période de retour du minimum des Ned valeurs au dessus du seuil Qd en approximant la probabilité de non dépassement d'une valeur par : (son rang - 0,5) / taille de l'échantillon.

Dans l'état actuel (avec retenue), la période de retour T (en années) d'une crue entrante supérieure au seuil Qd sur la saison D est :

$$T_s = N / (N_{sd} - 0,5)$$

$\Delta T = T_s - T_e = N \times (1 / (N_{sd} - 0,5) - 1 / (N_{ed} - 0,5))$
---

#### Calcul de $\Delta p$ :

Si on suppose les débits au pas de temps  $\Delta t$  indépendants (ce qui constitue une approximation simplifiant les calculs), la probabilité d'obtenir une année donnée, sur la saison D considérée, une crue entrante supérieure au seuil de débit Qd est donnée par l'expression :

$$p_e = 1 - (1 - N_{ed} / (n \times N))^n$$

La probabilité d'obtenir en l'état actuel, une année donnée, sur la saison D, une crue sortante supérieure au seuil Qd est, de la même manière :

$$p_s = 1 - (1 - N_{sd} / (n \times N))^n$$

d'où on en déduit  $\Delta p$  :

$\Delta p = p_s - p_e = (1 - N_{sd} / (n \times N))^n - (1 - N_{ed} / (n \times N))^n$
--

Remarque : l'incidence d'un ouvrage écrêteur sur la période de retour ou la probabilité d'apparition d'un événement hydrologique donné peut également se calculer à partir de l'analyse statistique comparative d'une série chronologique de débits antérieure à la création de l'ouvrage et d'une série postérieure à la mise en service de cet ouvrage. Outre la disponibilité des débits sur une longue période, cette méthode suppose l'analyse simultanée des conditions pluviométriques avant et après mise en service de l'ouvrage.

### 1.2 Estimation des pressions en aval d'un ouvrage écrêteur au droit d'une station hydrométrique

Les débits enregistrés à la station hydrométrique serviront de base à l'estimation des probabilités et périodes de retour des événements hydrologiques influencés par l'ouvrage écrêteur situé en amont.

Comme précédemment, les crues naturelles devront être reconstituées. A cette fin, plusieurs méthodes sont là encore envisageables :

- Reconstituer une série chronologique de débits naturels à partir des débits enregistrés à la station hydrométrique et des variations de débit générées par l'ouvrage écrêteur situé en amont :

$$Q_{\text{naturel}} = Q_{\text{mesuré}} - (Q_{\text{sortant de la retenue}} - Q_{\text{entrant dans la retenue}}).$$

- Reconstituer une série chronologique de débits naturels à partir des débits naturels reconstitués au barrage affectés d'un coefficient multiplicateur fonction de la surface drainée :

$$Q_{\text{naturel}} = Q_{\text{entrant dans la retenue}} \times S / S_{\text{retenue}}^{\alpha}$$

avec :

- . S : surface du bassin versant drainée au droit du point de mesure,
- . S<sub>retenue</sub> : surface captée par le barrage,
- . α : coefficient compris généralement entre 0,6 et 0,9 (souvent voisin de 0,75).

- A défaut, utiliser les paramètres régionalisés de modèles pluie-débit ou de lois de probabilité évoqués ci-dessus.

### 1.3 Estimation des pressions en un point non jaugé

- S'il existe une station hydrométrique à l'amont ou à l'aval, le débit naturel au point de calcul pourra être estimé à partir du débit naturel à la station reconstitué comme précédemment affecté d'un ratio de surface :

$$Q_{\text{naturel}} = Q_{\text{nat sta}} \times (S / S_{\text{sta}})^{\alpha}$$

avec :

- . Q<sub>nat sta</sub> : débit naturel reconstitué à la station hydrométrique,
- . S<sub>sta</sub> : superficie du bassin versant au droit de la station hydrométrique,
- . S : superficie du bassin versant au droit du point de calcul,
- . α : coefficient compris généralement entre 0,6 et 0,9 (souvent voisin de 0,75).

- S'il existe deux stations (une en amont et une en aval) :

$$Q_{\text{naturel}} = Q_{\text{nat sta amont}} + (Q_{\text{nat sta aval}} - Q_{\text{nat sta amont}}) / (S_{\text{sta aval}}^{\alpha} - S_{\text{sta amont}}^{\alpha}) \times (S^{\alpha} - S_{\text{sta amont}}^{\alpha})$$

- S'il n'existe pas de station hydrométrique, les débits naturels pourront être reconstitués à partir des débits naturels au barrage affectés d'un coefficient multiplicateur du type  $S / S_{\text{barrage}}^{\alpha}$  ou de paramètres régionalisés. Ce cas restera relativement rare dans la mesure où les ouvrages écrêteurs sont généralement implantés sur des cours d'eau qui présentent des enjeux humains importants et font, pour cette raison, l'objet d'un suivi hydrométrique.
- Les chroniques de débits influencés pourront être reconstituées partir des débits naturels reconstitués et des variations de débit générées par l'ouvrage écrêteur situé en amont.

### 1.4 Indicateur de pression relatif à la distance d'influence des écrêtements

Des méthodes de propagation des hydrogrammes naturels et influencés par les ouvrages écrêteurs ou des différences entre les hydrogrammes naturels et les hydrogrammes influencés peuvent être utilisées pour juger de la distance d'influence des écrêtements (Muskingum, Puls, lag methods, méthode des coefficients, ...). Elles semblent toutefois lourdes à mettre en œuvre dans le cadre de la DCE.

Dans un premier temps, nous suggérons d'évaluer cette distance soit à partir des enregistrements limnigraphiques fournis par les stations de jaugeage situées en aval du barrage, soit à partir des renseignements fournis par le gestionnaire, soit encore à partir des objectifs de soutien d'étiage assignés à la retenue.

En l'absence de ces informations la distance de perturbation pourrait être définie comme la distance à partir de laquelle l'écart maximum ou médian entre le débit entrant et sortant de la retenue descend en dessous d'un certain pourcentage du débit mesuré (ou estimé) du cours d'eau en aval du barrage.

### 1.5 Indicateur de pression simplifié

En l'absence de données permettant les calculs statistiques précédents, une approche très simplifiée de la pression des ouvrages écrêteurs est possible au moyen du ratio suivant :

$$(Q_{ps} - Q_m) / Q_m$$

avec :

- .  $Q_m$  : débit moyen de la saison (ou de l'année) étudiée,
- .  $Q_{ps}$  : le débit d'équipement de l'ouvrage de contrôle des lâchures.

On s'interdit là toute approche statistique des phénomènes et toute analyse de l'influence aval des écrêtements.

## 2. Cas des ouvrages non directement voués à l'écrêtement des crues

Certains ouvrages hydrauliques non directement voués à l'écrêtement des crues peuvent, en fonction de leur capacité de stockage et suivant les règles de gestion qui leurs sont appliquées, avoir un effet sur le laminage des débits de pointe. Lorsqu'il est prévu de manière explicite dans les règles de gestion, l'écrêtement des crues devient alors une fonction secondaire de l'ouvrage. Ceci est notamment le cas de certaines grandes retenues EDF dont la fonction première est la production d'hydroélectricité ou de certaines réserves en eau d'irrigation qui, arrivée en fin de période estivale, disposent d'un volume de rétention important au regard des volumes écoulés en période de hautes eaux automnales.

Pour ces ouvrages, une évaluation des pressions selon les principes évoqués précédemment est souhaitable.

## 3. Cas des travaux en rivière

Certains travaux en rivière peuvent avoir une incidence non négligeable sur la propagation des crues en accélérant ou retardant les écoulements (donc en augmentant ou diminuant les débits de pointe) et en augmentant ou diminuant les volumes écoulés.

Il s'agit en particulier :

- des travaux de recalibrage,
- des travaux d'endiguement,
- des opérations de réouverture d'anciens chenaux de crue,
- des effacements ou des créations d'obstacles à l'écoulement,
- des opérations d'entretien de la végétation.

Outre le fait que chaque cas est un cas particulier nécessitant la connaissance d'une multitude de paramètres pour en évaluer la pression résultante, chaque cas pose le problème de la définition d'un état de référence.

Lorsqu'un seuil est créé en rivière, un rehaussement des lignes d'eau se produit qui permet quelquefois l'exploitation par la rivière d'un champ d'inondation plus important et ainsi une diminution de l'amplitude des crues en aval. Le premier problème qui se pose est de savoir si l'on considère que ce seuil a un impact positif dans la mesure où il conduit à la réactivation d'un champ d'inondation à l'amont ou si l'on considère au contraire qu'il induit des effets négatifs en aval en réduisant l'amplitude des crues morphogènes. En admettant la question résolue, quel doit être l'état de référence pour le calcul de la pression ? S'agit-il de la rivière dans son état originel, c'est à dire avant l'apparition des phénomènes d'encaissement de son lit ayant donné lieu à la création du seuil ou bien s'agit-il de la rivière juste avant la création du seuil avec une pente forte en amont de l'ouvrage ?

Concernant l'entretien de la végétation, il peut être posé a priori que l'élagage, le débroussaillage ou les coupes à blanc accélèrent l'écoulement des eaux. Un indicateur de pression pourrait donc être élaboré sur la base du linéaire de cours d'eau concerné rapporté au linéaire total de cours d'eau. Mais là encore, quel sera l'état de référence. S'agit-il d'un état d'entretien moyen répondant aux obligations

théoriques des propriétaires riverains lesquelles intègrent les contraintes exercées par les usages du sol donc des facteurs de pression anthropiques, ou s'agit-il d'un état naturel correspondant à un milieu fermé qui, dans la plupart des cas ne sera jamais retrouvé ?

Nous ne traiterons donc pas dans le contexte de cette note des pressions exercées par ces travaux.

## **I. PRESSIONS RELATIVES AUX MODIFICATIONS VOLONTAIRES DU REGIME DES BASSES EAUX**

Font partie des forces motrices à l'origine d'une modification de la fréquence d'apparition des déficits en eaux :

- les soutiens d'étiage à partir de retenues,
- les transferts d'eau entre bassins versants,
- les mesures de réduction de la consommation.

Les pressions relatives à ces forces peuvent s'exprimer de différentes manières en fonction du compartiment écologique ciblé. Ainsi il peut être question de la variation des périodes de retour correspondant à des débits seuils d'étiage, de la variation des débits correspondant à des périodes de retour données, de l'augmentation du nombre de jours où les débits et les hauteurs d'eau sont restés inférieurs à un seuil, etc.

Pour servir à une interprétation écologique des impacts, les pressions concernées devrait pouvoir être établies à partir de débits ou de hauteurs d'eau répondant à plusieurs critères :

- être évalués sur un pas de temps relativement court (la journée ou la décade par exemple),
- intégrer les prélèvements d'eau qui deviennent significatifs en étiage,
- intégrer les lâchures des retenues de soutien d'étiage,
- intégrer les pertes par infiltration (le long des zones karstiques notamment),
- pouvoir être calculés avant et après mise en place des aménagements, prélèvements et dérivations.

Concernant le soutien des étiages ou les transferts d'eau entre bassins versants, la reconstitution des chroniques de débits naturels est extrêmement délicate et lourde dans la mesure où ces débits sont influencés par des prélèvements dont on ne connaît que très rarement l'évolution historique et saisonnière et qui sont difficilement calculables à un pas de temps de l'ordre de la journée.

En outre, sauf cas exceptionnels (lâchures à trop fort débit qui peuvent être traitées comme les éclusées, lâchures d'eau profonde dont la qualité physico-chimique serait altérée, submersion de sites de nidification, ...), les augmentations de débit à l'aval des dispositifs de soutien d'étiage sont rarement préjudiciables au milieu naturel.

Enfin, la pression de soutien d'étiage, si elle existe, est implicitement prise en compte (au moins en partie) dans le calcul des pressions de prélèvement puisque ce calcul intègre les débits de soutien d'étiage (cf. chapitre D 4.1).

Ces trois facteurs n'incitent pas à la mise en œuvre d'une méthodologie générale pour le calcul de la pression exercée par les augmentations de débit dues aux soutiens d'étiage ou aux réalimentations de cours d'eau. Nous préférons renvoyer dans ce cas à des modélisations spécifiques comme celle effectuée sur la Loire pour l'examen de l'incidence des aménagements réalisés et projetés par l'EPALA.

En revanche, les soustractions de débit nécessaires à la reconstitution des réserves de soutien d'étiage ou induites par la fonction secondaire d'écêtement exercée par les retenues concernées peuvent faire l'objet de quelques propositions méthodologiques.

### 1. Indicateur de pression relative à la reconstitution des réserves de soutien d'étiage

On note :

. D : la période de référence retenue,

.  $\Delta t$  : le pas de temps de calcul (nous proposons un calcul au pas de temps mensuel),

- . N : le nombre de pas de temps  $\Delta t$  de calcul sur la période D ( $D = N \times \Delta t$ ),
- .  $Q_{ni}$  : le débit naturel reconstitué moyen entrant dans la retenue sur le pas de temps i,
- .  $Q_{mi}$  : le débit observé moyen entrant dans la retenue sur le pas de temps i,
- .  $Q_{si}$  : le débit observé moyen sortant de la retenue sur le pas de temps i (somme des lâchures et des surverses),
- .  $V_{fi}$  : volume de la retenue à la fin du pas de temps i,
- .  $V_{ii}$  : volume de la retenue au début du pas de temps i.

On pourra donner à l'indicateur de pression l'expression suivante :

$$Ip1 = \sum_{i=1,N} \text{Max} (0 ; (Q_{mi} - Q_{si}) / Q_{ni})$$

ou, en l'absence de relevés de lâchure et de surverses :

$$Ip1 = \sum_{i=1,N} \text{Max} (0 ; (V_{fi} - V_{ii}) / (Q_{ni} \times \Delta t))$$

NB : les prélèvements effectués dans une retenue du type précédent on été considérés comme apportant de l'eau au cours d'eau du fait des restitutions qui leurs sont associés. Leur impact négatif sur le régime hydrologique du cours d'eau en étiage est mesuré au travers de l'indicateur précédent qui prend en compte le stockage de l'eau nécessaire à la satisfaction de ce type de prélèvement.

## 2. Indicateur de pression relative à la variation de fréquence des crues d'étiage

Ce cas est traité au chapitre H concernant les modifications du régime des hautes eaux. Il conviendra seulement de mentionner au stade de la collecte des données que la retenue concernée est susceptible d'avoir une fonction écrêteuse.



# **17. LE RESEAU D'OBSERVATION DES MILIEUX (ROM)**

## **17.1. NOTE DESCRIPTIVE ET METHODOLOGIQUE RESUMEE**

### **LE RESEAU D'OBSERVATION DES MILIEUX (ROM), EVALUATION ET SUIVI DE L'ETAT FONCTIONNEL DES COURS D'EAU**

Alix NIHOARN, Conseil Supérieur de la Pêche, 84, rue de Rennes, 35510 Cesson-Sévigné, France.

#### **1. Principes**

La caractérisation de l'état biologique d'un milieu par l'analyse de tous les compartiments biologiques à toutes les échelles est très complexe et lourde à mettre en œuvre. Par ailleurs, la mesure de paramètres descriptifs de l'état de ces compartiments ne permet pas de faire toujours le lien entre l'effet observé et l'origine probable de la dégradation du fait de la multiplicité des causes de perturbation dans un bassin.

L'observation de la situation des espèces situées au sommet de l'édifice trophique permet de bien approcher le fonctionnement de l'ensemble du système. En effet, celles-ci réagissent non seulement aux modifications directes de la qualité de leur habitat mais aussi à celles touchant les autres espèces dont elles se nourrissent ou sont dépendantes. C'est l'objet de l'analyse fonctionnelle qui utilise une espèce indicatrice, sensible aux différentes perturbations afin de mettre en évidence les signes de dysfonctionnement de l'écosystème. L'utilisation d'une seule métrique (une population dans son aire d'extension) permet de caractériser un état fonctionnel par rapport à sa situation de référence.

Dans les eaux de surface, une perturbation va avoir des conséquences sur les conditions locales du milieu, là où elle est intervenue, mais aussi de manière indirecte, sur le fonctionnement global de l'écosystème. Cet effet peut être révélé de manière pertinente par les espèces animales, les poissons en particulier, qui se déplacent entre différents points du réseau lors de la réalisation de leur cycle vital. De ce fait, la qualité du déroulement du cycle réalise la synthèse des différentes conditions locales rencontrées.

La méthode décrite est fondée sur l'expertise de l'impact des perturbations sur la capacité du milieu à permettre le développement durable de certaines espèces de poissons indicatrices, et consiste en une analyse des dysfonctionnements de leurs cycles vitaux.

La caractérisation est réalisée par contextes, unités fonctionnelles définies à l'échelle de l'aire d'extension d'une population indicatrice. Il peut s'agir d'une masse d'eau au sens de la directive cadre si, comme c'est souvent le cas, il est possible de retenir une espèce indicatrice associée au type retenu.

Elle est conduite en 2 phases complémentaires. Le diagnostic de l'état du milieu dans chaque unité fonctionnelle est d'abord réalisé par une expertise des possibilités de réalisation des phases vitales du cycle de l'espèce indicatrice (reproduction, éclosion, croissance) au regard des perturbations recensées.

Puis l'avis d'expert est complété par une évaluation quantitative, dans laquelle on calcule l'impact des perturbations sur l'abondance de la population de poissons adultes de l'espèce indicatrice de l'unité fonctionnelle. C'est cette abondance de la population qui est utilisée comme métrique de la fonctionnalité du milieu.

#### **2.Méthode**

##### **2.1. Inventaire des pressions et impacts sur le milieu**

La caractérisation débute par un inventaire dans lequel toutes les perturbations ayant un impact significatif sur le milieu sont recensées par des observateurs (agents techniques et techniciens de l'environnement), et décrites selon une chaîne qui relie les activités humaines aux perturbations, puis les perturbations aux impacts sur le milieu.

Cette chaîne fait l'objet d'une standardisation sous la forme d'une nomenclature constituée par des tableaux croisés, qui garantit l'homogénéité de l'inventaire à l'échelle nationale.

Chaque perturbation est localisée sous forme de texte (nom du cours d'eau, commune, lieu-dit), et sera complété à terme par un géo-référencement en coordonnées Lambert.

L'inventaire prend en compte les impacts sur les différents compartiments du milieu : hydro-morphologie, hydrologie, physico-chimie et continuité.

## **2.2. Définition des unités d'analyse fonctionnelle**

Les unités d'analyse fonctionnelle(contextes), sont définies comme étant des ensembles hydrographiques dans lesquels les paramètres naturels du milieu, en l'absence de perturbation, sont favorables à un type de peuplement et une espèce indicatrice. Ce sont des unités écologiques homogènes par rapport à une population d'une espèce indicatrice.

La délimitation est réalisée sur la base des paramètres naturels du milieu, qui structurent la répartition typologique des peuplements de poissons. C'est la situation potentielle, commandée par les seuls facteurs naturels non perturbés ou supposés comme tels qui guident le découpage.

Les limites correspondent à des changements de gamme de valeur des paramètres hydro-morphologiques et physico-chimiques, établies en référence aux grands types de peuplements piscicoles qu'elles soutiennent.

Pour définir ces limites, on utilise les données existantes, interprétées par des méthodes typologiques classiques ( HUET, 1959 ; VERNEAUX, 1977), conduisant à une typologie simplifiée à 3 niveaux (types salmonicole, intermédiaire et cyprinicole).

Une validation peut être réalisée par des données sur les peuplements observés, dans la mesure où elles sont estimées ne pas être influencées par des perturbations, et par application du modèle élaboré dans le cadre de l'indice poisson qui permet de prévoir le peuplement le plus probable en chaque point d'un cours d'eau en fonction des caractéristiques naturelles du milieu.

## **2.3. Caractérisation de l'état**

### **2.3.1. Expertise de l'impact des perturbations**

Pour chaque unité fonctionnelle, un expert décrit l'effet des pressions et de leur impact sur l'aptitude du milieu à assurer les phases du cycle biologique (fonctionnalité du milieu pour la croissance, la reproduction et l'éclosion). Dans une première étape, conclue en 2002 par la publication d'une première carte nationale de l'état fonctionnel des cours d'eau, la réalisation de chacune de ces 3 fonctions a été jugée conforme (optimale), perturbée (possible mais non optimale), ou dégradée (impossible).

Dans une seconde étape (en cours), la force et l'étendue de l'impact de chaque perturbation sur chaque fonctionnalité sont évaluées. La qualité de chaque fonctionnalité résultant de chaque impact est évaluée en 5 niveaux de 1 (bleu) à 5 (rouge), correspondants à une perturbation croissante, en appliquant la grille de combinaison intensité x étendue ci-dessous.

	Etendue (% de surface en eau touchée)				
intensité	<20%	20-40%	40-60%	60-80%	80-100%
faible	1	1	2	2	2
moyenne	1	2	3	3	4
forte	2	3	3	4	5

Pour tenir compte des effets d'accumulation, 3 perturbations d'un même niveau sont équivalentes à une perturbation de niveau supérieur.

La classe de qualité de l'unité fonctionnelle est celle de la fonctionnalité la plus déclassante.

### **2.3.2. Quantification de l'impact des perturbations**

La perte de fonctionnalité totale de l'écosystème est définie comme l'écart entre la population théorique de l'espèce indicatrice (résumée par l'abondance en adultes), et la population réelle.

L'abondance théorique est calculée à partir des densités de référence obtenues sur des cours d'eau non perturbés (si possible dans la même zone géographique, ou à défaut dans des zones géographiques semblables), et des surfaces en eau de l'unité fonctionnelle susceptibles de permettre le recrutement et l'accueil (supposées non modifiées).

La perte provoquée par chaque perturbation recensée est ensuite calculée à partir de l'impact sur l'espèce (références bibliographiques ou locales), de son intensité et de l'étendue de la zone influencée ( évalués comme précédemment directement par un observateur).

La population réelle est égale à la population théorique diminuée de la somme de tous les déficits de population . La perte de fonctionnalité totale, exprimée en pourcentage par rapport à la situation théorique, est classée en 5 niveaux.

### **2.3.3. Etat fonctionnel**

Les résultats obtenus par les 2 approches sont confrontés. Si l'écart est égal à une classe, l'état retenu est celui obtenu par le calcul. En cas d'écart supérieur à 1 classe, les 2 évaluations sont réexaminées jusqu'à réduction de l'écart à 1 ou 0.

### **3. Diffusion de l'information, suivi et mise à jour**

L'information sera disponible sous forme d'une base de données dans le premier semestre 2003, les 2 étapes (construction de la base et homogénéisation de l'information) étant en cours.

Cette base de données va être enrichie et régulièrement mise à jour. Il s'agira notamment de tenir une comptabilité des perturbations. Cela sera réalisé d'une part par la mise en place d'un outil permettant la collecte et la remontée d'informations de terrain, d'autre part par croisement et confrontation avec les autres bases de données existantes (IFEN, Agence de l'Eau, ...).

La collecte des données de terrain sera organisée en interne et assurée par le réseau d'observateurs que constituent les agents des brigades départementales du CSP. Ils disposeront d'une fiche synthétique d'observation, actuellement en cours de test et de mise au point (voir prototype en annexe), qui leur permettra de décrire toute nouvelle perturbation (ou amélioration) du milieu qu'ils auront pu observer sur leur territoire d'action. Sur cette fiche, de la même façon que pour l'établissement de l'état initial, ils devront préciser la localisation exacte de l'observation (unité fonctionnelle, coordonnées Lambert), la nature de l'observation (type de perturbation ou d'amélioration), son origine (pression et activité responsable), les caractéristiques de l'impact (compartiment concerné, type d'altération, ...) et son importance (ex. linéaire de cours d'eau affecté ou restauré).

Ces fiches seront transmises en Délégation Régionale, où elles seront validées et saisies pour intégration à la base de données. Des états "comptables" seront régulièrement effectués à ce niveau (au moins une fois par an). Le cas échéant, éventuellement après confrontation avec les informations fournies par d'autres producteurs de données, des actions ciblées pourront en retour être mise en œuvre sur le terrain afin de vérifier, consolider ou parfaire certains constats.

A pas de temps régulier (tous les 5 ans), il sera effectué pour chaque unité fonctionnelle une synthèse des observations enregistrées et une actualisation des calculs des pertes de fonctionnalité, permettant de juger de l'évolution de son état fonctionnel.

### **4. Conclusion**

<b>classe de qualité</b>	<b>perte de fonctionnalité totale</b>	<b>Etat fonctionnel</b>
<b>1</b>	<b>&lt; 15 %</b>	<b>Très bon</b>
<b>2</b>	<b>15 - 30 %</b>	<b>Bon</b>
<b>3</b>	<b>30 - 60 %</b>	<b>Moyen</b>
<b>4</b>	<b>60 - 80 %</b>	<b>Médiocre</b>
<b>5</b>	<b>&gt; 80 %</b>	<b>mauvais</b>

La méthode proposée n'a pas vocation à remplacer les réseaux de mesures des paramètres existants (Indice poisson, IBGN), sur lesquels elle s'appuie par ailleurs pour déterminer les références, consolider l'expertise et valider les résultats.

Elle cherche à répondre de manière globale à deux questions : quel est l'état fonctionnel du milieu et quelles sont les principales causes du mauvais fonctionnement ? Il s'agit donc d'une approche généraliste qui permet une couverture complète du territoire à une échelle significative et opérationnelle. Elle permet de bien décrire les impacts sur le milieu physique, la continuité, qui sont des facteurs explicatifs essentiels de la qualité des écosystèmes, peu ou pas pris en compte par les méthodes analytiques classiques. L'approche par les perturbations conduit à une identification pertinente des causes, alors que les outils analytiques ont surtout vocation à mesurer leurs effets.

Sans être aussi précise qu'une série d'analyses stationnelles portant sur l'ensemble des compartiments biologiques, l'analyse fonctionnelle basée sur une espèce indicatrice de poisson donne ainsi une indication très probable de l'état de santé d'un ensemble hydrographique de la taille d'une masse d'eau. C'est une méthodologie rapide à mettre en œuvre puisqu'elle ne nécessite pas d'analyses spécifiques mais seulement des observations des pressions et de leur impact. Elle a l'avantage d'avoir été expérimentée sur tout le territoire métropolitain.

Elle permet de plus d'identifier et de hiérarchiser les pressions selon l'importance de leur impact sur le milieu. Elle constitue ainsi un outil pratique pour élaborer un programme de mesures d'autant que la méthode autorise un suivi de l'effet des mesures de gestion par un réseau d'observations du milieu à la même échelle.

Le choix de définir le bon état fonctionnel d'un cours d'eau comme sa capacité à entretenir durablement une population d'une seule espèce particulièrement exigeante donne un sens biologique fort à la démarche. C'est par ailleurs un outil de communication simple et facilement compréhensible par le grand public

**Annexe (page suivante) : exemple d'expertise**

Unité fonctionnelle : “ Sélune amont ” (Manche)

INVENTAIRE DES PRESSIONS / IMPACTS				EXPERTISE									
Pression	Perturbation	Localisation	Impact(s) milieu	Impact(s) biologique sur espèce indicatrice	Impact sur les fonctionnalités *						Evaluation		
					E		R		C		E	R	C
					Fo	Et	Fo	Et	Fo	Et			
Agriculture Élevage batiments	rejet organique	totalité du contexte	déficit en oxygène	asphyxie mortalité asphyxie des œufs	1	5	1	5	1	5	2	2	2
Agriculture pratiques culturales plantes sarclées	Culture à sol nu Fertilisation Epannage apport organique Pesticides	Totalité du contexte	toxicité Colmatage par des fines colmatage organique	Risques d'asphyxie et de mortalité diminution de la capacité d'accueil diminution de la microfaune benthique dégradation ou suppression de zones de reproduction	1	5	1	5	1	5	2	2	2
Industrie	rejet toxique	Mortain St Hilaire	toxicité	mortalité					2	1			1
Agriculture aménagement rural	Curage recalibrage	Secteurs amont	réduction des faciès d'écoulement réduction des caches et abris dans le lit modification du substrat (disparition de granulats) réduction des caches et abris en berges instabilité et érosion du lit	diminution de la capacité d'accueil diminution de la microfaune benthique dégradation ou suppression de zones de reproduction			2	2	3	2		2	3
Agriculture élevage pâturage	Pâturage libre	Totalité du contexte et en particulier les petits cours d'eau	Colmatage par des fines Erosion des berges	dégradation ou suppression de zones de reproduction asphyxie et mortalité diminution de la capacité d'accueil	1	2	1	2	1	2	1	1	1
Collectivités Urbanisation traitement des eaux usées	Rejet organique	Le Teilleul Barenton Juvigny	déficit en oxygène Colmatage organique	asphyxie mortalité Réduction des surfaces de frayères diminution de la microfaune benthique					1	2			1
Loisir - Agrément	Plan d'eau	Meude Argonce	création de zones d'eau calme déficit en oxygène <b>colmatage par des fines</b> réchauffement de l'eau réduction de la connectivité	dégradation ou suppression de zones de reproduction asphyxie et mortalité obstacles à la circulation (adultes)			1	1	1	1		1	1
							1	1	1	1		1	1
					bilan des fonctionnalités						2	3	3
* <b>Légende :</b> E, C, R : fonctionnalité du milieu pour l'éclosion, la croissance, la reproduction. Fo, Et : force et étendue de l'impact					<b>classe de qualité</b>						<b>3 jaune</b>		

## 17.2. REMARQUE DANS LE CADRE DU PRESENT DOSSIER

La totalité du réseau hydrographique français a ainsi été caractérisé en 2001. Cette première caractérisation sera rapidement affinée, en particulier pour mieux décrire les milieux perturbés, qui recouvrent des situations très différentes, pouvant être proches du bon état ou au contraire d'un état dégradé. La prochaine carte nationale des contextes devrait donc tenir compte de 5 classes de qualité (déjà disponible sur la Bretagne). La base de données intégrant les variables qui ont permis le jugement d'expert et les calculs sera disponible début 2003.

En première estimation, le nombre de contextes devrait être supérieur au nombre de masses d'eau ; la précision à l'échelle du contexte devrait donc être supérieure à celle de la masses d'eau.

Nom district	Code district	Nb contextes
Artois-Picardie	01	58
Rhin-Meuse	02	242
Seine-Normandie	03	434
Loire-Bretagne	04	879
Adour-Garonne	05	546
Rhône-Méditerranée-Corse	06	864
<b>Total</b>		<b>3023</b>

Le tableau ci-dessous présente le nombre de zones Hydro (BD-CarThAgE) par contexte. Il est vraisemblable qu'au-delà de 5 à 6 zones Hydro par contexte, le risque de découpage d'un contexte par une masse d'eau augmente de façon significative. Le report des données du contexte devient alors difficile et demande un retraitement préalable. Il sera en particulier nécessaire de différencier le drain principal de ses tributaires. Le nombre de contexte à retraiter serait alors de 430 (14 %) qui, répartis dans les différentes délégations régionales du CSP ne représenteraient plus qu'une cinquantaine de contextes à retraiter par les spécialistes.

Nb zones Hydro	Nb contextes
1	1654
2	456
3	317
4	164
5	115
6	76
7	53
8	46
9	17
10	17
11	30
12	13
13	5
14	18
15	7

Nb zones Hydro (suite)	Nb contextes
16	9
17	3
18	10
19	1
20	1
21	3
27	1
30	1
31	1
32	1
35	1
36	1
37	1
51	1

## 17.3. DESCRIPTION DES VARIABLES UTILISEES DANS LE ROM

Source : CSP (Document de travail du 12 décembre 2002)

### ACTIVITES (FORCES MOTRICES)

#### AGRICULTURE (AGRIC)

##### AGRIC-Elevage

L'activité d'élevage au sens large (bovins, porcins, ovins, volailles, ...), à l'exception de la pisciculture, que cela soit en extensif (pâturage) ou en intensif (hors sol), et tout ce qui concerne la transformation des produits animaux au siège d'exploitation (laiterie, fromagerie, ...).

##### AGRIC-Culture

Toutes les cultures et productions végétales (cultures fourragères, céréales, légumes, ...), à l'exception de l'arboriculture, et de la viticulture et productions forestières, ainsi que les diverses pratiques culturales associées (fertilisation, traitement contre les ravageurs, désherbage, ...), à l'exception de l'irrigation.

##### AGRIC-Arboriculture

Les cultures fruitières (pommes, prunes, cerises, ...), à l'exception de la viticulture, et les pratiques culturales associées (traitement, désherbage, ...) sauf irrigation.

##### AGRIC-Vitiviniculture

La culture de la vigne et les pratiques culturales associées (traitement, désherbage, ...) et la production vinicole aux sièges d'exploitation, en cave coopérative ou en négoce.

##### AGRIC-Pisciculture

L'élevage et la production de poissons en eau douce, que ce soit en intensif (salmoniculture) ou en extensif (pisciculture d'étang).

##### AGRIC-Forêt

Les productions forestières (feuillus, résineux), y compris la populiculture (peuplier), les travaux (plantation, exploitation) et pratiques culturales associées.

##### AGRIC-Hydraulique

Travaux d'assainissement et drainage des terres agricoles (par drain enterrés ou fossés à ciel ouvert), ainsi que les travaux et ouvrages de protection des terres agricoles contre les crues (voir URB-Sécurité) ou la remontée des eaux marines.

##### AGRIC-Irrigation

Prélèvement et apport d'eau, en gravité ou sous-pression, pour les besoins hydriques des cultures.

## **INDUSTRIE (INDS)**

### **INDS-Usine**

Usine ou **atelier artisanal** de fabrication ou de transformation (agroalimentaire, chimie, pharmacie, papeterie, traitement de surface, ....), consommatrice d'eau et/ou produisant des effluents liquides ou gazeux susceptibles de polluer les eaux de surface ou souterraines.

*(une nomenclature plus fine, en fonction de la nature des rejets sera peut être fournie)*

### **INDS-Extraction**

Activités d'extraction de minerais (mine souterraine ou à ciel ouvert) et de granulats (carrières, ballastières, sablières).

### **INDS-Electricité**

Production d'électricité qui nécessite de l'eau : centrale et micro-centrale hydroélectrique, centrale thermique, centrale nucléaire.

## **URBAIN (URB)**

### **URB-Urbanisation**

Aménagement des zones urbaines à l'exception de ceux directement liés à l'eau (assainissement, eau potable, protection contre les crues) : constructions diverses, voies de circulation, parkings, zones commerciales, parcs et jardins, ....

### **URB-Eaux usées (assainissement)**

Collecte et traitement des eaux usées (ou chargées) non seulement d'origine domestique (habitat groupé ou éparse), mais aussi des eaux pluviales souillées.

### **URB-Eau potable**

Production et distribution de l'eau potable.

### **URB-Sécurité**

Protection des zones urbaines et industrielles contre les crues.

*Rque : il peut être difficile parfois de dire si des travaux de protection contre les crues avaient à l'origine une finalité urbaine ou agricole ; dans une telle situation on optera pour la protection urbaine.*

## **TRANSPORT (TRANSP)**

### **TRANSP-Fluvial**

Transport de marchandises et de personnes par voie fluviale, les voies navigables et leurs aménagements (canaux, cours d'eau navigables).

### **TRANSP-Routier**

Transport de marchandise et de personnes par route et infrastructures routières (routes et autoroutes).

### **TRANSP-Ferroviaire**

Transport de marchandise et de personnes par rail et infrastructures ferroviaires (voies ferrées, gares).

### **TRANSP-Aérien**

Transport de marchandises et personnes par avion et infrastructures liés (aéroports).

### **LOISIRS (LOIS)**

#### **LOIS-Eau vive**

Sports d'eau vive : pratique (canoë, raft) et infrastructures (stade d'eau vive)

#### **LOIS-Pêche**

Pêche de loisir en eau douce, pratique et aménagement pour.

#### **LOIS-Agrément-Tourisme**

Aménagement de loisirs pour l'agrément et l'activité touristique (ex : plan d'eau de loisir).

## ACTIVITES DIVERSES (DIV)

### DIV-Activité Eteinte

Activité abandonnée, comme par exemple : un ancien moulin, une ancienne usine, une ancienne mine, ....

### DIV-Lutte contre érosion

Actions visant à lutter contre les phénomènes d'érosion des berges ou du lit (régressive ou progressive) ne pouvant être attachées à aucun domaine particulier d'activité.

### DIV-Thermalisme (voir en LOISIR ?)

A l'origine cette activité éteint essentiellement liée à la Santé (cure thermale). Ces dernières années elle a trouvé un nouvel essor avec une clientèle tout public pour des séjours de remise en forme. Les établissements des séjours elle trouve aujourd'hui un elle mais de plus en plus au Loisirs-Tourisme cette activité peut être à la source de perturbations du milieu.

### DIV-Traitement des déchets

Cela concerne principalement le problème des décharges de déchets ménagers ou industriels avec le problème du rejets des lixiviats (rejets assimilables à des rejets industriels ou d'eau d'exhaure pour des « stériles » d'ancienne mine).

# PERTURBATIONS (SOURCES D'ALTERATION)

## SOURCES D'ALTERATION DE LA QUALITE DE L'EAU

### REJET

Source ponctuelle et chronique de pollution, quelque-soit son importance. Il peut s'agir :

- soit de rejets d'eaux usées non traitées, pouvant être résorbés par la mise en place d'un dispositif efficace de stockage et/ou de collecte et de traitement adapté.
- soit de rejets d'eaux usées insuffisamment épurées (dispositif de traitement sous-dimensionné ou défectueux, déversoir d'orage).

#### Rejet-Elevage

Rejet direct des sièges d'exploitation d'effluents d'élevage (purin, lisier, eaux de ruissellement des aires d'exercices et de passage d'animaux), jus d'ensilage, ou effluents de salle de traite - fromagerie («eaux blanches »).

#### Rejet-Pisciculture

Rejet de pisciculture industrielle (salmoniculture), *correspondant en fait à la restitution des eaux dérivées ou pompées après transit dans les bassins d'élevage*. Pour ce qui concerne la pisciculture en étang : voir **Rejet-Vidange**

#### Rejet-Vinicole

Rejet en provenance des sièges d'exploitation, de caves coopératives ou de négoce, d'effluents issus des différentes étapes de la vinification (eaux de lavage des chais, de rinçage des cuves, etc...). Peuvent également être associés à ce type les rejets de résidus de produits de traitement de la vigne (rinçage et vidange des cuves de traitement, ex. sulfate de cuivre).

#### Rejet-Industriel

Tous les rejets d'usine de fabrication ou de transformation (agroalimentaire, chimie, papeterie, traitement de surface, ....).

#### Rejet-Eau d'exhaure

Rejet des installations d'extraction de minerai (mine) ou de granulats (carrière, ballastière, sablière).

#### Rejet-Centrale thermique ou nucléaire ?

Rejets d'une centrale nucléaire, qu'ils soient thermiques (eaux de refroidissement), chimiques (eaux de rinçage des échangeurs), ou radioactifs.

#### Rejet-Urbain domestique

Rejet d'eaux usées domestiques non traitées (absence de station, réseau de collecte insuffisant, réseau unitaire) ou insuffisamment traitées (station d'épuration STEP sous-dimensionnée ou défectueuse, assainissement autonome insuffisant).

*Rque : souvent, une station d'épuration urbaine reçoit également des eaux usées d'origine industrielle. Si celles-ci sont majoritaires et ne font pas l'objet d'un pré-traitement spécifique, le rejet doit être considéré comme **Rejet-Industriel***

**Rejet- Station eau potable**

Rejets liés aux diverses étapes du traitement des eaux destinées à l'alimentation en eau potable : eaux de lavage des filtres, de boues de décantation, eau de chaux, ...

**Rejet-Restitution de plan d'eau, retenue**

Eau de restitution d'un plan d'eau (d'une retenue), superficielle ou profonde, dont la qualité physico-chimique est sensiblement influencée par le transit au travers du plan d'eau (de la retenue) : température, oxygénation, ...

**Rejet-Vidange de plan d'eau, retenue - Opération de transparence**

Eau lâchée lors des opérations de vidange ou de transparence de plan d'eau (ou retenue), dont la qualité physico-chimique est susceptible d'influencer négativement le cours d'eau : teneur élevée en MES, désoxygénation, re largage de micro-polluants, ...

**APPORTS DIFFUS**  
**(pollution diffuse)**

Apports d'éléments polluants (MES, nutriments, micro-polluants,...) ayant pour vecteur les eaux de ruissellement (sur sols nus ou sols imperméabilisés), les eaux de lessivage (percolation au travers du sol), les retombées atmosphériques. Ces apports aux origines diffuses, contrairement à un rejet, ne peuvent pas être résorbés par la mise en place de système de collecte, stockage ou traitement. Le plus souvent, ils nécessitent d'intervenir le plus en amont possible : ex. fertilisation raisonnée en agriculture, réduction de la pollution automobile en milieu urbain, ...).

**Apports diffus-Sols agricoles**

Pollution diffuse ayant pour origine l'érosion et le lessivage des sols agricoles en relation avec l'activité d'élevage (« excédent structurel » de lisier ou fumier, surpâturage) et/ou certaines pratiques culturales (fertilisation excessive, traitements par pesticides, cultures à sol nu, ...).

**Apports diffus-Sols imperméabilisés**

Pollution diffuse liés aux eaux de ruissellement sur les surfaces imperméabilisées « souillées » (zone urbaine, infrastructure de transport) : apports de MES, d'hydrocarbures, micro-polluants (métaux lourds, pesticides, ...).

**Apports diffus-Retombées atmosphériques**

Pollution liée à des retombées atmosphériques directes (ex. pluies acides sur plan d'eau, retombées de suies, ...).

## SOURCES D'ALTERATION DE L'HYDROLOGIE

### PRELEVEMENT

On peut distinguer deux types de prélèvement selon qu'il y a consommation ou pas d'eau.

**CONSOMMATION** : prélèvement d'eau sans restitution (par exemple pour l'irrigation, l'alimentation en eau potable, ...), qui a pour effet de réduire le débit à l'aval, notamment en période critique d'étiage. Le prélèvement peut être réalisé directement en cours d'eau, avec ou sans constitution d'une retenue de stockage (**Prélèvement-Eau de surface**), ou dans une nappe souterraine, d'accompagnement ou participant à l'alimentation de cours d'eau (**Prélèvement-Nappe**).

Parfois l'eau prélevée est transférée vers un autre bassin hydrographique (pour être turbinée ou participer au soutien d'étiage d'un autre cours d'eau par exemple) **ou bien participer à la réalimentation d'une nappe (Prélèvement-Transfert)**.

**DERIVATION** : prélèvement d'eau avec restitution (par exemple pour une micro-centrale ou une pisciculture). Dans ce cas, si le débit « réservé » est insuffisant, l'impact biologique sur la portion de rivière dérivée (entre la prise d'eau et la restitution) peut être significatif, voire très significatif (assecs). La dérivation peut s'effectuer à ciel ouvert « **Dérivation-Ciel ouvert** » (*possibilité de vie aquatique dans le canal de dérivation*), ou par conduite forcée « **Dérivation-Conduite forcée** » (*absence de vie aquatique*).

### REGULATION

Stockage et déstockage saisonnier d'eau (barrage-retenu) permettant de réguler le débit du cours d'eau afin de soutenir le débit d'étiage « **Régulation-Etiage** » (par exemple pour développer l'irrigation, pour améliorer la qualité de l'eau par dilution des rejets...) et / ou pour limiter les risques d'inondation « **Régulation-Crue** » (protection de zones urbaines ou agricoles).

### DESTOCKAGE

Stockage et déstockage brusque, à intervalles plus ou moins réguliers, pour la production d'électricité « **Déstockage-Eclusées** » ou l'exercice d'activités comme les sports d'eau vive « **Déstockage-Lâcher d'eau** ». Ce type d'opération entraîne des variations brusques et instantanées du débit à l'aval (brusques augmentations/réductions des vitesses de courant et des hauteurs d'eau), sans modification de la répartition saisonnière des débits.

### BV = BASSIN VERSANT

Aménagements et occupation des sols du bassin versant influençant le régime des débits :

**BV-Ruissellement accru** : par accroissement des sols nus ou des surfaces imperméabilisées, suppression de haies (influence sur le débit de crue)

**BV-Capacités tampons réduites** : suppression (assèchement) de zones humides, rabattement de nappe (influence sur le débit d'étiage)

**BV-Evaporation accrue** : par multiplication de plans d'eau, d'étangs sur cours, source ou en zone humide (influence sur le débit d'étiage).

**BV-Evaporation accrue** : par modification du couvert végétal (influence sur le débit d'étiage)

## **SOURCES D'ALTERATION DE LA CONTINUITÉ DU COURS D'EAU**

### **OUVRAGE (transversal)**

On classe dans cette catégorie les ouvrages transversaux barrant totalement un cours d'eau et pouvant constituer un obstacle à l'écoulement des eaux, au transport solide et à la circulation des poissons. On peut distinguer :

#### **Ouvrage-Barrage**

Ouvrage pour permettre le stockage d'eau. Ouvrage de hauteur importante (> 3 à 5 m)

#### **Ouvrage-Seuil Vannage Ecluse**

Ouvrage fixe (seuil) ou mobile (vanne, clapet, écluse) de faible hauteur (< 3 à 5 m) barrant un cours d'eau afin de rehausser une ligne d'eau sans objectif de stockage. En général il a pour fonction de dériver de l'eau pour un canal d'irrigation ou de micro-centrale, d'alimenter une station de pompage ou de stabiliser une ligne d'eau.

#### **Ouvrage-Seuil de fond**

Ouvrage destiné à stabiliser le profil en long d'un cours d'eau et limiter les phénomènes d'érosion (régressive et progressive).

#### **Ouvrage-Digue étang**

Ouvrage de faible hauteur (< 3 à 5 m) barrant une vallée ou un talweg afin de permettre l'extension d'un plan d'eau de faible profondeur (étang).

#### **Ouvrage-Seuil de pont Buse Siphon**

Ouvrage de franchissement d'un cours d'eau par une infrastructure de transport : chemin, route, voie ferrée, canal. Ces ouvrages peuvent constituer, selon leur conception ou leur mise en place, des entraves à la circulation des poissons.

## **SOURCES D'ALTERATION DE LA MORPHOLOGIE**

### **RETENUE**

Une retenue est un plan d'eau créé sur le tracé d'un cours d'eau par un ouvrage transversal. On peut distinguer :

#### **Retenue-Réservoir**

Retenue créée par un barrage pour permettre un stockage d'eau. Généralement profonde (>5m), elle s'étend latéralement bien au-delà des limites du lit mineur en occupant tout ou partie de la vallée ou du thalweg.

#### **Retenue-"Mise en bief"**

Retenue créée par un seuil, vannage ou écluse. De profondeur réduite, sa capacité de stockage est faible et ses limites ne vont généralement pas au delà de celles du lit mineur du cours d'eau.

### **Retenue-Etang sur cours**

Retenue créée par une digue. De profondeur réduite, sa capacité de stockage est peu importante même si les limites du plan d'eau dépassent assez largement celles du lit mineur pour s'étendre dans le thalweg. Leur création n'est généralement plus autorisée, mais on peut envisager dans certain cas leur restauration.

## **AMENAGEMENT (longitudinal)**

On classe dans cette catégorie (et sous ce vocable) les aménagements (ex. : enrochement) ou ouvrages longitudinaux (ex. digues) :

### **Aménagement-Fixation artificialisation du lit**

Fixation du lit mineur (fond/substrat), sur une certaine longueur, par des techniques et matériaux divers : béton, dallage, pavage,...

### **Aménagement-Canalisation**

Transformation d'un cours d'eau en canal de navigation.

### **Aménagement-Busage Couverture lit**

Busage ou couverture du cours d'eau sur une certaine longueur (ex. : busage d'un ruisseau sous un parking, couverture du lit d'un cours d'eau en zone urbaine).

### **Aménagement-Fixation artificialisation de berges**

Fixation des berges par des techniques et matériaux divers : béton, perré, palplanches, enrochement, ....

### **Aménagement- Protection de berges - Epis**

Aménagement localisé des berges au moyen de divers matériaux (enrochement, perrés, béton, palplanche, ...). Ces aménagements ont pour but de protéger et fixer les berges contre l'érosion et contrôler la divagation fluviale. Les épis, qui sont plutôt des ouvrages transversaux, ont été malgré tout classés dans cette catégories

### **Aménagement-Digue Levée**

L'endiguement consiste à augmenter la hauteur des berges afin d'éviter les débordements du cours d'eau (protection des terres riveraines contre les crues) et augmenter la capacité hydraulique du lit en hautes eaux.

### **Aménagement-Port fluvial**

Aménagement des berges et du lit pour l'accueil de la navigation fluviale (transport de marchandises, des personnes ou tourisme fluviale).

## **TRAVAUX (de terrassement)**

Il s'agit des travaux de terrassement réalisés directement sur un cours d'eau (lit mineur et/ou berges), modifiant sa morphologie (chenalisation) sans apports de matériaux particuliers. On peut distinguer différents types d'intervention :

### **Travaux-Curage Dragage**

Travaux visant à retirer les sédiments (vases noires), embâcles et végétaux qui peuvent encombrer le lit d'un cours d'eau. Ils devraient se limiter à « vieux fonds vieux bords » et ne

pas modifier la géométrie du lit. Dans le cas contraire, on entre dans une des quatre catégories suivantes.

#### **Travaux-Rectification** (réalignement – re-scindement de méandre)

Modification du tracé en plan du cours d'eau (raccourcissement d'une portion de cours d'eau sinueux ou méandrique) permettant d'accroître sa capacité d'évacuation par augmentation de la vitesse du courant.

#### **Travaux-Recalibrage**

Modification du profil en travers du cours d'eau (profondeur et largeur), sans modification du profil en long (pente) et du tracé en plan. Travaux permettant d'accroître la capacité d'évacuation du lit en augmentant la section mouillée.

#### **Travaux-Reprofilage**

Modification et homogénéisation du profil en long du cours d'eau (pente), toujours dans le but d'accroître sa capacité d'évacuation.

*Dans un certain nombre de situations, les travaux réalisés peuvent en fait être un cumul de plusieurs des 4 types précédents (2, 3 ou 4,) et il n'est pas possible de distinguer quel est celui qui prédomine. Dans ce cas, ils seront classés dans la catégorie **Travaux-Multiples**.*

#### **Travaux-Suppression de bras / îlots**

Suppression de bras d'un cours d'eau et par voie de conséquence d'îlot(s), généralement par comblement (gain d'espace). La suppression d'îlots d'atterrissement, pour augmenter la capacité d'évacuation du cours d'eau, entre également dans cette catégorie.

#### **Travaux-Déplacement du lit**

Modification totale du tracé du cours d'eau sur une longueur donnée. Ce type d'intervention peut être réalisé, par exemple, dans le cadre de travaux routiers (construction d'autoroute), d'extension d'une zone urbaine ou d'un site industriel.

#### **Travaux-Remodelage des berges**

Modification de la géométrie des berges, sans toucher au lit. Ces travaux s'accompagnent généralement d'une destruction totale ou partielle de la végétation riveraine.

#### **Travaux-Extraction dans le lit**

Extraction de granulats dans le lit mineur d'un cours d'eau. Ce ne sont pas véritablement des travaux, mais les impacts étant similaires, on a opté pour un classement dans cette catégorie.

### **(Travaux d') ENTRETIEN**

Les travaux d'entretien consistent à enlever ce qui peut faire obstacle à l'écoulement des eaux ou à la navigation, ou bien limiter la pratique de la pêche, ou encore nuire à l'«esthétique du lieu». On leur donne aussi souvent comme justification, des effets bénéfiques sur le fonctionnement biologique du milieu (oxygénation des eaux, suppression d'obstacles, éclaircissement, ...).

#### **Entretien-Nettoyage lit**

Élimination des arbres morts, déchets, ordures ... se trouvant dans le lit mineur.

#### **Entretien-Faucardage**

Coupe et enlèvement des végétaux semi-émergés ou submergés, enracinés dans le lit.

**Entretien-Végétation riveraine**

Entretien très fort (excessif) de la végétation riveraine (pouvant aller jusqu'à l'élimination) par essartage, débroussaillage, abattage, dessouchage, traitement chimique (pesticide).

**Entretien-Absence**

L'absence d'entretien peut avoir, dans certaines situations bien particulières, un impact négatif sur les conditions d'écoulement et d'éclairement du lit. Un ralentissement de l'écoulement et une sédimentation accrue peuvent provoquer un envasement progressif, induisant des altérations de frayères et de mauvaises conditions d'éclosion (truite).

## **(Occupation des) BERGES**

Occupation ou utilisation des berges, qui peut agir directement sur la morphologie des berges, ainsi que sur la qualité physico-chimique de l'eau.

**Berges-Emprise urbaine** : à supprimer ??? : URB-Urbanisation / Aménagement-Fixation artificialisation de berges

**Berges-Voie circulation** : Implantation d'une voie de circulation, routière ou ferroviaire, directement le long des berges d'un cours d'eau.

**Berges-Culture** : Mise en culture des parcelles riveraines jusqu'au bord immédiat du cours d'eau.

**Berges-Piétinement** : Piétinement des berges par le public (surfréquentation) ou par le bétail (pâturage libre). Ce dernier cas est généralement accompagné de problèmes d'abreuvoir.

**Berges-Résineux** : Implantation de résineux jusqu'en bordure du cours d'eau. Localement, l'ensoleillement est réduit, l'érosion des radiers, le colmatage et l'acidification du milieu sont accentués. Les effets de l'enrésinement sur l'habitat disparaissent 500m après la sortie du secteur boisé.

## **(Occupation du) LIT MAJEUR**

Occupation, aménagement et utilisation des sols dans le lit majeur, ayant pour conséquence de réduire les caractéristiques naturelles de la zone inondable (ou potentiellement inondable) et des annexes hydrauliques (bras morts, noues, ...), zones favorables pour la reproduction du brochet.

### **Lit majeur-Mise en culture**

Mise en culture des prairies naturelles inondables du lit majeur.

### **Lit majeur-Assèchement Z.humides**

Assèchement par drainage ou imperméabilisation (+ remblaiement ?) de zones humides (prairies humides, marais) dans le lit majeur. Ces travaux s'accompagnent généralement d'une mise en culture ou d'une extension urbaine.

### **Lit majeur-Remblaiement Z.humides (à supp ? voir ci dessus)**

Remblaiement, en lit majeur, de prairies humides, marais ou annexes. Ces travaux s'accompagnent généralement d'une mise en culture ou d'une extension urbaine.

### **Lit majeur-Extraction granulats**

Extraction de granulats en le lit majeur (carrière alluvionnaire, ballastière).

### **Lit majeur-Plan d'eau - Etang**

Création de plan d'eau artificiel – étang dans le lit majeur.

### **Lit majeur-Populiculture**

Plantation de peupliers dans le lit majeur, dans des prairies naturelles humides ou en zone de marais

**Lit majeur-Emprise urbaine** (à supprimer ??? : URB-Urbanisation / assèchement remblaiement ZH)

L'extension des zones urbaines dans le lit majeur s'accompagne de travaux de viabilisation et d'imperméabilisation de terrains potentiellement inondables (perte de zones humides). Elle s'accompagne généralement de travaux de protection contre les crues qui contribue par ailleurs à réduire le champ d'inondation.

# IMPACTS SUR LE MILIEU (INCIDENCES)

## IMPACTS SUR LA QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE DES EAUX

### Modification de paramètres physiques

#### Températures

##### Réchauffement de l'eau (**PChimie**-Réchauffement)

Le réchauffement de l'eau peut avoir diverses origines. Il peut être la conséquence d'un rejet d'eau chaude (ex. rejet d'une centrale thermique), d'une modification hydrologique (ex. réduction des débits d'étiage) ou bien d'une modification morphologique (ex. mise en bief, élimination de la ripisylve). Si la mesure physique de l'impact d'un rejet thermique, voire d'un plan d'eau, est possible, celle de l'impact lié à des perturbations « diffuses » d'ordre hydromorphologique est beaucoup plus délicate et son appréciation souvent subjective.

Une augmentation de température peut intervenir de façon déterminante au niveau de la respiration du poisson, car elle va réduire la teneur en oxygène dissous de l'eau. Ainsi, d'une façon générale les espèces à exigences élevées en oxygène (ex. salmonidés) seront beaucoup plus sensibles aux réchauffement.

##### Refroidissement de l'eau (**PChimie**-Refroidissement)

Le refroidissement des eaux d'un cours d'eau est peu fréquente. Il peut être observé à l'aval d'un grand réservoir, lorsqu'il y a restitution d'eau profonde. Cela peut être le cas, en période estivale, à l'aval d'une retenue de soutien d'étiage ou d'une usine hydroélectrique. Le rejet (ou l'apport) d'eaux d'exhaure de mines peuvent également être à l'origine d'un rafraîchissement de l'eau, notamment quand il s'effectue dans un cours d'eau de taille réduite. Un refroidissement de l'eau peut avoir des conséquences au niveau de la reproduction de certaines espèces. Par exemple, la plupart des cyprinidés fraient à la fin du printemps lorsque la température atteint ou dépasse 15°C. Si le réchauffement des eaux est insuffisant, leur reproduction peut être contrariée.

#### Matières en suspension - Turbidité

##### Transport de fines (**PChimie**-Transport de fines)

Les matières en suspension les plus fréquemment rencontrées dans l'eau ont rarement un effet directement défavorable aux poissons même si elles peuvent parfois engluier et colmater les branchies. Plus généralement l'excès de MES dans les eaux est défavorable aux poissons de façon indirecte : réduction de la transparence, colmatage des fonds. (**attention ! vérifier la définition de « fines », cela ne correspondrait-il pas à la seule fraction minérale des MES ?**)

##### Transparence réduite (**PChimie**-Transparence réduite)

La transparence est principalement liée à la turbidité, elle même liée à la teneur en MES. Certaines espèces de poissons s'accommodent bien d'une certaine turbidité (ex. carpe, sandre, ...), d'autre beaucoup moins (ex. brochet).

La réduction de la transparence, a davantage un effet indirect sur les poissons. Elle contribue à diminuer l'activité photosynthétique et à limiter le développement des végétaux aquatiques.

### **Modification de paramètres chimiques classiques**

#### **Déficit d'oxygène (PChimie-Déficit en oxygène)**

La teneur en oxygène dissous, élément indispensable à la respiration des poissons, est fonction de la température, des caractéristiques hydrodynamiques du cours d'eau, de la végétation aquatique (activité photosynthétique), ainsi que de l'abondance des matières oxydables. L'apport excessif de matières organiques (rejets d'eaux usées, eaux d'orage), dont la dégradation va consommer l'oxygène de l'eau, peut conduire à l'asphyxie des poissons.

Les teneurs minimales supportées par les poissons sont très variables en fonction des espèces (les salmonidés sont beaucoup plus exigeant que les cyprinidés) et des stades de développement (les teneurs minimales exigées pour les œufs sont plus élevées, notamment chez les salmonidés où ceux-ci sont enfouis).

#### **Excès de salinité (PChimie-Salinité excessive)**

La salinité de l'eau (teneur en sel dissous) peut être appréciée par la mesure de la conductivité. Une conductivité élevée traduit le plus souvent une salinité élevée (parfois des pH anormaux). La salinité d'une eau peut être naturellement élevée (eau de mer, eau minérale, eau traversant des terrains salés, ...). Des rejets peuvent également être à l'origine d'une élévation de la salinité des eaux : mines de potasse, eaux d'exhaure de mines. Plus diffus, des apports par lessivage des routes peuvent également contribuer à augmenter momentanément la salinité.

La présence de sels dans l'eau va influencer la pression osmotique qui s'exerce sur les organismes. Si les poissons d'eau douce peuvent supporter une certaine salinité (moyennant acclimatation), des risques sont à craindre en cas de brusques variations : émigration et parfois mortalité. Au-delà d'une conductivité de 3000\*S/cm, l'équilibre écologique d'un cours d'eau peut être sensiblement altéré.

#### **Acidification (PChimie-Acidification)**

Les problèmes d'acidification d'un cours d'eau ( $\text{pH} < 7$ ) sont généralement liés à des rejets acides (ex. rejet d'usine, exhaure de mine ou de carrière). Pour certains lacs, les « pluies acides » liées aux pollutions atmosphériques ont été mises en cause. Rappelons toutefois que certaines eaux ont naturellement un pH faible (ex. eaux des massifs granitiques, eaux de tourbières acides). Concernant les poissons, on peut considérer que leur survie n'est plus possible pour des valeurs de pH inférieures à 4, et incertaine dans une plage de 4 à 5,5.

#### **Alcalinisation (PChimie-Alcalinasation)**

On dénomme ainsi l'augmentation du pH de l'eau ( $\text{pH} > 7$ ). Elle peut être la conséquence de rejets industriels basiques. Des rejets d'eau de chaux (ex. station d'eau potable) ou de lait de ciment (ex. travaux sur un ouvrage en rivière), ont également pour conséquence d'augmenter sensiblement le pH. Ce sont des causes de mortalité de poisson assez bien connues. On peut considérer que la vie piscicole n'est plus possible pour des valeurs de pH supérieures à 10, et incertaine dans une plage de 8,5 à 10.

#### **Eutrophisation (PChimie-Eutrophisation)**

Le terme eutrophisation est pris ici au sens négatif, sens qui lui est communément associé, à savoir un déséquilibre trophique lié à un excès de nutriments (azote et phosphore). En plan d'eau ou dans les cours d'eau lents, elle se traduit, en période estivale, par de forte production algale (bloom) qui s'accompagnent de sensibles modifications de la qualité de l'eau (turbidité, saturation en oxygène, pH), avec d'importantes variations entre le jour (sursaturation en oxygène et élévation du pH) et la nuit (désoxygénation avec parfois déficit total).

L'ensoleillement et l'échauffement des eaux jouent un rôle essentiel dans le déclenchement de ce phénomène. La présence de retenues (plan d'eau, bief) sur un cours d'eau va donc contribuer à augmenter sa sensibilité à l'eutrophisation.

Les impacts associés sont : Déficit en oxygène, Prolifération végétale, Concrétions calcaires, Colmatage du substrat.

#### **Toxicité (PChimie-Toxicité)**

De nombreuses substances solubles dans l'eau ont, à certaines concentrations, des effets toxiques sur les poissons (nitrites, NH<sub>3</sub>, cyanures, pesticides, ...). Cette toxicité peut varier en fonction des espèces, de l'âge, mais aussi en fonction des caractéristiques physico-chimiques de l'eau (ex. toxicité accrue des cyanures à pH faible et de NH<sub>3</sub> à pH élevé). Ces substances peuvent être à l'origine de mortalités importantes dans le cas de « pollutions accidentelles ».

A faible dose et pour une majorité de substances, les phénomènes de toxicité aiguë ne s'exprimeront que rarement. Néanmoins, la contamination du milieu et de la matière vivante constitue un phénomène préoccupant (voir **PChimie-Contamination par μpolluants**)

### **Modification de paramètres chimiques spécifiques**

#### **PChimie-Contamination par μpolluants**

Un certain nombre de substances (métaux lourds, pesticides, hydrocarbures polycycliques aromatiques, PCB, ...) se retrouvent dans les eaux superficielles. Leur présence à faible dose ne donne pas lieu à des phénomènes de toxicité aiguë. Néanmoins, la contamination du milieu (eau, sédiment) et, par assimilation, de la matière vivante (faune et flore) constitue un phénomène préoccupant.

Par concentration dans la chaîne alimentaire, et effet de synergie possible entre différentes molécules, on peut craindre, si ce n'est une mortalité accrue, certaines perturbations profondes chez les populations de poisson (ex. modification du sexe ratio).

Ces substances peuvent avoir pour origine des rejets industriels (ex. métaux lourds par usine de traitement de surface), des rejets « accidentels » ou apports diffus agricoles (pesticides), le lessivage de surfaces imperméabilisées (pesticides).

#### **PChimie-Excès d'hydrocarbures**

On parle ici essentiellement d'hydrocarbures utilisés comme source d'énergie tel que le fuel domestique, dont la présence dans les eaux est liée soit de rejets industriels (ex. garage, station service), soit à pollutions accidentelles (ex. débordement d'une cuve de stockage), soit au lessivage de surfaces imperméabilisées (ex. voies de circulation, parking), soit à la navigation (ex. suintement de moteur).

*Ces hydrocarbures peuvent former une couche mince à la surface de l'eau et perturber les échanges gazeux avec l'atmosphère. Cela peut prendre une importance particulière dans les milieux d'eau calme. Ils peuvent également perturber l'activité photosynthétique ainsi que la faune benthique par dépôt au fond du lit. En l'absence d'additif, la toxicité aiguë de ces produits reste limitée à faible dose.*

## **IMPACTS SUR L'HYDROLOGIE**

### **Modification des caractéristiques générales du régime hydrologique**

Le régime hydrologique d'un cours d'eau se caractérise généralement par la répartition des débits au cours de l'année (régime océanique, régime nival, ...), le débit moyen (module interannuel) et les débits « extrêmes » (hautes eaux, basses eaux).

Le débit d'un cours d'eau détermine, à un instant t et à un endroit donné, les hauteurs d'eau et les vitesses de courant, deux paramètres essentiels de l'habitat des poissons. Il a également un rôle morphogène très important (érosion, transport solide). Il peut par ailleurs interférer sur certaines caractéristiques physico-chimiques de l'eau (température, teneur en oxygène), et l'impact de certains rejets (dilution).

### Accentuation des extrêmes

Les débits extrêmes sont des épisodes qui conditionnent fortement les caractéristiques du peuplement piscicole d'un cours d'eau, en liaison avec la taille du cours d'eau et sa typologie. Toute aggravation des conditions de basses eaux (étiage) ou de hautes eaux (crue) peut avoir un impact biologique important (réduction de l'abondance des populations, modification du peuplement).

### Hydro-Accentuation étiage

Les prélèvements dans un cours d'eau (ou dans sa nappe d'accompagnement ou d'alimentation) se traduisent par une réduction du débit qui généralement va s'exprimer de manière négative au moment de l'étiage. Plus l'étiage est sévère, plus les vitesses de courant et hauteurs d'eau se trouvent réduites. Cela favorise une augmentation de la température de l'eau qui peut être préjudiciable à certaines espèces, salmonidés notamment. Cette augmentation de température contribue également à abaisser la teneur en oxygène dissous de l'eau (d'autant plus qu'en raison des faibles vitesses la réoxygénation superficielle est très faible), ce qui rend encore plus vulnérables les espèces rhéophiles, notamment en cas d'apports de matières oxydables. Par ailleurs, en cas d'eutrophisation, l'amplitude des variations journalières des teneurs en oxygène, mais aussi celles du pH vont s'accroître et augmenter le risque d'atteindre des seuils néfastes aux organismes.

L'habitat physique est également fragilisé ou temporairement réduit par les étiages sévères, notamment dans les petits et moyens cours d'eau. La résistance des populations de poisson est dans ce cas liée à la présence et à l'abondance de zones refuges. Toutefois, pour la truite, il a pu être montré que la durée de la période d'habitat limitant (étiage) avait une influence réductrice sur la taille des populations. Dans les cours d'eau de plaine, une baisse précoce des débits et par voie de conséquence de la ligne d'eau, peut affecter les zones de reproduction rivulaires.

Globalement, la diminution du débit d'étiage sous l'influence de perturbations anthropiques (prélèvement, dérivation, réduction du pouvoir tampon des nappes et zones humides, occupation du bassin versant), se traduira par un impact négatif sur les populations de poissons, avec un risque plus important en domaine salmonicole qu'en domaine cyprinicole. Par ailleurs, la chenalisation, la présence d'ouvrages hydrauliques (fragmentation), la dégradation de la ripisylve, et la pollution constitueront des facteurs aggravants.

### Hydro-Accentuation violence crue

L'occupation des sols du bassin versant (ex. cultures à sol nu, imperméabilisation) et les modifications morphologiques des cours d'eau (ex. chenalisation, aménagement contre les crues débordantes) va, en période de pluie, favoriser le ruissellement et l'évacuation des eaux. Pour une pluie équivalente, la montée en crue peut se trouver accélérée et la pointe de crue plus marquée ; la redescende des eaux est également très rapide après le passage de l'onde de crue. La soudaineté et la violence du phénomène peuvent avoir un impact négatif sur les populations de poisson. En zone salmonicole par exemple, cela peut se traduire par une destruction des frayères et une mortalité accrue des œufs de truite. En zone cyprinicole, une réduction de la durée de submersion des zones inondables peut être néfaste au brochet.

## Régulation des débits

Certains phénomènes naturels (crues et inondations, sécheresse) peuvent avoir des conséquences catastrophiques sur les populations et l'économie locale. Afin de limiter les risques, des ouvrages et aménagements sont mis en place afin de réguler les débits, notamment lors des phases critiques (hautes eaux, basses eaux).

### **Hydro-Soutien d'étiage**

Le soutien d'étiage permet de stocker de l'eau pendant la période de hautes eaux et de la restituer au cours d'eau, lors de la période de basses eaux (étiage). En maintenant un débit d'étiage plus important et en limitant les risques de sécheresse, cette régulation devrait en pratique être favorable aux populations de poissons. Dans la pratique, il s'agit le plus souvent d'un soutien au développement de certains usages consommateurs d'eau (AEP, irrigation, dilution de rejets, ...) et les effets bénéfiques attendus sur le milieu peuvent rester très limités. En aval immédiat du réservoir de stockage, en fonction de la qualité de l'eau de restitution, l'impact peut même être négatif (eaux désoxygénées, « eutrophisées »).

### **Hydro-Diminution des débordements** (fréquence, durée)

Les crues débordantes sont particulièrement importantes dans les secteurs cyprinicoles car elles conditionnent la dynamique de la plaine alluviale et des annexes hydrauliques. Ainsi, la fonctionnalité d'une frayère à brochet sera dépendante de la durée de débordement ou plus exactement de l'ennoiement des zones de reproduction (de l'ordre de 6 à 8 semaines avec remise en contact avec le lit mineur à l'issue de cette période).

La mise en place et la gestion des ouvrages de protection contre les crues (barrages écrêteurs, vannages) se traduit généralement par une réduction non seulement de l'intensité des crues (écrêtage) mais également du temps de submersion des zones inondables (altération des zones de frayères du brochet).

## **Modification localisée du débit**

On parle de modification localisée du débit, lorsque les caractéristiques du débit de la rivière se trouvent modifiés, sous l'effet d'une perturbation (dérivation, éclusée) sur une longueur limitée de cours d'eau.

### **Hydro-Réduction localisée du débit** (dérivation)

Tout ou partie de l'eau d'un cours d'eau peut être dérivée de son cours naturel pour certains usages (ex. production électrique, pisciculture) puis être restituées intégralement au cours d'eau à une certaine distance en aval. L'impact de la réduction de débit sur la portion de cours d'eau court-circuité est fonction de la nature du cours d'eau (sensibilité plus forte en domaine salmonicole) et du débit réservé retenu. Un débit réservé trop faible va se traduire par une réduction des vitesses de courant et des hauteurs d'eau, voire de la surface en eau. Vis à vis de l'espèce repère Truite, cela peut se traduire par une réduction sensible de la capacité d'accueil et des surfaces favorables à la reproduction. Cela peut également induire une modification du peuplement piscicole (dérive typologique).

### **Hydro-Variations brusques du débit** (éclusées)

Cela concerne les secteurs soumis à des éclusées importantes ou des secteurs soumis à des lâchers d'eau pour la pratique des sports d'eau vive par exemple. Comme pour les dérivations, l'impact biologique des éclusées est fonction de la nature du cours d'eau et de l'importance du débit plancher.

Les impacts biologiques de variations de débits peuvent être : une réduction de l'abondance et de la biomasse d'invertébrés, une modification de la composition du peuplement de poissons par une réduction de la capacité d'accueil et émigration de certaines espèces. Des frayères peuvent également se retrouver exondées et la survie des œufs est alors affectée. Ces impacts se trouveront réduits si le débit plancher est suffisamment soutenu et si la morphologie du cours d'eau n'est pas dégradée (chenalisation, artificialisation).

#### **Hydro-Mise à sec**

Un cours d'eau peut se retrouver à sec, sur un linéaire donné, sous l'effet d'un pompage superficiel ou souterrain (rabattement de nappe), d'une dérivation totale (non respect du débit réservé) ou d'un fonctionnement par écluse. Cette mise à sec peut se traduire par des mortalités de poissons adultes ou juvéniles (si ceux-ci n'ont pas eu le temps de fuir ou de rejoindre une zone refuge) ou bien des œufs (frayères dénoyées).

## IMPACTS SUR LA MORPHOLOGIE

### Ligne d'eau

#### **Morpho-Élévation ligne d'eau, ralentissement du courant**

Liée à la mise en place d'un obstacle transversal, l'élévation de la ligne d'eau s'accompagne d'un ralentissement et d'une homogénéisation des vitesses de courant. L'impact biologique peut être particulièrement marqué en zone salmonicole ou intermédiaire. Pour la truite et les cyprinidés d'eau vive, cela peut se traduire en effet par une diminution de la capacité d'accueil et des surfaces favorables à la reproduction (frayères). Par ailleurs, cet impact morphologique s'accompagne généralement de modification de la qualité physicochimique (réchauffement, eutrophisation).

#### **Morpho-Batillage**

Le batillage est provoqué par la circulation des bateaux. Il peut contribuer à augmenter la mortalité d'œufs déposés sur la végétation, de bordure notamment.

#### **Morpho-Marnage**

Variation du niveau d'eau provoquée par certaines pratiques et activités (lâchers d'eau, éclusées, prélèvement). Ces variations peuvent perturber la reproduction de certaines espèces et provoquer une destruction des œufs (brochet notamment).

### Modification du lit mineur

#### **Morpho-Uniformisation du profil en travers (largeur, profondeur)**

Conséquence d'un recalibrage, l'uniformisation du profil en travers aura pour effet de réduire et d'homogénéiser les hauteurs d'eau et les vitesses de courant sur toute la largeur du cours d'eau (réduction de la mosaïque d'habitat, donc de la capacité d'accueil).

#### **Morpho-Approfondissement du lit**

L'approfondissement du lit (travaux, extraction de granulats) a pour conséquence d'abaisser la ligne d'eau vis à vis du niveau des berges et de réduire les possibilités de débordement (déconnexion des annexes et des zones inondables).

#### **Morpho-Uniformisation du profil en long (pente)**

L'uniformisation du profil en long conduit à une homogénéisation des hauteurs d'eau et des vitesses de courant le long du cours d'eau (homogénéisation des faciès d'écoulement d'où réduction de la capacité d'accueil et des zones favorables à la reproduction de la truite ou de cyprinidés d'eau vive).

#### **Morpho-Réduction de la sinuosité, de la longueur**

La rectification d'un cours d'eau a pour effet de réduire le linéaire de cours d'eau (réduction de la surface en eau, donc réduction de la capacité d'accueil) ainsi que le linéaire de berges (réduction de la capacité d'accueil, voire de zone de reproduction pour le brochet).

#### **Morpho-Colmatage du substrat**

L'apport de MES (érosion des sols, travaux...), le rejet de matières organiques et les proliférations algales vont favoriser l'accumulation de dépôts sur le fond des cours d'eau. Lorsque le substrat est relativement grossier (graviers, galets), ces dépôts peuvent réduire fortement les interstices et contrarier la circulation de l'eau au travers de ce substrat. Sur des zones de frayères à truite ou à cyprinidés d'eau vive, cela induit un risque important de mortalité des œufs par asphyxie.

En cas de dépôts importants, on peut considérer que certaines zones de frayères peuvent être considérées comme altérées (possibilités de reproduction réduites).

#### **Morpho-Concrétions calcaires**

Dans les cours d'eau calcaire, le concrétionnement peut provoquer « un bétonnage du substrat » et l'altération des zones de frayères à truite. Ce phénomène est favorisé par une dégradation de la qualité des eaux (eutrophisation).

#### **Morpho-Réduction de la granulométrie grossière** (blocs, pierres)

L'élimination ou la réduction de la granulométrie grossière (bloc, pierre) aura pour conséquence de réduire l'abondance des abris et caches et la diversité des vitesses de courant. Cela aura pour conséquence de réduire la capacité d'accueil, notamment pour la truite.

#### **Morpho-Réduction de la granulométrie moyenne** (galets, graviers)

Les travaux en cours d'eau (curage, recalibrage, reprofilage, extraction de granulats) peuvent contribuer à une réduction d'éléments de classes granulométriques moyennes et ainsi réduire les surfaces des zones favorables à certaines espèces (truite, cyprinidés d'eau vive). Cela peut également contribuer à une réduction de la macrofaune benthique.

#### **Morpho-Déstabilisation et érosion du substrat**

Une augmentation importante des problèmes d'érosion du lit se traduit par des phénomènes d'incision et d'érosion régressive marqués. Elle peut être induite par des travaux ou l'extraction de granulats dans le lit du cours d'eau. Les fonds déstabilisés peuvent se modifier au moindre épisode de crue. Cette instabilité peut avoir des incidences importantes, notamment les zones de reproduction de la truite ou cyprinidés d'eaux vives.

#### **Morpho-Artificialisation du substrat**

L'artificialisation du substrat (bétonnage, pavage, ...), par fixation et homogénéisation totale du substrat, va se traduire par une forte réduction des caches et abris et de la capacité d'accueil à la fois pour les poissons et les invertébrés, une limitation des possibilités de développement de la végétation aquatique, la destruction de zones favorables à la reproduction de certaines espèces de poissons (truite et cyprinidés d'eau vive notamment).

#### **Morpho-Assombrissement**

L'assombrissement continu du lit (plantation de résineux, développement excessif de la végétation rivulaire), voire l'absence totale de lumière (recouvrement ou busage du lit) se traduit généralement par une forte réduction de la végétation aquatique, une émigration accrue de certaines espèces, et peut constituer une entrave à la libre circulation des poissons.

#### **Morpho-Augmentation de l'ensoleillement**

L'augmentation de l'ensoleillement (création de retenue, entretien excessif de la ripisylve), outre les effets qu'il peut occasionner sur le réchauffement des eaux et les phénomènes d'eutrophisation, peut avoir un effet néfaste direct sur certaines espèces de poissons qui ont besoin d'une certaine diversité des conditions d'éclairement (truite).

#### **Morpho-Réduction de la végétation du lit**

La réduction de la végétation du lit peut être la conséquence directe de certaines pratiques d'entretien (faucardage) ou de modifications du milieu sous l'effet de travaux, aménagements ou ouvrages, voire de rejets. Elle va se traduire par une réduction de la capacité d'accueil pour le poisson (réduction des possibilités de cache et d'abri)

#### **Morpho-Prolifération végétale**

Les proliférations végétales peuvent être liées soit à l'eutrophisation du milieu, soit au développement d'une ou plusieurs espèces envahissantes (ex. jussies). Cela peut avoir pour conséquence de peut réduire la capacité d'accueil du milieu (par assombrissement, réduction de la visibilité) ou être à l'origine de déficit nocturne en oxygène.

#### **Morpho-Uniformisation des berges** (hauteur, pente)

Un remodelage des berges va réduire la diversité naturelle des berges en terme de hauteurs et de pente. Cela peut avoir pour conséquence de limiter fortement les potentialités d'implantation de la végétation de bordure (hélrophytes) et la diversité des habitats et abris pour les poissons (plages, sous berges, ...), d'où une réduction des zones de reproduction (domaine cyprinicole) et de la capacité d'accueil.

#### **Morpho-Réduction du linéaire de berge**

Le linéaire de berge (ou développé) conditionne également l'abondance des habitats de bordure (cours d'eau sinueux > cours d'eau rectifié, berges découpées > berges rectilignes) ainsi que leur diversité (présence d'anses, de zones calmes, ...), notamment dans les cours intermédiaires et potamiques. La rectification d'un cours d'eau et le remodelage des berges va donc se traduire par une réduction de la capacité d'accueil (quelque soit l'espèce repère), et des surfaces favorables à la reproduction (brochet en particulier).

#### **Morpho-Réduction des caches et abris de berge** (blocs, souches, ...)

Afin de favoriser l'écoulement et l'évacuation de l'eau, certains travaux vont s'attacher à réduire la rugosité des berges par élimination des éléments grossiers (blocs, embâcles) et des souches d'arbres. Cela aura bien évidemment pour conséquence, quelque soit l'espèce repère, de réduire l'abondance des caches et abris en berges.

#### **Morpho-Déstabilisation et érosion des berges**

La déstabilisation et l'érosion des berges est une conséquence fréquente des travaux de terrassement (chenalisation), ou de certaines pratiques (paturage libre, entretien fort de la ripisylve). Elle peut se traduire par une perte de capacité d'accueil et des problèmes de colmatage des fonds à l'aval

#### **Morpho-Artificialisation des berges**

L'artificialisation des berges (palplanche, bétonnage, perré, entochement, ...) se traduit par une réduction des caches et abris (capacité d'accueil) et des supports de ponte (végétation de bordure).

#### **Morpho-Réduction de la végétation de bordure** (hélrophytes)

Toute réduction de la végétation aquatique de bordure (ceinture d'hélrophytes), particulièrement en zone cyprinicole (espèce repère brochet), peut contribuer à réduire les surfaces de reproduction par élimination de supports de ponte, ainsi que la capacité d'accueil, notamment pour les stades juvéniles.

#### **Morpho-Réduction/altération de la ripisylve** (végétation arborée)

La réduction et/ou l'altération de la ripisylve peut avoir des conséquences directes sur la capacité d'accueil, quel que soit l'espèce repère, par suppression de caches (sous-branches), ainsi que sur les apports de nourriture exogène. Par ailleurs, des impacts concomitants sur le milieu (décrits précédemment) vont généralement l'accompagner : augmentation de l'ensoleillement, déstabilisation des berges.

#### **Lit majeur-Réduction/altération des annexes connectées**

Certains travaux, aménagements ou activités dans le lit majeur peuvent entraîner la destruction d'annexes (remblais, urbanisation, ...) ou bien en altérer la qualité (rejet,

pompage, ...). Cela se traduit par une diminution des surfaces favorables à la reproduction du brochet.

**Lit majeur-Réduction/altération des zones humides inondables**

Sous l'effet de certains travaux (drainage, assèchement, ...), aménagements (endiguement, remblais,...) ou activités (extraction de granulats, mise en culture, plantation, ...), la zone inondable peut se trouver réduite en surface ou altérée en qualité (végétation de recouvrement). Le potentiel de reproduction du brochet se trouve ainsi réduit.

## IMPACTS SUR LA CONTINUITÉ

### Continuité « longitudinale »

#### **Continuité-Obstacle à la montaison**

Ouvrage (ex. barrage) ou pratique (ex. écrêtage des crues, ...) constituant une entrave à la migration des poissons de l'aval vers l'amont du cours d'eau. Cela peut avoir pour conséquence de réduire les possibilités d'accès de géniteurs aux zones de reproduction, ou de limiter les possibilités de recolonisation de certaines parties de cours d'eau suite par exemple à un assec.

#### **Continuité-Obstacle à la dévalaison**

Ouvrage ou activité faisant obstacle à la migration des poissons de l'amont vers l'aval d'un cours d'eau, notamment des juvéniles de truite entre zone de reproduction et zone de croissance. En général, ces obstacles induisent une mortalité accrue.

### Continuité « latérale »

#### **Continuité-Déconnexion des annexes**

Les annexes connectées sont des bras morts, anciens méandres ou chenaux, boires en liaison permanente (le plus souvent par l'aval) ou intermittente (à l'occasion d'épisodes de crue) avec le lit principal. Ce sont des zones particulièrement favorables pour la reproduction de diverses espèces de la zone cyprinicole et en particulier du brochet.

L'état des connexions annexes / cours d'eau conditionne les possibilités d'accès des géniteurs à ces zones de frayère. Certains aménagements (ex. digue) ou travaux (ex. remblais, chenalisation ou extraction de granulats dans le cours principal), la régulation des débits (écrêtage de crue) peuvent avoir pour conséquence de réduire ces possibilités (déconnexion) et par voie de conséquence de réduire la surface de zones favorables à la reproduction.

#### **Continuité-Déconnexion des zones inondables**

*Zones de prairies, noues ou bassières peu ombragées, recouvertes d'eau en période de crue et utilisables notamment par le brochet pour sa reproduction. La réduction des connexions hydrauliques et des communications entre le chenal et tout ou partie de la plaine alluviales inondables (lit majeur) peuvent se trouver limitées (dans l'espace et/ou dans le temps) par certains aménagements ou travaux (ex. digues, chenalisation, ...) ou la régulation des débits (écrêtage de crue).*

**Sources biblio :**

Paramètres de la qualité des eaux – Ministère de l'Environnement (R Brémond et C Perrodon)

Effets écologiques des éclusées en rivière – CEMAGREF (S Valentin)

Impacts écologiques de la chenalisation des rivières – CEMAGREF (JG Wasson, JR Malavoi, L Maridet, Y Souchon, L Paulin)

Role et impact des étiages dans les cours d'eau – CEMAGREF, Ministère de l'Environnement (Y Souchon, M Philippe, L Maridet, P Cohen, JG Wasson)

Transport solide et évolution des formes de cours d'eau – ENGREF (Cours de G Degoutte)

Traité d'hydraulique fluviale Tome 1 – Edition Eyrolles (B Quesnel)

Gestion Piscicole – Module de formation initiale CSP (A Nihouarn)

Synthèse des observations de la faune piscicole de Bretagne – CSP DR2 (PM Chapon)

REH Notice d'utilisation du questionnaire d'enquête- CSP DR2 (T Vigneron)

**Epandage** : voir

AGRIC-Elevage \_ Apports diffus-Sols agricoles

**Erosion** : voir

AGRIC-Elevage \_ Apports diffus-Sols agricoles

**Pesticides** : voir

AGRIC-Elevage \_ Apports diffus-Sols agricoles

URB-Eaux usées \_ Apports diffus-Sols imperméabilisées

TRANSP-Routier, Ferroviaire, Aérien \_ Apports diffus-Sols imperméabilisées  
\_ Berges-Voie de circulation

AGRIC-Hydraulique, URB-Urbanisation, Sécurité, TRANSP-Fluvial Entretien-Végétation  
riveraine

**Suppression de zones humides** : voir

**BV**-Capacités tampons réduites

**BV**-Evaporation accrue

**Lit majeur**-Mise en culture

**Lit majeur**-Drainage Z.humides

**Lit majeur**-Remblaiement Z.humides

**Lit majeur**-Extraction granulats

**Lit majeur**-Plan d'eau Etang

**Lit majeur**-Populiculture

**Lit majeur**-Emprise urbaine

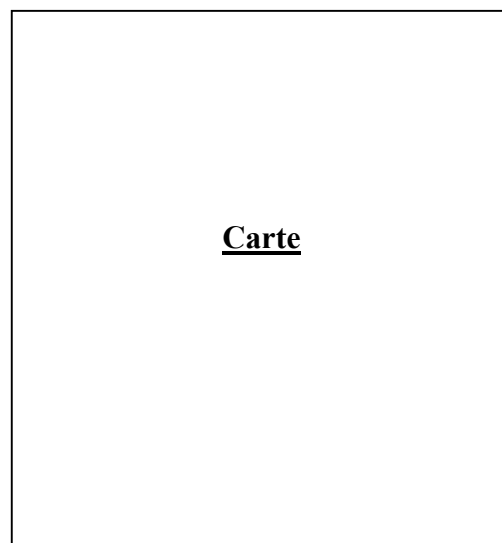
## 18. EXEMPLES DE FICHES PAR MASSE D'EAU

Source : Agence de l'Eau Loire-Bretagne

### Projet de Fiche descriptive de Masse d'eau

<b>Code de la masse d'eau</b>	<i>Codification provisoire Loire-Bretagne, dans l'attente d'une codification nationale</i>
<b>Localisation avec carte</b>	<i>Emplacement et limites de la masse d'eau. Nom lorsqu'il existe. Par exemple pour les cours d'eau principaux : code hydrologique générique, nom du cours d'eau, pK limite amont et pK limite aval. Pour les petits cours d'eau : codes hydrologiques des zones concernées.</i>
<b>Éléments de gestion</b>	<i>Appartenance de la masse d'eau à un SAGE, une UHC, ...</i>
<b>Type de la masse d'eau</b>	<i>HER et rang de Strahler et type piscicole pour les <u>cours d'eau</u>, avec la dénomination du type. HER, altitude, ... pour les <u>plans d'eau</u>. Hydrodynamisme et caractéristiques des fonds pour le littoral. A chaque type de masse d'eau de surface seront associées des conditions de référence biologiques avec des tables de correspondance qui permettront de faire automatiquement le lien. Pour les <u>eaux souterraines</u>, ce qui remplace le type est le grand ensemble géologique (sédimentaire, majoritairement libre ou captif, alluvial, imperméable, socle ou volcanisme).</i>
<b>Classes de pressions</b>	<i>Ce sont les classes de pressions auxquelles appartient la masse d'eau et ayant servi à sa délimitation. Par exemple pour les cours d'eau : classes Eurowaternet, classes de pression pesticides, ...</i>
<b>Inventaire des pressions</b>	<i>Identification synthétique en 4 classes (très bon, bon, douteux, mauvais) renvoyant à des fichiers de données complémentaires.</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Matières organiques</b></li> <li>- <b>Nutriments</b></li> <li>- <b>Toxiques</b></li> <li>- <b>Température</b></li> <li>- <b>Salinité</b></li> <li>- <b>Etat d'acidification</b></li> <li>- <b>Morphologie</b></li> <li>- <b>Continuité</b></li> <li>- <b>Hydrologie</b></li> <li>- <b>Pressions biologiques</b></li> <li>→ <b>Synthèse</b></li> </ul>	<div style="font-size: 3em; vertical-align: middle; margin-left: -10px;">}</div> <p><i>Pour chacune des dix sortes de pressions et pour la synthèse : Classement selon les 4 classes et pour les masses d'eau amont (une ou deux) la masse d'eau décrite la masse d'eau aval Les informations à donner sur les masses d'eau amont et aval ne concernent que ce qui a une incidence sur la masse d'eau décrite</i></p>
<b>Spécificités eaux souterraines</b>	<div style="font-size: 3em; vertical-align: middle; margin-left: -10px;">}</div> <p><i>Caractère général des couches supérieures de la zone de captage dont la masse d'eau souterraine reçoit sa recharge.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Masses d'eaux souterraines pour lesquelles il existe des écosystèmes d'eaux de surface ou des écosystèmes terrestres directement dépendants.</i></li> </ul>
<b>Risque de non atteinte des objectifs écologiques – R-NABE</b>	<i>Indiquer s'il y a risque ou non, avec au besoin des nuances.</i>
<b>Existence de points de mesure</b>	<i>Lister et identifier les points de mesure existant dans la ME.</i>

## Fiche descriptive de masse d'eau de cours d'eau

**Code masse d'eau** **Localisation**Nom du cours d'eau Code Hydro pK amont pK aval **Gestion**SAGE UHC **Type**HER Rang de Strahler Type piscicole **Classe de pression**Eurowaternet Classes pesticides **Inventaire des pressions***4 classes : très bon, bon, douteux, mauvais*

masse d'eau →	Amont (1)	Amont (2)	Décrite	Aval
– <b>Matières organiques</b>				
– <b>Nutriments</b>				
– <b>Toxiques</b>				
– <b>Température</b>				
– <b>Salinité</b>				
– <b>Etat d'acidification</b>				
– <b>Morphologie</b>				
– <b>Continuite</b>				
– <b>Hydrologie</b>				
– <b>Pressions biologiques</b>				
→ <b>Synthèse</b>				

**Risque de non atteinte du bon état**

Non	Doute	Oui	Commentaire
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

**Points de mesure** (code)Mesures de qualité Mesures de quantité