

Direction du Centre de Nantes  
Département Biogéochimie et Ecotoxicologie

Didier CLAISSE

....  
Décembre 2009 - R.INT.DCN-BE/2009.05



**Ifremer**

---

# **Adaptation de la surveillance chimique pour la DCE conformément à la directive fille 2008/105/CE**

Propositions pour l'élaboration de stratégies

Convention Onema / Ifremer 2009  
Action n° 13



**Adaptation de la surveillance chimique pour la DCE  
conformément à la directive fille 2008/105/CE**

Propositions pour l'élaboration de stratégies



## Sommaire

<b>1. Préambule</b>	<b>5</b>
<b>2. Analyse de la directive fille</b>	<b>5</b>
<b>3. Substances à mesurer</b>	<b>9</b>
3.1. Listes des substances à examiner	9
3.2. Pertinence de certaines substances en milieu marin	9
<b>4. Choix des supports d'analyses</b>	<b>12</b>
4.1. Matrices classiques	12
4.2. Les échantillonneurs passifs, une alternative ?	13
4.3. Matrices préconisées pour le programme de surveillance	14
<b>5. Fréquences d'échantillonnage</b>	<b>16</b>
5.1. Biote	16
5.2. Sédiment	17
5.3. Eau	17
<b>6. Plan spatial d'échantillonnage</b>	<b>18</b>
<b>7. Qualité des mesures et homogénéité nationale</b>	<b>18</b>
7.1. Paramètres normalisateurs	19
7.2. Protocoles de prélèvements	19
7.3. Expérience marine des laboratoires sous-traitants	19
<b>8. Interprétation des résultats, besoin de NQE et de recherche amont</b>	<b>20</b>
8.1. Les données du problème	20
8.2. Elaboration de NQE biote et sédiment	21
8.3. Besoins en recherche amont	22
8.4. En attendant des NQE dans le biote et le sédiment, les suggestions OSPAR	22
<b>9. Conclusions, recommandations</b>	<b>23</b>
<b>Annexe 1 : Documents consultés</b>	<b>25</b>
<b>Annexe 2 : Tableaux OSPAR</b>	<b>26</b>



## **1. Préambule**

La publication de la Directive "fille" (2008/105/CE) en décembre 2008 apporte des modifications dans le contexte réglementaire de la surveillance chimique. L'application de cette nouvelle directive demande une analyse approfondie du texte pour mettre à jour les recommandations nationales pour la surveillance de l'état chimique des masses d'eau marines. Ces recommandations doivent également prendre en compte le contexte des conventions internationales (Convention OSPAR et Convention de Barcelone). L'ensemble des besoins de la surveillance chimique doit être examiné afin de mettre en œuvre les synergies possibles et ainsi d'économiser les moyens, tant en prélèvements qu'en analyses.

A cette fin, il convient donc de redéfinir un programme de surveillance raisonné conciliant les obligations de ces différents textes. En particulier la liste des substances chimiques à prendre en compte doit être adaptée et le nouveau programme doit permettre d'évaluer les tendances temporelles. Ceci implique un choix judicieux des matrices marines à utiliser.

## **2. Analyse de la directive fille**

La directive 2008/105/CE (directive fille) modifie les précédentes Directives 2000/60/CE, 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE, 86/280/CEE et abroge les cinq dernières au 22 décembre 2012. Pour les substances qui le permettent, elle ouvre clairement la voie à une surveillance alternative à celle directe dans l'eau.

On trouvera dans les pages suivantes (tableau 1) une analyse des termes de la directive 2008/105/CE qui servira de base à l'élaboration du programme de surveillance.

Les principales conclusions de cette analyse sont, d'une part que le suivi des tendances est une obligation, d'autre part que les matrices intégratrices (biote et sédiment) sont fortement recommandées pour ce faire. Ceci est confirmé par les premiers résultats acquis dans l'eau (en application de la Circulaire DCE 2007/20 de mars 2007), qui sont pratiquement tous inférieurs aux limites de quantification (LQ), rendant impossible la détection des tendances (cf. § 4.).

**Tableau 1. Analyse des éléments de la "directive fille " (2008/105/CE) devant servir de base à l'élaboration d'un programme de surveillance.**

Directive fille 2008/105/CE – "Considérants"	Directive fille 2008/105/CE – articles	Analyse
<p>(9) Les États membres devraient améliorer les connaissances et les données disponibles sur les sources des substances prioritaires et les voies de pollution afin d'identifier des options de contrôles ciblées et efficaces. Le cas échéant, les États membres devraient notamment contrôler les sédiments et les biotes à une fréquence raisonnable afin de fournir des données suffisantes à une analyse de tendance fiable à long terme des substances prioritaires qui tendent à s'accumuler dans les sédiments et/ou les biotes. Conformément aux exigences de l'article 3 de la décision n° 2455/2001/CE du Parlement européen et du Conseil du 20 novembre 2001 établissant la liste des substances prioritaires dans le domaine de l'eau<sup>(1)</sup>, les résultats de ce contrôle, y compris le contrôle des sédiments et des biotes, devraient être mis à disposition afin d'étayer les propositions futures de la Commission, conformément à l'article 16, paragraphes 4 et 8, de la directive 2000/60/CE.</p>		<p>Ceci autorise explicitement à pratiquer une surveillance dans les matrices citées plutôt que dans l'eau. Pour toutes les substances bioaccumulables et/ou accumulables dans le sédiment (log Kow &gt; 3), l'expérience acquise au niveau international depuis plus de 30 ans démontre l'intérêt des matrices intégratrices. La surveillance dans le biote (<i>Mussel Watch</i>) et dans le sédiment est pratiquée par de nombreux pays et constitue la base du programme de surveillance de la convention OSPAR.</p> <p><b>Cas des substances hydrophiles :</b> Les quelques substances de l'annexe II (ex X) présentant un log Kow &lt; 3 ne peuvent être suivies par ce moyen. Il conviendrait d'éliminer de cette liste celles qui ne présentent pas d'intérêt en milieu marin et de surveiller les autres dans l'eau (ou par échantillonneurs passifs).</p>
<p>(15) Il convient, au stade actuel, de se borner à établir des NQE pour les eaux de surface au niveau communautaire, en ce qui concerne la majorité des substances. Toutefois, dans le cas de l'hexachlorobenzène, de l'hexachlorobutadiène et du mercure, il est impossible d'assurer une protection contre les effets indirects et l'empoisonnement secondaire au niveau communautaire par le seul biais de NQE pour les eaux de surface. Il convient par conséquent d'établir des NQE pour le biote au niveau communautaire en ce qui concerne ces trois substances. Pour disposer d'une marge de manœuvre suffisante en fonction de leur stratégie de surveillance, les États membres devraient pouvoir décider soit de surveiller et d'appliquer ces NQE pour le biote, soit d'établir des NQE plus strictes pour les eaux de surface assurant le même niveau de protection.</p>	<p><b>Article 3.2.</b> 2. Les États membres peuvent choisir d'appliquer des NQE pour les sédiments et/ou le biote au lieu de celles visées à l'annexe I, partie A, dans certaines catégories d'eau de surface. Ceux qui souhaitent procéder ainsi:</p> <p>a) appliquent, pour le mercure et ses composés, une NQE de 20 µg/kg et/ou, pour l'hexachlorobenzène, une NQE de 10 µg/kg et/ou, pour l'hexachlorobutadiène, une NQE de 55 µg/kg, ces NQE s'appliquant aux tissus (poids à l'état frais), en choisissant l'indicateur le plus approprié parmi les poissons, mollusques, crustacés et autres biotes;</p> <p>NB : pas de proposition pour le sédiment</p> <p>b) établissent et appliquent, pour les sédiments et/ou le biote, des NQE autres que celles mentionnées au point a) pour des substances spécifiques. Ces NQE offrent au moins un niveau de protection identique à celui assuré par les NQE pour l'eau visées à l'annexe I, partie A;</p>	<p>Seules trois substances font l'objet de NQE imposées par cette directive pour prendre mieux en compte les effets indirects et l'empoisonnement secondaire (cf. § 15 des considérants). De ce fait, la même NQE est imposée quelques soient les organismes choisis, sans tenir compte des différences de bioaccumulation entre espèces. Dans l'exemple du mercure, 20 µg/kg, p.h. n'ont pas la même signification environnementale dans du muscle de poisson que dans des mollusques bivalves.</p> <p>De plus la NQE imposée (20 µg/kg) est beaucoup plus contraignante que les normes sanitaire en place (500 µg/kg pour le classement des zones conchylicoles 466/2001/CE et 221/2002/CE). Aucune des données RNO dans le biote ne dépasse cette dernière norme alors que 75% dépassent la NQE imposée ici (cf. § 8.1 de ce rapport).</p> <p>L'article 3.2.b. autorise les EM à établir et utiliser des NQE pour toutes les substances à surveiller dans le biote et le sédiment. L'argumentation devra porter sur le niveau de protection qu'elles offrent.</p>



	<p><b>Article 3.2. suite</b></p> <p>c) déterminent, pour les substances mentionnées aux points a) et b), la fréquence des contrôles à effectuer dans le biote et/ou les sédiments. Toutefois, des contrôles sont effectués au moins une fois par an, sauf si un autre intervalle se justifie sur la base des connaissances techniques et des avis des experts; et</p>	Fréquence à argumenter à dire d'expert.
<p>(16) En outre, les États membres devraient pouvoir établir des NQE pour les sédiments et/ou le biote au niveau national et appliquer celles-ci plutôt que les NQE pour l'eau définies dans la présente directive. Il convient d'établir ces NQE par le biais d'une procédure transparente faisant intervenir des notifications à la Commission et aux autres États membres, de manière à assurer un niveau de protection équivalent aux NQE pour l'eau établies au niveau communautaire. La Commission devrait inclure un relevé de ces notifications dans ses rapports sur la mise en œuvre de la directive 2000/60/CE. De plus, les sédiments et le biote demeurent des matrices importantes pour la surveillance de certaines substances à potentiel d'accumulation significatif. Aux fins de l'évaluation des incidences des activités anthropogéniques à long terme et des tendances qui se dessinent, il convient que les États membres prennent des mesures, sous réserve des dispositions de l'article 4 de la directive 2000/60/CE, en vue de veiller à ce que les niveaux existants de contamination des biotes et des sédiments n'augmentent pas de manière importante.</p>	<p><b>Article 3.3.</b></p> <p>3. Les États membres procèdent à l'analyse tendancielle à long terme des concentrations des substances prioritaires énumérées à l'annexe I, partie A, qui ont tendance à s'accumuler dans les sédiments et/ou le biote, en prêtant tout particulièrement attention aux substances n° 2, 5, 6, 7, 12, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 26, 28 et 30, et en se fondant sur la surveillance de l'état des eaux assurée conformément à l'article 8 de la directive 2000/60/CE. Sous réserve de l'article 4 de la directive 2000/60/CE, ils prennent les mesures nécessaires pour veiller à ce que de telles concentrations n'augmentent pas de manière significative dans les sédiments et/ou le biote pertinent.</p> <p>Les États membres déterminent la fréquence des contrôles à effectuer dans les sédiments et/ou le biote de manière à fournir des données suffisantes pour effectuer une analyse tendancielle à long terme fiable. À titre indicatif, les contrôles devraient avoir lieu tous les trois ans, à moins qu'un autre intervalle ne se justifie sur la base des connaissances techniques et des avis des experts.</p>	<p>La surveillance dans le biote et le sédiment devient ici une obligation, tout au moins pour les substances de l'annexe I.</p> <p>La fréquence du suivi peut être argumentée à dire d'expert.</p> <p>Ce paragraphe est contradictoire avec le 3.2.c. qui préconise 1/an.</p>
<p>(19) À proximité des rejets émanant de sources ponctuelles, les concentrations de polluants sont généralement plus élevées que les concentrations ambiantes dans l'eau. Par conséquent, les États membres devraient pouvoir recourir à des zones de mélange, à condition ...</p>	<p><b>Article 4</b></p> <p>1. Les États membres peuvent désigner des zones de mélange adjacentes aux points de rejet. Les concentrations d'une ou de plusieurs substances énumérées à l'annexe I, partie A, peuvent dépasser les NQE applicables à l'intérieur de telles zones de mélange si la conformité à ces normes du reste de la masse d'eau de surface ne s'en trouve pas compromise.</p>	Les experts français sont peu favorables à la création de ces zones de mélange. Elle ne peuvent concerner que les ME de transition.
	<p><b>Article 5 inventaire des émissions, rejets et pertes</b></p> <p>1. Sur la base des informations recueillies conformément aux articles 5 et 8 de la directive 2000/60/CE, en vertu du règlement (CE) n° 166/2006 et d'autres données disponibles, les États membres dressent un inventaire, y compris des cartes, le cas échéant, des émissions, des rejets et des pertes de toutes les substances prioritaires et de tous les polluants visés à l'annexe I, partie A, de la présente directive pour chaque district hydrographique ou partie de district hydrographique situé sur leur territoire, <u>y compris leurs concentrations dans le sédiment et le biote, le cas échéant.</u></p>	Confirmation de l'utilisation des données dans le biote et le sédiment. Ici applicable surtout aux ME de transition.

<p>(11) Dans l'intérêt communautaire et dans l'optique d'une réglementation plus efficace en matière de protection des eaux de surface, il convient d'établir des NQE pour les polluants classés comme substances prioritaires au niveau communautaire et de laisser aux États membres le soin de définir, le cas échéant, les règles pour les autres polluants au niveau national, sous réserve de l'application des dispositions communautaires applicables. Toutefois, huit polluants relevant de la directive 86/280/CEE du Conseil du 12 juin 1986 concernant les valeurs limites et les objectifs de qualité pour les rejets de certaines substances dangereuses relevant de la liste I de l'annexe de la directive 76/464/CEE <sup>(2)</sup>, et appartenant au groupe de substances pour lesquelles les États membres devraient mettre en œuvre les mesures nécessaires en vue d'atteindre un bon état chimique d'ici à 2015, sous réserve des articles 2 et 4 de la directive 2000/60/CE, ne figurent pas sur la liste des substances prioritaires. Les normes communes définies pour ces polluants se sont cependant révélées utiles, et il convient donc de continuer à les réglementer au niveau communautaire.</p>	<p>Pas d'article spécifiquement consacré à l'application de ce considérant.</p>	<p>Les huit substances en question doivent faire l'objet d'une surveillance et les résultats doivent être comparés aux NQE proposées par la directive fille :</p> <p>DDT Aldrine Dieldrine Endrine Isodrine Trichloréthylène Tétrachloroéthylène Tétrachlorure de carbone</p>
	<p><b>Article 8 Réexamen de l'annexe X de la directive 2000/60/CE</b></p> <p>Dans le cadre du réexamen de l'annexe X de la directive 2000/60/CE, prévu à l'article 16, paragraphe 4, de ladite directive, la Commission examine notamment les substances énumérées à l'annexe III de ladite directive en vue de leur identification éventuelle comme substances prioritaires ou comme substances dangereuses prioritaires. La Commission fait rapport sur les résultats de ce réexamen au Parlement européen et au Conseil, au plus tard le 13 janvier 2011. Le cas échéant, elle accompagne son rapport de propositions pertinentes, en particulier des propositions visant à identifier de nouvelles substances prioritaires ou de nouvelles substances prioritaires dangereuses ou à identifier certaines substances prioritaires comme substances prioritaires dangereuses, et fixer les NQE correspondantes pour les eaux de surface, les sédiments ou les biotes, selon le cas.</p>	<p>Tout ou partie des substances de l'annexe III pourraient être ajoutées à celles de l'annexe X à partir de 2011.</p>

### 3. Substances à mesurer

#### 3.1. Listes des substances à examiner

Il ressort de l'analyse du texte de la directive fille et des obligations internationales de la France que les substances à surveiller sont :

- celles de l'annexe X de la Directive 2000/60/CE modifiée par l'annexe II de la directive fille,
- les huit substances de la Directive 86/280/CEE (Considérant 11 de la directive fille),
- les substances obligatoires relevant du CEMP de la Convention OSPAR,
- les substances obligatoires relevant de la Convention de Barcelone (MEDPOL)

##### A ces listes il conviendrait d'ajouter :

- les substances de l'annexe III de la directive fille présentant un intérêt dans le milieu marin. En effet, il est probable que ces substances soient identifiées en 2011 comme prioritaires ou dangereuses prioritaires. Il serait alors raisonnable de disposer déjà de données sur leur niveau de présence dans le milieu et leur tendances.
- Certaines substances relevant du CEMP de la Convention OSPAR sur une base volontaire et qui présentent un intérêt majeur dans le milieu marin, dont certaines ont été suivies historiquement par le RNO.
- Pour les masses d'eau (ME) concernées, les "autres substances recensées comme étant déversées en quantités significatives dans la ME" (annexe V, 1.1.3. et 1.1.4. de la directive 2000/60/CE).

##### A ces listes il conviendrait de retirer :

- les substances ne présentant pas d'intérêt en milieu marin.

#### 3.2. Pertinence de certaines substances en milieu marin

La Directive 2000/60/CE, traduite en programme de surveillance par la Circulaire DCE 2007/20 du MEEDDAD, rendait obligatoire la surveillance de très nombreuses substances, ce qui a induit un coût de la surveillance très élevé. Les premiers résultats obtenus, en particulier dans l'eau, montrent que certaines substances ne se retrouvent pas dans le milieu marin (résultats toujours inférieur à la limite de quantification). Ces résultats confirment la position exprimée par les experts de l'Ifremer dès la parution de la DCE. Ces substances, de par leurs propriétés physiques et chimiques, avaient été classées comme non prioritaires pour le milieu marin.

On trouvera ci-dessous quelques statistiques sur les résultats acquis dans l'eau par l'agence Loire-Bretagne d'avril 2008 à janvier 2009 pour celles de ces substances qui ont été mesurées.

Substance	Nb total de résultats	Nb résultats > LQ	% résultats > LQ
benzène	392	0	0 %
dichloroéthane	392	0	0 %
dichlorométhane	392	0	0 %
trichlorométhane	392	1	0.26 %
tétrachlorure de carbone	392	0	0 %
trichloroéthylène	392	0	0 %
tétrachloroéthylène	392	0	0 %
trichlorobenzène 1,2,3	392	0	0 %
trichlorobenzène 1,2,4	392	0	0 %

Ce sont essentiellement des substances volatiles. Elles ne devraient pas atteindre le milieu côtier ou en être très rapidement éliminées (benzène, dichloroéthane, dichlorométhane, trichlorométhane ou chloroforme, tétrachlorure de carbone, trichloroéthylène, perchloroéthylène ou tétrachloroéthylène). Les résultats acquis en 2008-2009 semblent suffisants pour argumenter **l'élimination de ces substances du futur programme de surveillance**.

Cependant certains composés, bien qu'également volatils, peuvent être rapidement fixés dans le sédiment ou bioaccumulés avant leur élimination et restent prioritaires (ex : trichlorobenzène). Les résultats dans l'eau n'étant jamais supérieurs à la LQ, cette substance devrait être recherchée dans le biote et/ou le sédiment, vu son logKow de 4.05 (voir § 4).

Le tableau 2 ci-dessous présente la liste des substances dont l'inclusion dans le programme de surveillance doit être examinée à la lumière de ce qui précède. A noter que le programme de surveillance continue de MEDPOL, au titre de la Convention de Barcelone, n'est pas aussi précis que celui d'OSPAR. Dans les faits, aucune obligation formelle n'est indiquée, ni une liste précise de substances (souvent seules les familles sont citées, HAP, PCB, Métaux lourds, etc.). Des termes tels que "la priorité sera donnée à" sont utilisés. Aucune fréquence n'est indiquée. Les substances MEDPOL ne figurant pas déjà dans les listes ci-dessous n'y ont donc pas été ajoutées, conformément à un souhait exprimé par le MEEDDM de ne fournir que les données pour lesquelles nous avons des obligations soit DCE, soit OSPAR.

Dans ce tableau, les substances dites "facultatives" pourraient être incluses dans le programme de surveillance, peut-être sur une base volontaire pour certaines d'entre elles. A noter que quelques unes ne présentent pas d'intérêt ou de danger pour le milieu marin (EDTA, cyanure libre,...).

**Tableau 2. (a) Substances obligatoires**

Substance	Famille et/ou caractéristique	n° Annexe II (ex X)	86/280 (n° 76/464)	OSPAR X= obligatoire	MEDPOL ● = volontaire	Annexe III	RNO historique	Intérêt milieu marin
Alachlore	Pesticides	1						X
Anthracène	HAP	2		X	●		X	X
Atrazine	Pesticides	3						X
Benzène	Substance volatile	4						NON
Pentabromodiphényléther (PBDE)	Retardateur de flamme	5		volontaire				X
Cadmium	Métaux	6		X	●		X	X
C10-13 Chloroalcanes	Hydrocarbures halogénés	7						X
Chlorfenvinphos	Pesticides (organophosph)	8			●			X
Chlorpyrifos / Ethylchlorpyrifos	Pesticides (organophosph)	9			●			X
1,2 Dichloroéthane	Substance volatile	10						NON
Dichlorométhane	Substance volatile	11						NON
Di(2éthylhexyl)phtalate (DEHP)	Plastifiant	12						X
Diuron	Pesticides	13						X
Endosulfan	Pesticides	14						X
Fluoranthène	HAP	15		X			X	X
Hexachlorobenzène	Pesticide	16			●			X
Hexachlorobutadiène	Solvant bioaccumulable	17						X
Hexachlorocyclohexane $\alpha \beta \gamma \delta$	Pesticides	18						X
Isoproturon	Pesticides	19						X
Plomb	Métaux	20		X	●		X	X
Mercure	Métaux	21		X	●		X	X
Naphtalène	HAP	22					X	X
Nickel	Métaux	23					X	X
Nonylphénol (4-nonylphénol)	Perturbateur endocrinien	24						X
Octylphénol (4-(1,1',3,3'-tétraméthylbutyl)-phénol)	Intermédiaire de synthèse	25						X
Pentachlorobenzène	Intermédiaire de synthèse	26						X

Pentachlorophénol	Biocide	27						X
Hydrocarbures aromatiques polycycliques		28			•			
Benzo(a)Pyrène	HAP	28		X	•		X	X
Benzo(b)Fluoranthène	HAP	28			•		X	X
Benzo(g,h,i)Pérylène	HAP	28		X	•		X	X
Benzo(k)Fluoranthène	HAP	28			•		X	X
Indéno(1,2,3cd)Pyrène	HAP	28		X	•		X	X
Simazine	Pesticides	29						X
Composés du Tributylétain	Organostanniques	30			•			X
Tributylétain-cation	Biocide	30		X	•			X
Trichlorobenzène	Substance volatile	31						X
Trichlorométhane(chloroforme)	Substance volatile	32						NON
Trifluraline	Pesticides	33						X
Aldrine	Pesticides		I-1		•			X
Tétrachlorure de carbone	Substance volatile		I-13					NON
Total DDT Para para DDT	Pesticides		I-46	X (pp')	•		X (pp')	X
Dieldrine	Pesticides		I-71		•			X
Endrine	Pesticides		I-77					X
Perchloroéthylène (tétrachloroéthylène)	Substance volatile		I-111					NON
Trichloroéthylène	Substance volatile		I-121					NON
Isodrine	Pesticides		I-130					NON
CB 28	PCB			X	•	X	X	X
CB 52	PCB			X	•	X	X	X
CB 101	PCB			X	•	X	X	X
CB118 (dioxine-like)	PCB			X	•	X	X	X
CB 138	PCB			X	•	X	X	X
CB 153	PCB			X	•	X	X	X
CB 180	PCB			X	•	X	X	X
Benzo (a)anthracène	HAP			X	•		X	X
Chrysène	HAP			X	•		X	X
Pyrène	HAP			X	•		X	X
Phénanthrène	HAP			X	•		X	X
Imposex (effet biologique du TBT)	Effets biologiques			X			X	X

**Tableau 2. (b) Substances facultatives**

Substance	Famille et/ou caractéristique	n° Annexe X	86/280 (n° 76/464)	OSPAR	MEDPOL ● = volontaire	Annexe III	RNO historique	Intérêt milieu marin
AMPA	Métabolite du glyphosate					X		X
Bentazone	herbicide					X		X
Bisphénol-A	Perturbateur endocrinien					X		X
Dicofol	Pesticide OC					X		?
EDTA	Chélatant					X		NON
Cyanure libre						X		NON
Glyphosate	Herbicide					X		X
Mecoprop (MCP)	Herbicide					X		?
Musc xylène	Fixateur parfums artificiels					X		X
Sulfonate de perfluorooctane (PFOS)	Tensioactif			volontaire		X		X
Quinoxylène	Fongicide					X		?
Dioxines (PCDD)				volontaire	•	X		X
C1-, C2-, C3-naphthalènes	HAP alkylés			volontaire			X	X
C1-, C2-, C3-phenanthrènes	HAP alkylés			volontaire			X	X
C1-, C2-, C3-dibenzothiophènes	HAP hétérocycles Soufrés			volontaire			X	X
Dibenzothiophène	HAP hétérocycles Soufrés			volontaire			X	X
CB planaires (dioxine-like)	PCB dioxine-like			volontaire	•		X (3 CB)	X
Furanes (PCDF)	Intermédiaire de synthèse			volontaire	•			X
CB105	PCB dioxine-like				•		X	X
CB 156	PCB dioxine-like				•		X	X
Argent (problème en Seine)	Métaux				•		X	X

Chrome	Métaux				•		X	X
Cuivre	Métaux				•		X	X
Vanadium	Métaux				•		X	X
Zinc	Métaux				•		X	X

**Tableau 2. (c) Substances spécifiques à certains bassins**

Chaque bassin devra identifier les substances qui le concernent éventuellement. Par exemple, le cas du chlordécone sera traité dans le travail à venir consacré aux DOM.

## 4. Choix des supports d'analyses

La directive fille indique clairement l'obligation de mettre en œuvre un programme de surveillance permettant d'appréhender les tendances temporelles des niveaux de contamination des masses d'eau. Comme indiqué au paragraphe 2 de ce travail, il est impossible d'établir de telles tendances avec des séries de résultats inférieurs aux limites de quantification (LQ). Or, une analyse statistique des premières données acquises dans l'eau par l'agence Loire-Bretagne d'avril 2008 à janvier 2009 donne les résultats ci-dessous :

Nombre total de mesures (substances x nb échantillons) : 21 952

Nombre de résultats > LQ : 221

Pourcentage de résultats exploitables pour une analyse de tendance (> LQ) : 1.01 %

Les nombreux résultats inférieurs aux LQ peuvent servir à l'évaluation du bon état chimique (à condition que les LQ soient effectivement de l'ordre du tiers des NQE), mais ne permettent en aucun cas d'établir des tendances temporelles.

Le contrôle de surveillance du premier plan de gestion a été mené en 2008 et 2009 dans les bassins, en application de la circulaire 2007/20. Les analyses ont porté très majoritairement sur l'eau, et très marginalement sur le biote et le sédiment. Pour les dernières années du plan de gestion l'obligation de surveiller toutes les substances dans l'eau n'est donc plus effective. La priorité devrait être donnée à un programme permettant d'évaluer des tendances temporelles (directive fille). Il convient de rechercher pour chaque substance la ou les matrices les plus appropriées à cet objectif.

On étudiera plus loin les conditions dans lesquelles ce programme pourrait également servir à l'évaluation à moindre coût de l'état chimique (i.e. au contrôle de surveillance) pour les plans de gestion à venir.

### 4.1. Matrices classiques

Compte tenu des difficultés de collecte d'échantillons valides pour des analyses de traces dans l'eau et de la faible représentativité spatiale et temporelle de ceux-ci, la surveillance devrait porter en priorité sur des matrices intégratrices, biote et sédiment. Ces supports permettent d'intégrer la contamination chronique d'une masse d'eau sur plusieurs mois pour le biote et plusieurs années pour le sédiment. Ils affranchissent donc des fluctuations rapides dans la colonne d'eau, inconvénient majeur de la surveillance dans l'eau, et les analyses sont facilitées par les concentrations plus élevées mesurées dans ces matrices. Les mollusques bivalves, moules et huîtres, sont utilisés depuis très longtemps comme indicateurs quantitatifs de contamination dans le cadre du programme de surveillance de la Convention OSPAR, de même que le sédiment. En France, le RNO a constitué, de 1979 à 2007, le principal outil de connaissance systématique des niveaux et tendances de la contamination du littoral français en utilisant ces deux matrices.

Le principe utilisé dans le cadre de la DCE (circulaire DCE 2007/20) garde toute son actualité, à savoir que les substances peuvent être séparées en deux groupes, "hydrophiles" et "non hydrophiles". On utilise pour cela leur coefficient de partage octanol/eau (log Kow). Les substances dites "non hydrophiles" (log Kow > 3) sont celles qui se retrouveront préférentiellement dans les matrices intégratrices (biote et sédiment). Les substances hydrophiles (log Kow < 3) ne peuvent être suivies

correctement dans ces matrices. Il sera dès lors nécessaire de recourir à la mesure directe dans l'eau. La surveillance dans l'eau pose cependant de nombreux problèmes, hormis ceux liés à la représentativité, car elle repose sur l'utilisation de techniques d'échantillonnage "ultra-propres" et la mise en oeuvre de méthodes d'extraction/concentration et d'analyse complexes. Elle est impraticable par du personnel non formé au prélèvement destiné à l'analyse de traces. Elle demande de plus une logistique lourde (embarcation marine, pompes, etc.).

#### 4.2. Les échantillonneurs passifs, une alternative ?

Depuis plusieurs années ont été développés des dispositifs permettant de concentrer *in situ* les contaminants présents dans l'eau, facilitant ainsi l'analyse et la logistique nécessaire. Ces dispositifs, appelés couramment "échantillonneurs passifs" se répartissent en différentes catégories :

Les dispositifs dédiés aux hydrophobes

- **SBSE** (Stir Bar Sorptive Extraction) permet d'extraire et concentrer des composés organiques hydrophobes d'un échantillon d'eau rapporté au laboratoire.
- **SPMD** (Semipermeable Membrane Device) ou **LDPE** (Low Density Polyethylene strip) permettent d'extraire et de concentrer des contaminants organiques hydrophobes (HAP, PCB, pesticides organochlorés...) après une exposition d'environ 3 semaines dans le milieu. Ces outils permettent également d'obtenir un niveau de présence des contaminants intégré sur la période d'exposition.

Les dispositifs dédiés aux polaires

- **POCIS** (Polar Organic Chemical Integrative Sampler) permettent quand à eux d'appréhender certaines substances hydrophiles telles que les herbicides, stéroïdes, produits pharmaceutiques et vétérinaires...

Les dispositifs dédiés aux métaux

- **DGT** (Diffusive Gradient in Thin film), permettent d'accumuler certains métaux (mais pas le mercure) après un séjour de quelques heures à quelques jours dans le milieu.

Chacune de ces techniques a fait l'objet de nombreuses études et évaluations tant en France qu'à l'étranger. Elles sont utilisées expérimentalement dans de nombreux contextes, en France particulièrement par le Cemagref et l'Ifremer. Toutes présentent des avantages et des inconvénients de mise en oeuvre. Elles demandent également à être encadrées par des procédures d'Assurance de qualité et de calibration.

En février 2008 un important séminaire sur les échantillonneurs passifs à été organisé à Bordeaux par le Cemagref dans le cadre des travaux d'Aquaref. Ifremer était présent à cette rencontre dont on trouvera ci-après un extrait des conclusions :

"On peut dire qu'à l'heure actuelle ces outils permettent d'obtenir des informations semi-quantitatives sur les concentrations de certains contaminants dans les eaux douces, marines et eaux usées. Ils ne sont donc pas encore applicables pour la surveillance DCE (au sens strict) mais peuvent être complémentaires des outils de surveillance classiques."

Deux réserves principales faisaient hésiter sur leur utilisation dans le cadre de la DCE. D'une part, aucun dispositif ne couvre l'ensemble des substances DCE appartenant à la famille qu'il étudie, d'autre part, pour certains d'entre eux, et pour certains contaminants, la difficulté à rapporter les mesures à une concentration dans l'eau du fait de l'ignorance du volume traité. De plus, dans le cas des échantillonneurs passifs dédiés aux contaminants organiques hydrophobes, les mesures sont rapportées à une concentration en contaminant dissous libre alors que les NQE ont été développées pour des concentrations dans l'eau brute.

Cependant, le grand intérêt suscité par ces techniques fait qu'elles progressent rapidement. Elles sont constamment améliorées et l'état de l'art évolue sans cesse. En 2010, Aquaref doit rendre un rapport sur "l'applicabilité des échantillonneurs passifs dans le cadre de la DCE". Parallèlement, un colloque sera organisé à Nantes par l'Ifremer la même année. Enfin, toujours en 2010, un exercice d'intercalibration pour la mesure par échantillonnage passif de divers contaminants (métaux, HAP et pesticides) en eaux douces et marines sera également organisée par Aquaref. Ifremer fait partie du comité d'organisation de cet EIL et gèrera cet exercice au niveau du site marin.

Dans ces conditions, il est hasardeux d'anticiper sur les possibilités futures des échantillonneurs passifs. L'année 2010 et les résultats des travaux mentionnés ci-dessus devraient apporter des indications aidant à statuer sur l'emploi des échantillonneurs passifs. En particulier les points importants à examiner seront :

- Les listes des contaminants mesurables
- La possibilité de rapporter les résultats à des concentrations dans l'eau
- La facilité de mise en œuvre sur le terrain
- La facilité des analyses chimiques
- Le besoin d'une harmonisation des pratiques et de procédures d'assurance qualité
- La capacité d'intégration dans le temps des niveaux de contamination

Ce dernier point est primordial pour pouvoir évaluer des tendances sans avoir à multiplier les campagnes d'échantillonnage.

Si l'on devait s'en tenir à une surveillance directe dans l'eau pour les substances hydrophiles (au moins pour quelques années encore), il faut noter que les moyens matériels (pompes, accessoires, etc.) ont déjà été acquis lors du premier plan de gestion et les moyens nautiques disponibles identifiés.

### **4.3. Matrices préconisées pour le programme de surveillance**

En conclusion de ce qui précède, et au vu de l'état de l'art en matière d'échantillonneurs passifs au moment de la rédaction de ce travail, les supports d'analyses préconisés sont les suivants :

**Les substances strictement hydrophiles ( $\log K_{ow} < 3$ ) devraient être mesurées dans l'eau.** La position des experts de l'Ifremer a toujours été de mesurer les contaminants dans l'eau filtrée pour éviter le biais dû aux matières en suspension (MES). Cependant, puisque la surveillance dans l'eau préconisée ici ne concerne que les substances rigoureusement hydrophiles, **il n'y a pas d'inconvénient à pratiquer la mesure sur l'eau brute**, ces substances se retrouvant exclusivement dans la phase dissoute et non dans les MES.

Les métaux et les substances organiques non hydrophiles ( $\log K_{ow} > 3$ ) peuvent être mesurés dans le biote ou le sédiment. Cependant, en fonction des fréquences d'échantillonnage propre à ces deux supports (cf. § 5) l'obligation d'établir rapidement des tendances impose l'utilisation du biote. En complément, l'utilisation du sédiment permet un autre type de surveillance, donnant une image temporellement plus intégrée de la contamination et géographiquement plus "centrale" dans les ME. Elle permettra également d'assurer un continuum avec la surveillance au titre de la Stratégie Marine. La surveillance dans le sédiment est de plus une obligation de la convention OSPAR. **Les métaux et les substances organiques non hydrophiles devraient donc être mesurés dans le biote et dans le sédiment.**

Le tableau 3 ci-après récapitule les substances à inclure dans le programme de surveillance et les supports d'analyse recommandés pour chacune d'entre elles. Mention est faite de la possibilité d'utiliser les échantillonneurs passifs sous réserve de l'avancement de l'état de l'art à la date de mise en œuvre.



**Tableau 3. : substances et matrices préconisées du programme de surveillance.**

Sur **fond rose** les substances ne présentant pas d'intérêt en milieu marin.

Echantillonneurs passifs : **opérationnel**, **possible à priori**, **études nécessaires**.

Substance	Famille et/ou caractéristique	log Kow	Matrice préconisée Eau Biote Sédiment	Echantillonneurs passifs (en 2009)
Alachlore	Pesticides	2.8	E	POCIS
Anthracène	HAP	4.45	B – S	SBSE / SPMD/ LDPE
Atrazine	Pesticides	2.6	E	POCIS / SBSE
Benzène	Substance volatile	2.13	E	SBSE
Pentabromodiphényléther (PBDE)	Retardateur flamme	6.57	B – S	SBSE / SPMD / LDPE
Cadmium	Métaux	-	B – S	DGT
C10-13 Chloroalcanes		4.39-8.69	B – S	SBSE / LDPE
Chlorfenvinphos	Pesticides (organophosphoré)	3.8 – 4.15	B – S	POCIS / SBSE
Chlorpyrifos / Ethylchlorpyrifos	Pesticides (organophosphoré)	4.7	B – S	POCIS / SBSE
1,2 Dichloroéthane	Substance volatile	1.48	E	SBSE
Dichlorométhane	Substance volatile	1.25	E	SBSE
Di(2éthylhexyl)phtalate (DEHP)	Plastifiant	7.5	B – S	POCIS / SBSE / LDPE
Diuron	Pesticides	2.7	E	POCIS
Endosulfan	Pesticides	4.7	B – S	POCIS / SBSE
Fluoranthène	HAP	5.16	B – S	POCIS/SBSE/SPMD/LDPE
Hexachlorobenzène	Pesticide	5.73	B – S	POCIS / SBSE
Hexachlorobutadiène	Solvant bioaccumulable	4.78	B – S	POCIS
Hexachlorocyclohexane $\alpha \beta \gamma \delta$	Pesticides	3.7 ( $\gamma$ )	B – S	POCIS / SBSE
Isoproturon	Pesticides	2.5	E	POCIS
Plomb	Métaux	-	B – S	DGT
Mercure	Métaux	-	B – S	DGT spécial Hg
Naphtalène	HAP	3.7	B – S	POCIS/SBSE/SPMD/LDPE
Nickel	Métaux	-	B – S	DGT
Nonylphénol (4-nonylphénol)	Perturbateur endocrinien	4.48-5.76	B – S	POCIS / SBSE/ LDPE
Octylphénol (4-(1,1',3,3'-tétraméthylbutyl)-phénol)		4.5	B – S	POCIS / SBSE
Pentachlorobenzène	Intermédiaire de synthèse	5.18	B – S	SBSE
Pentachlorophénol	Biocide	5.12	B – S	SBSE
Hydrocarbures aromatiques polycycliques				SBSE / SPMD / LDPE
Benzo(a)Pyrène	HAP	5.97	B – S	SBSE / SPMD / LDPE
Benzo(b)Fluoranthène	HAP	6.32	B – S	SBSE / SPMD / LDPE
Benzo(g,h,i)Pérylène	HAP	7.10	B – S	SBSE / SPMD / LDPE
Benzo(k)Fluoranthène	HAP	6.84	B – S	SBSE / SPMD / LDPE
Indéno(1,2,3cd)Pyrène	HAP	6.58	B – S	SBSE / SPMD / LDPE
Simazine	Pesticides	2.2	E	POCIS / SBSE
Composés du Tributylétain	Organostanniques		B – S	DGT
Tributylétain-cation	Biocide	3.54	B – S	DGT
Trichlorobenzène		4.05	B – S	SBSE
Trichlorométhane(chloroforme)	Substance volatile	1.97	E	SBSE
Trifluraline	Pesticides	5.3	B – S	POCIS / SBSE
Aldrine	Pesticides	6.41	B – S	POCIS
Tétrachlorure de carbone	Substance volatile	2.83	E	SBSE
Total DDT Para para DDT	Pesticides	6.36 (pp')	B – S	POCIS/SBSE/SPMD/LDPE
Dieldrine	Pesticides	4.90	B – S	POCIS/SBSE/SPMD/LDPE
Endrine	Pesticides	5.25	B – S	POCIS/SBSE/SPMD/LDPE
Perchloroéthylène (tétrachloroéthylène)	Substance volatile	2.53-3.40	E	SBSE
Trichloroéthylène	Substance volatile	2.42	E	SBSE
Isodrine	Pesticides	?	E	POCIS / SBSE
CB 28	PCB	5.71	B – S	SBSE / SPMD / LDPE
CB 52	PCB	5.79	B – S	SBSE / SPMD / LDPE
CB 101	PCB	6.16	B – S	SBSE / SPMD / LDPE
CB118 (dioxine-like)	PCB	6.57	B – S	SBSE / SPMD / LDPE

CB 138	PCB	6.72	B – S	SBSE / SPMD / LDPE
CB 153	PCB	6.80	B – S	SBSE / SPMD / LDPE
CB 180	PCB	6.89	B – S	SBSE / SPMD / LDPE
Benzo (a)anthracène	HAP	5.91	B – S	SBSE / SPMD / LDPE
Chrysène	HAP	5.86	B – S	SBSE / SPMD / LDPE
Pyrène	HAP	5.00	B – S	SBSE / SPMD / LDPE
Phénanthrène	HAP	4.52	B – S	SBSE / SPMD / LDPE
Imposex (effet biologique du TBT)	Effets biologiques	Sans objet	(gastéropodes)	Sans objet

Substances facultatives éventuellement ajoutées cf. § 3.1. et tableau 2 (b)	Famille et/ou caractéristique	log Kow	Matrice préconisée Eau Biote Sédiment	Echantillonneurs passifs (en 2009)
AMPA	Métabolite du glyphosate		E	?
Bentazone	herbicide	2.80	E	SBSE
Bisphénol-A	Perturbateur endocrinien	3.32		?
Dicofol	Pesticide OC	4.28		?
EDTA	Chélatant			?
Cyanure libre				?
Glyphosate	Herbicide	-3.40	E	?
Mecoprop (MCP)	Herbicide	3.13		?
Musc xylène	Fixateur parfum artificiel			SBSE
Sulfonate de perfluorooctane (PFOS)	Tensio-actif			?
Quinoxifène	Fongicide			?
Dioxines (PCDD)	Organochlorés		B – S	SBSE / SPMD / LDPE
C1-, C2-, C3-naphthalènes	HAP alkylés		B – S	SBSE / SPMD / LDPE
C1-, C2-, C3-phenanthrènes	HAP alkylés		B – S	SBSE / SPMD / LDPE
C1-, C2-, C3-dibenzothiophènes	HAP hétérocycles Soufrés		B – S	SBSE / SPMD / LDPE
Dibenzothiophène	HAP hétérocycles Soufrés		B – S	SBSE / SPMD / LDPE
CB planaires (dioxine-like)	PCB dioxine-like		B – S	SBSE / SPMD / LDPE
Furanes (PCDF)	Intermédiaire de synthèse		B – S	
CB105	PCB dioxine-like	5.67-6.02	B – S	SBSE / SPMD / LDPE
CB 156	PCB dioxine-like	7.05	B – S	SBSE / SPMD / LDPE
Argent (problème en Seine)	Métaux	-	B – S	DGT
Chrome	Métaux	-	B – S	DGT
Cuivre	Métaux	-	B – S	DGT
Vanadium	Métaux	-	B – S	DGT
Zinc	Métaux	-	B – S	DGT

## 5. Fréquences d'échantillonnage

### 5.1. Biote.

L'expérience du RNO et de la convention OSPAR montre qu'une surveillance annuelle dans le biote permet d'obtenir une image de la contamination intégrée sur plusieurs mois, mais également d'établir en quelques années des tendances fiables. La période de prélèvement doit se situer hors période de reproduction des bivalves utilisés (lignes directrices OSPAR). En accord avec ces lignes directrices, en France métropolitaine, le choix a été fait de prélever en novembre (+/- une semaine). Les séries historiques du RNO et les transmissions à OSPAR sont basées sur ce planning. A noter que pour les substances précédemment suivies par le RNO, des séries historiques existent dans le biote, dont la plupart ont plus de 20 ans d'historique, et que les tendances sont donc accessibles immédiatement.

## 5.2. Sédiment.

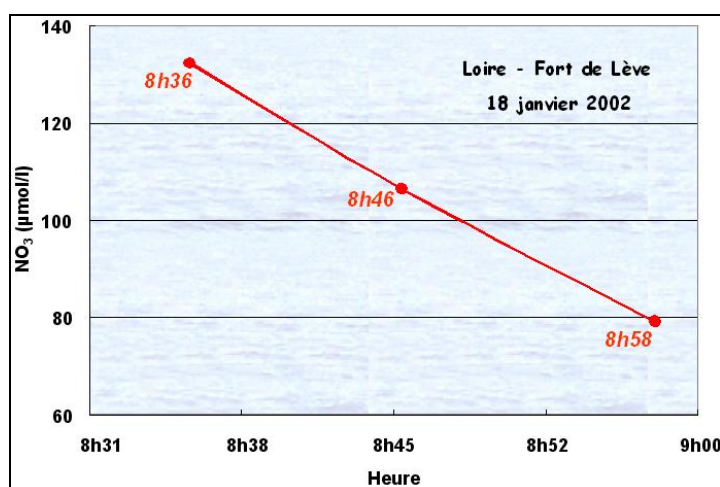
Pour une évaluation à plus long terme, les contaminants peuvent aussi être mesurés dans les sédiments dont le premier centimètre superficiel peut intégrer plusieurs années d'apports. Le suivi dans le sédiment s'affranchit également de la présence de coquillages, ce qui permet d'étendre la surveillance, en particulier vers le large. Ceci présente un intérêt certain pour la DCSM (Directive cadre sur la stratégie marine).

Du fait de la capacité des sédiments à intégrer dans leur couche superficielle les apports de plusieurs années, la fréquence d'échantillonnage du RNO était de 10 ans. Elle a été ramenée à six ans pour correspondre à un plan de gestion de la DCE. Cette fréquence permet de répartir l'effort de surveillance de tout le littoral sur six ans en couvrant une façade différente chaque année. Les moyens logistiques (navire hauturier) sont ainsi optimisés. Dans les zones à très forte vitesse de sédimentation, deux solutions se présentent : soit l'augmentation de la fréquence (prélèvement annuel par exemple), soit l'augmentation de la profondeur échantillonnée de façon à couvrir les six ans d'apports correspondant à un plan de gestion. La seconde solution ne provoque pas d'augmentation des coûts de la surveillance.

## 5.3. Eau.

La mesure directe dans l'eau pose de sérieux problèmes de représentativité et de fiabilité. En effet, les niveaux de présence des contaminants dans l'eau fluctuent rapidement en fonction des apports et des mouvements des masses d'eau (marées, courants, dilution des eaux douces...). Un prélèvement d'eau à un instant "T" sur un point "P" n'est représentatif que de ce lieu précis à cet instant précis (figure 1).

**Figure 1. Variabilité des concentrations en fonction du temps sur un point donné – exemple des nitrates** (données RNO).



De plus, certaines substances ne sont utilisées que de façon saisonnière et ne se retrouvent dans le milieu marin qu'autour de ces périodes. Sauf à pratiquer une fréquence financièrement rédhibitoire, la probabilité de prélever au moment des pics de concentration est presque nulle, surtout si les apports sont fugaces (ex. pesticides).

Le programme actuel (circulaire DCE 2007/20) impose une mesure mensuelle pendant un an par plan de gestion de six ans, ce qui correspond aux exigences minima de la DCE. Ce compromis est sans doute le moins mauvais pour les substances dont le comportement est conservatif (simple effet de dilution) et dont les apports sont uniformes sur une année, à la condition impérative de mesurer également la salinité comme marqueur de dilution.

Dans le cas de substances rejetées de façon saisonnière (certains pesticides ou phytosanitaires) ou qui sont rapidement transformées, cette fréquence est insuffisante ou tout du moins mal adaptée. A coût égal, il serait sans doute préférable de concentrer la surveillance sur les périodes d'utilisation quand elles sont connues, par

exemple un prélèvement hebdomadaire sur une période de trois mois. La DCE fait mention de ces substances à usage saisonnier et autorise dans ce cas une stratégie différente. Cette proposition est également en accord avec le document élaboré par le *Chemical Monitoring Activity Expert Group (CMA)* en 2009 : "*Guidance document N° 19. Guidance on surface water chemical monitoring under the Water Framework Directive*".

Quel que soit la stratégie adoptée, l'évaluation de tendances temporelles à partir de prélèvements d'eau prendra beaucoup plus d'années que dans les matrices intégratrices.

## 6. Plan spatial d'échantillonnage

Actuellement, la circulaire 2007/20 demande un suivi dans l'eau sur toutes les masses d'eau du contrôle de surveillance et pour toutes les substances, y compris celles non hydrophiles. Il en résulte les innombrables résultats inférieurs aux LQ acquis en 2008 et 2009. Le suivi des substances non hydrophiles dans le biote et/ou le sédiment est demandé en complément sur seulement 25% des sites (50% pour OSPAR).

Or les résultats acquis sur l'eau sont pour la plupart non significatifs (< LQ), comme le montrent l'analyse statistique ci-dessous pour les substances du Tableau 3 qui seraient à suivre dans l'eau.

### Résultats DCE dans l'eau acquis par l'AELB entre avril 2008 et janvier 2009

Substance	Nb de mesures	Nb > LQ	% > LQ
Alachlore	392	1	0.26
Atrazine	392	0	0
Diuron	392	21	5.36
Hexachlorocyclohexane alpha	392	0	0
Hexachlorocyclohexane beta	392	0	0
Hexachlorocyclohexane delta	392	0	0
Isoproturon	392	9	2.30
Octylphénol	392	1	0.26
Simazine	392	0	0
Perchloroéthylène (tétrachloroéthylène)	non mesuré		

Les études de tendances devraient inclure toutes les masses d'eau du programme de surveillance, ceci dans le but de s'assurer que les niveaux n'augmentent pas, y compris dans les ME en bon état chimique initial. Afin que des résultats significatifs soient acquis sur le plus grand nombre de M.E., il conviendrait de mettre fin à la restriction des ME suivies dans le biote et le sédiment. **Les substances du tableau 3 sont donc à mesurer uniquement dans leur matrice recommandée, mais dans toutes les ME du programme de surveillance.**

Autre avantage de ce plan d'échantillonnage, il rapproche la densité du suivi OSPAR de celle qu'il avait grâce au RNO. Ceci peut éviter à la France d'avoir à expliquer une brusque diminution de la couverture spatiale comme celle de 2008 et 2009.

## 7. Qualité des mesures et homogénéité nationale

La décentralisation inscrite dans la mise en œuvre française de la DCE n'est pas un facteur favorable à l'homogénéité nationale. Par exemple, deux agences, pour un linéaire côtier comparable, ont retenu, l'une 40 points de suivi dans le sédiment, l'autre 5. Ou encore, deux échantillons, prélevés à 1 km de distance, ont été envoyés vers deux laboratoires d'analyses différents car ne relevant pas de la même agence. Par ailleurs, la rédaction des appels d'offres, les critères de choix des sous-traitants et la multiplicité des acteurs, peuvent également nuire à la qualité générale de la

surveillance. Il convient donc de lister un minimum de consignes et contraintes destinées à assurer l'homogénéité et la qualité des résultats.

### 7.1. Paramètres normalisateurs

Quelles que soient les matrices utilisées, la mesure de certains paramètres supplémentaires est indispensable pour assurer la comparabilité des résultats. Ces paramètres sont souvent dits "normalisateurs" car ils permettent de rapporter les résultats obtenus dans des échantillons différents à une qualité "standard" de ceux-ci (normalisation). Pour chaque support d'analyse, la liste de ces paramètres est la suivante :

Support d'analyse	Paramètres
Eau	Salinité, Matière en suspension (MES)
Biote	Nombre d'individus composant le lot (ne peut être < à 50 moules ou 10 huîtres) Taille moyenne des individus du lot Ecart-type sur la taille moyenne Pourcentage de matière sèche Pourcentage de lipides * Indice de condition (pour les moules)
Sédiment	Carbonates Carbone organique total Granulométrie (au moins le pourcentage de particules < 63 µm) Aluminium Teneur en eau

\* La mesure du pourcentage de lipides n'est pas une obligation. Cependant, la Convention OSPAR l'a longtemps préconisée pour tous les organismes marins, bien que les critères d'évaluation qu'elle utilise actuellement pour les substances organiques ne soient rapportés au poids de lipides que pour les poissons (cf. annexe). La mesure des lipides dans les moules et les huîtres est donc moins cruciale. Il serait toutefois souhaitable de pratiquer cette mesure, au moins dans un premier temps, de façon à connaître les variations des teneurs en lipides dans les mollusques du littoral français. Il est possible qu'une simple étude bibliographique permette d'arriver au même résultat, c'est pourquoi une telle étude est proposée au paragraphe 8.3.

### 7.2. Protocoles de prélèvements

Les meilleures analyses ne peuvent donner que des résultats biaisés si l'échantillonnage lui-même est pratiqué de façon non conforme et donc si la représentativité de l'échantillon est douteuse. Afin de garantir l'homogénéité de la surveillance sur tout le littoral, il convient de s'en tenir à un protocole de prélèvement unique pour tous les bassins, quels que soient les préleveurs. En milieu marin, le protocole de référence pour l'eau, le biote et le sédiment est le document diffusé par l'Ifremer en 2007 à la demande de la Direction de l'Eau : Surveillance chimique : Guide de prélèvement d'échantillons marins pour l'analyse des contaminants chimiques. Ifremer 2007, R.INT.DCN-BE/2007.05/Nantes.

### 7.3. Expérience marine des laboratoires sous-traitants

Les concentrations habituellement rencontrées en milieu marin sont souvent inférieures de plusieurs ordres de grandeurs à celle mesurées dans les eaux continentales. De plus, les problèmes analytiques posés par les matrices marines sont très différents de ceux propres aux eaux douces ou aux effluents. En France, très peu de laboratoires ont une expérience longue du milieu marin. Ces laboratoires ont pour la plupart collaboré avec l'Ifremer durant de nombreuses années, en particulier dans le cadre du RNO ou de programmes de recherche. Ils connaissent le coût de la vraie qualité et les tarifs minima praticables sans perte de qualité. Or, aucun d'entre eux n'a été sélectionné sur appels d'offres des agences, les critères de celles-ci étant uniquement financiers. Les seuls cas où ces laboratoires ont participé aux analyses

DCE (biote et sédiment) sont ceux pour lesquels l'Ifremer avait délégué de maîtrise d'ouvrage, formelle ou non.

A titre d'exemple, un laboratoire retenu dans un appel d'offre s'est ensuite avéré ne pas connaître certaines méthodes alors que les prélèvements d'eau avaient commencé. On peut douter que la simple communication de la méthode Ifremer lui ait permis de la mettre en pratique immédiatement, sans mise au point, sans test, sans intercalibration.

Ceci incite à préconiser quelques critères de sélection dans le déroulement des appels d'offres. En particulier, une expérience de plusieurs années en analyse de contaminants à l'état de traces ou ultra-traces dans des matrices marines devrait être exigée. De même, plusieurs participations dans le passé à des exercices inter-laboratoires (EIL) spécifiques au milieu marin sont indispensables. D'autant plus que les données destinées à OSPAR doivent être accompagnées des résultats obtenus par le laboratoire aux exercices QUASIMEME (*Quality Assurance for Information from Marine Environmental Monitoring in Europe*). Dans les appels d'offres, la participation aux exercices QUASIMEME devra être incluse dans le cahier des clauses particulières. A noter que les EIL obligatoires dans le cadre des accréditations COFRAC sont souvent inadaptés au milieu marin.

L'usage de matériaux de référence certifié (CRM) utilisés dans les séries analytiques doit être systématique. Ces CRM doivent être de provenance marine. Les principaux organismes en fournissant sont les suivants :

- BCR** : Bureau Communautaire de Référence (Bruxelles, Belgique).
- IAEA** : International Atomic Energy Agency.
- NIST** : National Institute of Standards and Technology (USA).
- NRC** : National Research Council (Canada).
- NWRI** : National Water Research Institute (Canada).

On voit ici que les critères de sélection utilisés par les agences lors des appels d'offres ne peuvent être uniquement financiers.

## **8. Interprétation des résultats, besoin de NQE et de recherche amont**

### **8.1. Les données du problème**

Le référentiel pour déterminer le "bon état chimique" est la Norme de Qualité Environnementale (NQE). La directive fille impose de pratiquer une surveillance permettant d'évaluer des tendances temporelles, ce qui implique d'utiliser des matrices intégratrices. **La bonne gestion et le soucis d'économie voudrait que cette surveillance puisse également être utilisée pour l'évaluation de l'état chimique.** La directive fille lie cette possibilité à l'élaboration par les états membres de NQE spécifiques à ces supports d'analyses, la seule contrainte étant qu'elles apportent un niveau de protection au moins égal à celles imposées dans l'eau.

Les NQE sont élaborées à partir de données écotoxicologiques provenant pour l'essentiel d'expérimentations utilisant des toxiques en phase dissoute. Pour les molécules peu ou pas solubles, le guide méthodologique européen (TGD) recommande des conversions eau  $\leftrightarrow$  sédiment et eau  $\leftrightarrow$  biote, par calcul basé sur l'équilibre de partage. Cette conversion fait intervenir des coefficients de partage extrêmement variables pour une même molécule, en fonction des caractéristiques du milieu. On voit que les formules de conversion des NQE "eau" à d'autres supports d'analyses proposées dans le TGD ne donnent pas de résultats complètement satisfaisants et qu'il est laissé aux EM la possibilité (ou la charge) d'établir des NQE directement dans les supports d'analyses utilisés.

L'élaboration de NQE dans le biote et le sédiment est donc une nécessité. De nombreuses organisations ou instance se sont déjà intéressé à ce problème difficile (Ifremer, groupes CMA, AMPS, etc.). Si des avancées notoires ont eu lieu, aucun

résultat concret et exploitable n'existe à l'heure actuelle, sauf pour quelques substances.

La plupart des experts s'accordent pour considérer que les NQE établies dans l'eau sont une approche très approximative de l'évaluation du risque lié à la contamination. Elles sont basées dans la plupart des cas sur des essais *in vitro*, ignorant les phénomènes méconnus pouvant intervenir *in situ*. L'accumulation de coefficients de sécurité à chaque étape de leur élaboration peut amener à des NQE finales peu réalistes, voire de l'ordre du bruit de fond naturel. On ne peut s'attendre à une approche plus rigoureuse pour le biote et le sédiment.

Un exemple est la NQE imposée dans la directive fille pour le mercure dans le biote (art. 3.2. a). Cette NQE est de 20µg/kg, poids frais, **ce qui est incompatible avec la NQE dans l'eau**. Dans l'eau la NQE CMA est de 0.07µg/l, dissous. Plusieurs facteurs de bioconcentration pour le mercure dans les moules sont proposés dans la littérature. Le plus petit d'entre eux est d'environ 10<sup>4</sup>. L'application de ce facteur à la NQEEau donne : 0.07 x 10<sup>4</sup> = 700 µg/kg, à comparer avec les 20 µg/kg imposés. Cela signifie qu'une ME pourrait être classée en bon état chimique par la surveillance dans l'eau ([Hg] ≤ 0.07 µg/l), mais produirait des moules dont les concentrations en mercure seraient déclassantes au vu de la NQE biote imposée. Les experts français considèrent que la NQE eau est laxiste et que la NQE biote est trop sévère. Les exemples de NQE contestables ne se limitent malheureusement pas au cas du mercure.

Le problème des NQE, y compris dans l'eau, est très complexe et a donné lieu à de nombreuses discussions au niveau international. L'élaboration de NQE dans le biote et le sédiment est au moins aussi complexe et il ne faut pas s'attendre à des résultats pertinents à court terme. C'est sans doute pourquoi la directive fille s'en remet au EM sur ce point.

## 8.2. Elaboration de NQE biote et sédiment.

On a vu la nécessité d'élaborer des NQE dans le biote et le sédiment. Plusieurs voies sont envisageables pour y parvenir, qui sont examinées dans le tableau ci-dessous. Il est évident qu'en fonction des connaissances existantes sur les substances de la DCE, des méthodes différentes peuvent être utilisées pour chacune.

Méthode	Avantages	Inconvénients
<p><b>1. La démarche rigoureuse</b></p> <p>Cette démarche consiste à reprendre le travail depuis le début pour élaborer des NQE biote et sédiment à partir de test d'exposition à de l'eau ou des sédiments contaminés dans des conditions normalisées et des connaissances réelles des substances et de leurs effets.</p>	<p>Cette méthode permet d'élaborer des NQE les moins approximatives possible.</p> <p>C'est la moins contestable sur le plan scientifique.</p> <p>Indépendamment de la DCE, apporte un vrai progrès dans les connaissances.</p>	<p>Plusieurs années de délai vu le nombre de substances.</p> <p>Coût élevé.</p> <p>Travail d'envergure, d'où difficulté de trouver un ou des organismes capables de l'assumer.</p> <p>Difficulté de mise en œuvre dans les cas des contaminants organiques hydrophobes pour maintenir une concentration constante dans l'eau (sorption sur parois, évaporation...).</p> <p>Dans le cas du sédiment, pb de biodisponibilité différente pour des contaminants présents et ceux ajoutés pour le dopage (complexité des interaction avec la matière organique).</p> <p>En attendant les résultats, obligation de mener deux programmes de surveillance.</p>

<p><b>2. Le dire d'expert</b> Proposer des NQE par un travail de bibliographie et d'expertise. Eventuellement, travailler en concertation avec d'autres pays pour utiliser au mieux l'expertise internationale.</p>	<p>Méthode la plus compatible avec les délais de mise en œuvre de la directive fille. Permet à court/moyen terme d'utiliser le même programme de surveillance pour l'évaluation de l'état chimique et des tendances temporelles.</p>	<p>Nécessité de mobiliser de nombreux experts. Argumentation à préparer. Non applicable à des substances pour lesquelles il n'existe que peu ou pas de connaissances.</p>
<p><b>3. Partir des NQE dans l'eau</b> procéder à des mesures de bioaccumulation <i>in vitro</i> dans des milieu maintenus à la concentration correspondant aux NQE dans l'eau. Autrement dit, mesurer, après quelques mois de contact, quelles concentrations dans les moules et les huîtres sont induites par des concentrations dans l'eau égales aux NQE<sub>eau</sub>. Peut être étendue au sédiment.</p>	<p>Permet de s'affranchir des test de toxicité d'où une mise en œuvre plus simple. Délai intermédiaire entre 1 et 2. Produit des NQE au moins aussi protectrices que celles dans l'eau. Pour les substances dont on connaît les facteurs de bioaccumulation, tests inutiles. Pourrait n'être appliquée qu'aux substances pour lesquelles la NQE<sub>eau</sub> est jugée pertinente.</p>	<p>Entérine les NQE<sub>eau</sub> quelle que soit leur pertinence et répercute leur imperfection sur celles du biote et du sédiment. Même difficultés de mise en œuvre que la méthode 1. Nécessité d'un regard critique sur les résultats obtenus pour corriger les aberrations induites par les NQE<sub>eau</sub>. Scientifiquement contestable car basée sur des NQE<sub>eau</sub> contestées (pour plusieurs substances).</p>
<p><b>4. Formules du TGD</b> Appliquer les formules du TGD pour passer des NQEEau à des NQE sédiment et biote.</p>	<p>Rapidité et simplicité.</p>	<p>Mêmes inconvénients que 3, augmentés de l'approximation des équations elles-mêmes. Manque de certains termes dans les équations.</p>

### 8.3. Besoins en recherche amont

Chaque méthode présentée ci-dessus implique des besoins de recherche, parallèles ou préalables. Il peuvent se résumer à trois grandes catégories :

- Mise en œuvre d'une batterie de tests écotoxicologiques (méthode 1).
- Acquisition de connaissances sur la bioaccumulation des substances de la DCE pour lesquelles il n'existe pas de données dans la littérature (méthodes 3 et 4).
- Etudes sur la capacité d'accumulation des sédiments en fonction de leur nature et des concentrations dans le milieu (méthodes 3 et 4).
- Indépendamment des NQE, une étude sur la répartition des teneurs en lipides dans les moules et les huîtres en novembre faciliterait l'interprétation des données dans le cadre d'OSPAR (cf. § 7.1.).

Cependant, la très grande complexité de mise en œuvre des méthodes 1 et 3, ainsi que les approximations de la méthode 4, incitent à favoriser la méthode 2 "dire d'expert", tout au moins pour les premières années.

### 8.4. En attendant des NQE dans le biote et le sédiment, les suggestions OSPAR

Dans l'attente du développement de NQE spécifiques, des solutions alternatives devraient être recherchées. En particulier les travaux de la convention OSPAR sont très similaires et pourraient être utilisés comme alternative provisoire. Ils sont présentés ici à titre d'information.

Pour les substances OSPAR, cette organisation a développé ou utilisé plusieurs concepts dont certains sont très proches des normes de qualité environnementale de la DCE. Ces critères ont été utilisés par OSPAR pour l'élaboration de son Quality Status Report (QSR) 2010 :



**BC** (Background Concentration) est la concentrations d'un contaminant dans un site "pristine" ou éloigné de tout apport, basée sur des données contemporaines ou historiques. La BC d'un contaminant de synthèse est égale à zéro.

**LC** (Low Concentration) est une valeur utilisée pour permettre la dérivation des BAC lorsqu'il est difficile de constituer une série de données sur les concentrations dans des zones éloignées ou "pristine" à partir desquelles on déduit des BC. Le CIEM a préparé, en 2008, des LC à partir de séries de données provenant de zones que l'on peut considérer comme éloignées mais dont on ne peut pas garantir l'absence d'influence par le transport atmosphérique à longue distance des contaminants. Logiquement, les LC peuvent donc être légèrement supérieures aux BC.

**BAC** (Background Assessment Concentration) ou "teneurs ambiantes d'évaluation" (BAC) est un outil statistique défini par rapport au bruit de fond (BC) ou aux teneurs faibles (LC). C'est une valeur au dessous de laquelle une concentration peut être qualifiée de proche ou égale au bruit de fond.

**EC** (pour "European Community") est la teneur maximale admise dans les denrées alimentaires par la réglementation de la Communauté Européenne afin de protéger la santé publique.

**ERL** (Effects Range Low) a été développée par l'US EPA, à titre de lignes directrices pour la qualité des sédiments, et est utilisée pour la protection contre les effets biologiques préjudiciables sur les organismes. On définit la valeur de l'ERL comme le 10<sup>ème</sup> percentile inférieur de la série de données sur les teneurs dans les sédiments qui sont associées aux effets biologiques. On relève rarement des effets préjudiciables sur les organismes lorsque les teneurs tombent en dessous de la valeur de l'ERL et celle-ci présente donc certaines similitudes avec la philosophie sous-jacente aux EAC et aux NQE de la DCE. La procédure de dérivation de critères ERL est toutefois différente de celle des EAC et NQE, et l'équivalence entre ces deux séries de critères est approximative. L'ERL est utilisée comme solution alternative lorsque les EAC recommandées ne sont pas disponibles.

**EAC** (Ecotoxicological Assessment Criteria) est la concentration d'un contaminant dans les sédiments et le biote au dessous de laquelle on ne s'attend à aucun effet chronique sur les espèces marines, notamment les espèces les plus sensibles. On considère que les teneurs inférieures aux EAC ne présentent pas de risque important pour l'environnement et donc que les EAC s'apparentent aux NQE appliqués aux teneurs des contaminants dans l'eau dans le cadre de la DCE. Les teneurs inférieures aux EAC risquent fort peu d'entraîner des effets biologiques inacceptables. Cependant, les EAC ne tiennent pas compte des effets biologiques à long-terme et de la toxicité combinée.

Ces critères, et en particulier les EAC, pourraient être utilisés pour exploiter les résultats de la surveillance DCE dans l'attente du développement de NQE spécifiques. A titre d'exemple, on trouvera en annexe 2 les tableaux montrant la manière dont ils ont été utilisés pour l'élaboration du QSR2010 d'OSPAR. Ils sont extraits de l'annexe 7 du compte-rendu de la réunion OSPAR/ASMO d'avril 2009 à Bonn.

## **9. Conclusion et recommandations**

La lecture de la directive fille permet de remodeler le programme de surveillance de façon à améliorer l'évaluation de l'état chimique des Masses d'Eau (ME) et, surtout, établir des tendances temporelles.

L'évaluation de tendances ne peut se faire qu'avec des données significatives, c'est à dire des résultats d'analyses supérieurs aux limites de quantification. Les matrices intégratrices sont le meilleur choix pour cet objectif, tout au moins pour les substances non hydrophiles, sauf rares exceptions. Les échantillonneurs passifs évoluent rapidement et pourraient à terme représenter une solution alternative.

Au niveau spatial, il convient de suivre les tendances sur toutes les ME du programme de surveillance, dans le but de s'assurer que les niveaux n'augmentent pas, même dans les ME en bon état chimique initial.

De façon à optimiser les moyens mis en œuvre, le programme destiné à l'évaluation des tendances devrait permettre également celle de l'état chimique des masses d'eau. Ceci implique d'élaborer des NQE dans le biote et le sédiment, et nécessite plusieurs actions de recherche.

Sur le plan analytique, la longue expérience de l'Ifremer en matière de suivi du milieu marin dans les matrices intégratrices pourrait être un gage d'homogénéité et de qualité. L'Ifremer ne revendique pas l'attribution directe des analyses, mais une délégation de maîtrise d'ouvrage lui permettrait de coordonner au mieux les opérations, du prélèvement à la bancarisation.

### **Remerciements**

Plusieurs points abordés dans ce travail ont grandement bénéficié de nombreux échanges avec des collègues du département "Biogéochimie et Ecotoxicologie" de l'Ifremer : Gilles Bocquené, Daniel Cossa, Jean-Louis Gonzalez, Joël Knoery, Catherine Munsch, Céline Tixier. Merci également à ceux qui ont accepté de le relire, et à Pierre-François Staub et Marie-Claude Ximenes, de l'Onema, pour leurs recommandations.

## Annexe 1

### Documents consultés

**C.E. 2003.** Technical guidance document in support of Commission Directive 93/67/EEC on risk assessment for new notified substances and Commission Regulation (EC) No 1488/94 on risk assessment for existing substances and Commission Directive (EC) 98/8 on biocides. European Commission.

**C.E. 2009.** Guidance document (No. 19) Guidance on surface water chemical monitoring under the Water Framework Directive.

**CLAISSE D. et MARCHAND M., 2005.** Recommandations pour la surveillance chimique. *In* Recommandations techniques pour un programme de surveillance adapté aux objectifs de la DCE, Volume 1. Rapport Ifremer R.INT.DYNECO/VIGIES 05-12 (coordination GROUHEL G.). p. 11-14.

**CLAISSE D. (coordination), 2007.** Surveillance chimique : Guide de prélèvement d'échantillons marins pour l'analyse des contaminants chimiques. Rapport Ifremer 2007, R.INT.DCN-BE/2007.05/Nantes.

**INERIS. 2004 - 2006.** Données technico-économiques sur les substances chimiques en France. Fiches par substances.

**MARCHAND M. et al, 2004.** Les contaminants chimiques dans la Directive Cadre sur l'Eau. Rapport Ifremer R.INT.DIR/DEL-PC/2004.11.

**MARCHAND M. et TIXIER C., 2005.** Analyse du risque chimique en milieu marin. L'approche méthodologique européenne. Editions de l'Ifremer : 126 pp.

**MARCHAND M. et JAMES A. 2006.** Directive cadre sur l'Eau et Normes de Qualité Environnementale en milieu marin (eaux de transition et eaux côtières). – Rapport Ifremer R.INT.DCN-BE-ARC/2006.09/Nantes.

**MAZZELLA N. et COQUERY M., 2008.** Séminaire échantillonneurs passifs et méthodes alternatives de prélèvement. Actes et synthèse des discussions. Cemagref et Aquaref.

**OSPAR, 2009.** Accord sur les critères d'évaluation CEMP pour le QSR 2010, *in* Réunion du Comité évaluation et surveillance de l'environnement (ASMO). Annexe 7 du compte-rendu.

**OSPAR/ICES, 2004.** OSPAR/ICES workshop on the evaluation and update of background reference concentrations (BRCs) and ecotoxicological assessment criteria (EACs) and how these assessment tools should be used in assessing contaminants in water, sediment and biota. The Hague, 9-13 February 2004.

**RNO 2006.** Surveillance du Milieu Marin. Travaux du RNO. Edition 2006. Ifremer et Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable. ISSN 1620-1124.

**TISSIER C. et al, 2005.** Les substances prioritaires de la Directive Cadre sur l'Eau – Fiches de synthèse. Rapport Ifremer.

## Annexe 2

Tableaux montrant la manière dont ont été utilisés les critères d'évaluation de la Convention OSPAR pour l'élaboration du QSR2010. Ils sont extraits de l'annexe 7 du compte-rendu de la réunion OSPAR/ASMO d'avril 2009 à Bonn :

**Tableau 1.** Critères d'évaluation pour les métaux lourds, les PCB et les HAP dans les sédiments

<b>HAP (<math>\mu\text{g}/\text{kg}</math> de poids sec, BC et BAC normalisés à 2,5% du Carbone Organique Total)</b>			
<b>Evaluation</b>	<b>BC</b>	<b>Bleu &lt; BAC (T<sub>0</sub>)</b>	<b>Vert &lt; ERL (T<sub>1</sub>)</b>
<b>Naphthalène</b>	5	8	160
<b>Phénanthrène</b>	17	32	240
<b>Anthracène</b>	3	5	85
<b>Dibenzothiophène</b>	0.6	---	190
<b>Fluoranthène</b>	20	39	600
<b>Pyrène</b>	13	24	665
<b>Benz[a]anthracène</b>	9	16	261
<b>Chrysène/ Triphénylène</b>	11	20	384
<b>Benzo[a]pyrène</b>	15	30	430
<b>Benzo[ghi]pérylène</b>	45	80	85
<b>Indéno[1,2,3- cd]pyrène</b>	50	103	240
<b>CB (<math>\mu\text{g}/\text{kg}</math> de poids sec, normalisés à 2,5% du COT)</b>			
<b>Evaluation</b>	<b>BC/LC</b>	<b>Bleu &lt; BAC (T<sub>0</sub>)</b>	<b>Vert &lt; EAC (T<sub>1</sub>)</b>
<b>CB28</b>	0,0/0,05	0,22	1,7
<b>CB52</b>	0,0/0,05	0,12	2,7
<b>CB101</b>	0,0/0,05	0,14	3,0
<b>CB118</b>	0,0/0,05	0,17	0,6
<b>CB138</b>	0,0/0,05	0,15	7,9
<b>CB153</b>	0,0/0,05	0,19	40
<b>CB180</b>	0,0/0,05	0,10	12
<b>Métaux traces (<math>\mu\text{g}/\text{kg}</math> de poids sec, BC et BAC normalisés à 5% d'aluminium)</b>			
<b>Evaluation</b>	<b>BC</b>	<b>Bleu &lt; BAC (T<sub>0</sub>)</b>	<b>Vert &lt; ERL (T<sub>1</sub>)</b>
<b>Hg</b>	50	70	150
<b>Cd</b>	200	310	1200
<b>Pb</b>	25 000	38 000	47 000

**Tableau 2.** Critères d'évaluation utilisés pour les métaux lourds, les PCB et les HAP dans la moule et l'huître

<b>HAP (µg/kg de poids sec)</b>			
<b>Evaluation</b>	<b>LC</b>	<b>Bleu &lt; BAC (T<sub>0</sub>)</b>	<b>Vert &lt; EAC (T<sub>1</sub>)</b>
<b>Naphthalène</b>			340
<b>Phénanthrène</b>	4,0	11,0	1700
<b>Anthracène</b>			290
<b>Fluoranthène</b>	5,5	12,2	110
<b>Pyrène</b>	4,0	9,0	100
<b>Benz[a]anthracène</b>	1,0	2,5	80
<b>Chrysène/ Triphénylène</b>	4,0	8,1	
<b>Benzo[a]pyrène</b>	0,5	1,4	600
<b>Benzo[ghi]pérylène</b>	1,5	2,5	110
<b>Indéno[1,2,3-cd]pyrène</b>	1,0	2,4	
<b>CB (µg/kg de poids sec)</b>			
<b>Evaluation</b>	<b>BC/LC</b>	<b>Bleu &lt; BAC (T<sub>0</sub>)</b>	<b>Vert &lt; EAC (T<sub>1</sub>)</b>
<b>CB28</b>	0,0/0,25	0,75	3,2
<b>CB52</b>	0,0/0,25	0,75	5,4
<b>CB101</b>	0,0/0,25	0,70	6,0
<b>CB105</b>	0,0/0,25	0,75	---
<b>CB118</b>	0,0/0,25	0,60	1,2
<b>CB138</b>	0,0/0,25	0,60	15,8
<b>CB153</b>	0,0/0,25	0,60	80
<b>CB156</b>	0,0/0,25	0,60	
<b>CB180</b>	0,0/0,25	0,60	24
<b>TBT (µg/kg de poids sec)</b>			
<b>TBT</b>	1,0	5,0	12,0
<b>Métaux traces (µg/kg de poids sec) – moule</b>			
<b>Evaluation</b>	<b>LC</b>	<b>Bleu &lt; BAC (T<sub>0</sub>)</b>	<b>Orange &lt; niveau maximum CE pour les aliments (T<sub>1</sub>)</b>
<b>Hg</b>	50	90	2500
<b>Cd</b>	600	960	5000
<b>Pb</b>	800	1300	7500
<b>Métaux traces (µg/kg de poids sec) – huître</b>			
<b>Hg</b>	100	180	2500
<b>Cd</b>	1800	3000	5000
<b>Pb</b>	800	1300	7500

**Tableau 3.** Critères d'évaluation utilisés pour les métaux lourds et les PCB dans le poisson

<b>CB (<math>\mu\text{g}/\text{kg}</math> de poids humide)</b>			
<b>Evaluation</b>	<b>BC/LC</b>	<b>Bleu &lt; BAC (T<sub>0</sub>)</b>	<b>Vert &lt; EAC<sup>passif</sup> (<math>\mu\text{g}/\text{kg}</math> de poids des lipides) (T<sub>1</sub>)</b>
<b>CB28</b>	0,0/0,05	0,10	64 <sup>a</sup>
<b>CB52</b>	0,0/0,05	0,08	108 <sup>a</sup>
<b>CB101</b>	0,0/0,05	0,08	120 <sup>a</sup>
<b>CB105</b>	0,0/0,05	0,08	---
<b>CB118</b>	0,0/0,05	0,10	24 <sup>a</sup>
<b>CB138</b>	0,0/0,05	0,09	316 <sup>a</sup>
<b>CB153</b>	0,0/0,05	0,10	1600 <sup>a</sup>
<b>CB156</b>	0,0/0,05	0,08	---
<b>CB180</b>	0,0/0,05	0,11	480 <sup>a</sup>
<b>Métaux traces (<math>\mu\text{g}/\text{kg}</math> de poids humide)</b>			
<b>Evaluation</b>	<b>BC</b>	<b>Bleu &lt; BAC (T<sub>0</sub>)</b>	<b>Orange &lt; niveau maximum CE pour les aliments (T<sub>1</sub>)</b>
<b>Hg (muscle)</b>	b	35	500
<b>Cd (foie)</b>	b	26	1000 (tissu de bivalve)
<b>Pb (foie)</b>	b	26	1500 (tissu de bivalve)

<sup>a</sup> sur la base du poids des lipides

<sup>b</sup> séries de données trop limitées pour pouvoir recommander des BC pour les métaux dans le poisson

**Tableau 4.** Récapitulatif des points de transition pour l'évaluation des contaminants dans les sédiments et le milieu vivant pour l'évaluation CEMP d'OSPAR. T<sub>0</sub> = transition bleu/vert; T<sub>1</sub> = transition vert/rouge ou orange/rouge.

<b>Contaminant</b>	<b>Point de transition</b>	<b>Sédiments</b>	<b>Milieu vivant</b>
<b>HAP</b>	T <sub>0</sub>	BAC	BAC
	T <sub>1</sub>	ERL	EAC
<b>CB</b>	T <sub>0</sub>	BAC	BAC
	T <sub>1</sub>	EAC	EAC <sup>passif</sup>
<b>Métal</b>	T <sub>0</sub>	BAC	BAC
	T <sub>1</sub>	ERL	EC

Lorsque des critères d'évaluation pertinents ne sont pas disponibles on utilisera, par défaut les valeurs de la classe de statut inférieur.



