

Partenariat 2009 – Chimie - Action 1



Echantillonneurs passifs

Préconisations en termes de préparation d'extraits et d'analyse

Note de synthèse

*Olivier AGUERRE-CHARIOL, Jérôme BEAUMONT,
Laurent MEUNIER, INERIS*

Décembre 2010

Contexte de programmation et de réalisation

Les échantillonneurs passifs permettent d'échantillonner directement in situ les contaminants afin de mieux caractériser la contamination chimique d'un écosystème aquatique. Les partenaires d'AQUAREF (CEMAGREF principalement, IFREMER et BRGM) mènent actuellement des travaux de recherche avec pour objectif le transfert de ces techniques vers des activités de surveillance de milieux, ceci pour les outils validés les plus prometteurs.

L'INERIS a choisi de tester en 2009 en tant que laboratoire expert analyste, 2 types d'échantillonneurs passifs parmi ceux qui seront mis en œuvre lors des EIL « Echantillonneurs passifs » de 2010 : les DGT (Diffusive Gradient in Thin Film) et les POCIS (Polar Organic Chemical Integrative Sampler). Ces EIL qui visent à évaluer l'apport des échantillonneurs passifs dans le cadre des programmes de surveillance DCE seront organisés sur 2 sites eaux douces et un site eaux marines et réuniront des laboratoires experts français et européens.

Ces travaux visent à apporter l'éclairage provenant d'un laboratoire maîtrisant l'analyse des substances concernées (pesticides, métaux) sur des prélèvements classiques, mais non familier de la préparation d'extraits pour analyse à partir d'échantillonneurs passifs.

Ils permettent également d'émettre, par le biais de cette note, des préconisations en termes de préparation et d'analyse afin de favoriser l'utilisation des échantillonneurs passifs par l'ensemble du réseau de laboratoires prestataires dans le domaine de la surveillance.

Les auteurs

Olivier AGUERRE-CHARIOL

Responsable de l'Unité « Innovation pour la mesure »

Pôle Caractérisation de l'Environnement

Direction des Risques Chroniques

olivier.aguerre-chariol@ineris.fr

Institut National de l'Environnement industriel et des Risques (INERIS)

Parc Technologique Alata – B.P. n°2 – 60 550 Verneuil-en-Halatte

Jérôme BEAUMONT, Laurent MEUNIER

Techniciens à l'Unité « Innovation pour la mesure »

Pôle Caractérisation de l'Environnement

Direction des Risques Chroniques

jerome.beaumont@ineris.fr

laurent.meunier@ineris.fr

Institut National de l'Environnement industriel et des Risques (INERIS)

Parc Technologique Alata – B.P. n°2 – 60 550 Verneuil-en-Halatte

Les correspondants

Onema : Christian JOURDAN, christian.jourdan@onema.fr

Référence ONEMA : Convention ONEMA-INERIS 2009

Référence INERIS : DRC-10-102844-02720A

Approbation INERIS	Approbation ONEMA
<p data-bbox="453 371 675 400">M. Nicolas ALSAC</p> <p data-bbox="333 434 798 524">Responsable du Pôle « Caractérisation de l'Environnement » Direction des Risques Chroniques</p> <p data-bbox="496 557 632 586">07/12/2010</p>	<p data-bbox="884 371 1203 400">M. Pierre-François STAUB</p> <p data-bbox="892 434 1195 495">Direction de l'Action Scientifique et Technique</p> <p data-bbox="975 528 1110 557">23/03/2011</p>

Droits d'usage :	<i>Accès libre</i>
Couverture géographique :	<i>National</i>
Niveau géographique [un seul choix] :	
Niveau de lecture [plusieurs choix possibles] :	<i>Professionnels</i>
Nature de la ressource [plusieurs choix possibles] :	<i>Document</i>

1. CONTEXTE

Les échantillonneurs passifs permettent d'échantillonner directement in situ les contaminants afin de mieux caractériser la contamination chimique d'un écosystème aquatique. Les partenaires d'AQUAREF (CEMAGREF principalement, IFREMER et BRGM) mènent actuellement des travaux de recherche avec pour objectif le transfert de ces techniques vers des activités de surveillance de milieux, ceci pour les outils validés les plus prometteurs.

L'INERIS a choisi de tester en 2009 en tant que laboratoire expert analyste, 2 types d'échantillonneurs passifs parmi ceux qui seront mis en œuvre lors des EIL « Echantillonneurs passifs » de 2010 : les DGT (Diffusive Gradient in Thin Film) et les POCIS (Polar Organic Chemical Integrative Sampler). Ces EIL qui visent à évaluer l'apport des échantillonneurs passifs dans le cadre des programmes de surveillance DCE seront organisés sur 2 sites eaux douces et un site eaux marines et réuniront des laboratoires experts français et européens.

Ces travaux visent à apporter l'éclairage provenant d'un laboratoire maîtrisant l'analyse des substances concernées (pesticides, métaux) sur des prélèvements classiques, mais non familier de la préparation d'extraits pour analyse à partir d'échantillonneurs passifs.

Ils permettent également d'émettre, par le biais de cette note, des préconisations en termes de préparation et d'analyse afin de favoriser l'utilisation des échantillonneurs passifs par l'ensemble du réseau de laboratoires prestataires dans le domaine de la surveillance.

2. CHOIX DES SUBSTANCES ET METHODOLOGIE DE TEST

Les métaux choisis pour l'évaluation des DGT sont le cadmium, le nickel, le plomb, le zinc, le cuivre, le manganèse, le cobalt, le chrome et le fer.

Les substances choisies pour l'évaluation des POCIS sont les triazines (desisopropyl atrazine, desethyl atrazine, desethyl terbuthylazine, simazine, atrazine, terbuthylazine), et les urées substituées (metoxuron, diuron, isoproturon, linuron).

Ces deux types d'échantillonneurs ont été exposés au laboratoire dans des conditions maîtrisées : eau MilliQ dopée par des solutions étalons de contaminants (DGT), puis eau naturelle dopée par des solutions étalons de contaminants (DGT et POCIS). Ces conditions ont permis d'évaluer la facilité de traitement avant analyse de ces échantillonneurs, mais aussi leur capacité à fournir des informations quantitatives sur les niveaux de contamination.

La matrice naturelle utilisée est l'eau de l'Oise. Sa concentration initiale en métaux (fraction dissoute après filtration à 0,45 micron), triazines et urées (eau brute) est déterminée respectivement par ICP/MS, LC/UV et CG/TSD. Le taux de MES est de l'ordre de 10 mg/L.

Les niveaux de dopage et les temps d'exposition utilisés dans ces tests ont été déterminés en fonction de deux paramètres : capacité des techniques analytiques, notamment pour l'analyse des eaux non dopées, et temps de séjour des échantillonneurs dans l'eau.

Les échantillonneurs ont été exposés dans des volumes d'eau de 2 litres pour les DGT et 15 litres pour les POCIS, dans des béciers sans couvercle (pour permettre l'échange d'oxygène), sous légère agitation (barreau magnétique) et température contrôlée.

Les échantillonneurs passifs sont réputés avoir été exposés à la moyenne des concentrations observées dans le milieu d'exposition avant et après exposition, car ils appauvrissent le volume fini dans lequel ils sont immergés au laboratoire. C'est pourquoi, après exposition des échantillonneurs passifs, la teneur en substances dissoutes du milieu d'exposition est à nouveau déterminée. Cette précaution permet en outre de mieux prendre en compte l'évolution des concentrations d'exposition liée à une perte en substances (pour les organiques, par dégradation, adsorption...) ou à des phénomènes de complexation-décomplexation (pour les métaux).

Plusieurs blancs (échantillonneurs non exposés) ont été analysés.

3. MISE EN ŒUVRE ET RESULTATS OBTENUS

3.1 LES DGT

3.1.1 MISE EN ŒUVRE AU LABORATOIRE

Les DGT testés sont fournis par DGT Research Ltd¹ (Royaume-Uni). Il n'y a pas de difficultés d'approvisionnement particulières (3 semaines de délai). Le protocole de mise en oeuvre suivi par l'INERIS est celui recommandé par la fiche méthode AQUAREF ME-01 « Application de la DGT pour la quantification de métaux dissous labiles dans l'eau »². Il est nécessaire de relever la température du milieu étudié, avant et après déploiement, de façon à déterminer la valeur du coefficient de diffusion propre à chaque métal, selon la formule de calcul indiquée dans la fiche méthode AQUAREF ME-01. Après exposition, un rinçage à l'eau déminéralisée et un stockage dans un sachet individuel au réfrigérateur sont nécessaires.

Les DGT sont facilement désassemblés pour la phase d'analyse. A l'aide d'une pince en plastique, la membrane et le gel sont écartés, puis la résine gélifiée est transférée dans un tube en matière plastique de 5 mL avec 1 mL d'HNO₃ 1M, afin d'extraire les métaux adsorbés dans la résine. Le temps d'éluion doit être au moins d'une nuit. Le faible volume d'éluant conduisant à une concentration en métaux élevée dans l'extrait, une dilution par 3 ou plus est nécessaire pour l'analyse. L'ensemble de ce protocole de mise en oeuvre ne pose pas de problème particulier et les DGT peuvent être considérés comme des dispositifs faciles d'emploi.

Un bio film est apparu pour des périodes d'exposition supérieures à trois jours. Cependant, d'après Murdock et al.³ la présence d'un biofilm n'affecte pas la performance des DGT car le flux de métaux depuis la solution vers le dispositif est suffisamment important pour que le piégeage ou le relargage de métaux par le biofilm soit négligeable devant ce flux.

3.1.2 RESULTATS ANALYTIQUES

La désorption et l'analyse (par ICP/MS) de DGT non exposés (blancs) montrent des niveaux de concentration relativement élevés (de l'ordre de 10 à 20 ng contenus dans la résine absorbante du dispositif), et assez variables, pour les éléments zinc et fer. Il est donc fortement recommandé de réaliser des analyses de blancs lors de chaque série d'expositions, et de déduire des résultats les valeurs de blancs obtenues.

La capacité des DGT à fournir des informations quantitatives sur les niveaux de contamination a été testée. Pour ce faire, les DGT ont été exposés dans de l'eau MilliQ dopée à 10 µg/L par des solutions étalons des métaux, puis dans une eau naturelle (eau de l'Oise) non dopée puis dopée à 1, 5 et 10 µg/L.

La performance des DGT est évaluée par le taux de recouvrement de chaque espèce, exprimé comme le quotient (en pourcentage) entre la concentration du milieu évaluée par le DGT (concentration labile) par la concentration en métaux dissous mesurée dans le milieu d'exposition par ICP/MS.

La concentration labile C_{lab} est estimée par la relation (fiche méthode ME-01) :

$$C_{lab} = M\Delta g / tAD,$$

où M est la masse de cation métallique concentré sur la résine et déterminée après analyse, Δg est l'épaisseur du gel, t le temps d'exposition, A la surface de gel exposée, et D le coefficient de diffusion du métal dans le gel. Ce coefficient est donné par le fournisseur : le laboratoire utilisateur n'a pas à réaliser d'étalonnage⁴. Cependant, les conditions d'obtention de ce coefficient (eau MilliQ ? autre matrice ?) ne sont pas précisées.

¹ <http://www.dgtresearch.com/Default.aspx>

² Accessible à l'adresse suivante : http://www.aquaref.fr/methodes_validees

³ Murdoch, C., Kelly, M., Chang, L-Y., Davison, W. and Zhang, H. (2001)
DGT as an in situ tool for measuring radio-caesium in natural waters. *Env. Sci. Technol.*, 35, 4530-4535

⁴ <http://www.dgtresearch.com/dgtresearch/dgtresearch.pdf>

Par ailleurs, les unités à utiliser pour l'expression des variables ne sont pas précisées clairement dans la fiche ME-01.

Il apparaît que dans l'eau MilliQ, les taux de recouvrements sont satisfaisants puisque situés entre 80 et 100 % pour l'ensemble des 9 métaux avec une bonne répétabilité.

L'intérêt des DGT en terme de concentration des contaminants (ce qui facilite grandement la phase analytique) est démontré dans le tableau 1, qui indique les concentrations retrouvées dans la solution éluante pour un des trois DGT testés (eau de l'Oise non dopée, après exposition de 5 jours sous agitation modérée, dans 2 litres d'eau à 21°C). Ces concentrations sont 5 à 30 fois plus élevées que celles retrouvées dans le milieu.

Tableau 1 : Concentrations retrouvées dans la solution éluante pour un des DGT testés (exposition 5 jours dans l'eau de l'Oise non dopée).

Concentrations (µg/L) retrouvées dans la solution éluante pour un des DGT testés (exposition 5 jours, eau de l'Oise non filtrée et non dopée).								
Cd	Ni	Pb	Zn	Cu	Mn	Co	Cr	Fe
2.28	359.77	1.52	180.17	26.89	42.79	1.17	2.03	61.12

Trois DGT ont été exposés pendant cinq jours à l'eau de l'Oise telle quelle. Ils montrent (tableau 2) que la comparabilité avec l'ICP/MS est dégradée (par comparaison avec l'eau MilliQ), en particulier pour les éléments Pb, Cu, Co, Cr, Fe. Ce phénomène est dû à la présence de complexes forts, accessibles à l'analyse ICP/MS mais pas aux DGT. Les taux de recouvrement sont répétables.

Tableau 2 : Concentrations mesurées par ICP/MS et taux de recouvrement des DGT dans l'eau de l'Oise non dopée.

Concentrations mesurées dans l'eau de l'Oise par ICP/MS (µg/L, fraction dissoute)									
Élément	Cd	Ni	Pb	Zn	Cu	Mn	Co	Cr	Fe
T0	0.12	11.8	0.20	7.98	2.07	1.63	0.24	0.23	10.76
T0 + 5 jours	0.03	11.2	0.08	2.40	2.13	1.42	0.23	0.23	9.00
moyenne	0.08	11.5	0.14	5.19	2.10	1.53	0.24	0.23	9.88

Élément	Cd	Ni	Pb	Zn	Cu	Mn	Co	Cr	Fe
Fraction labile : recouvrement DGT 1 (%)	56	64	20	68	24	64	10	16	28
Fraction labile : recouvrement DGT 2 (%)	53	62	15	65	23	54	9	20	12
Fraction labile : recouvrement DGT 3 (%)	53	64	16	63	24	62	9	18	12

Les essais d'exposition effectués dans l'eau de l'Oise dopée de 1 à 10 µg/L montrent des taux de recouvrements qui restent faibles (inférieurs à 20 %) pour les éléments Pb, Fe et Cr. On peut en déduire qu'ils évoluent sous une forme non labile sur la durée de l'essai. Les taux de recouvrement s'améliorent un peu pour les éléments Cu (34 %) et Co (80 %) : ces métaux ajoutés initialement sous forme ionique libre restent majoritairement sous une forme labile au moins sur la durée de l'essai.

Les essais effectués sur l'eau de l'Oise filtrée à 0,45 µm, non dopée puis dopée de 1 à 10 µg/L aboutissent à des taux de recouvrement comparables à ceux obtenus en eau brute. On peut en déduire que la présence de matières en suspension (essentiellement de nature terrigène : argiles, silice... dans l'eau de l'Oise) et/ou de métaux sous forme particulaire dans l'eau telle quelle n'affecte pas l'efficacité de prélèvement des dispositifs DGT, vis-à-vis de la fraction labile.

4. LES POCIS

Les POCIS testés sont fournis par un fabricant unique : Exposmeter (Suède)⁵. La référence des POCIS sélectionnés est EWH-Pharm, adaptée pour le prélèvement d'une gamme assez large de pesticides, de produits pharmaceutiques et d'autres composés organiques. Le délai d'approvisionnement est satisfaisant : 3 semaines.

4.1.1 MISE EN ŒUVRE AU LABORATOIRE

La mise en œuvre est relativement simple. Pour l'exposition, les POCIS sont vissés sur le support fourni par le fabricant. Une fois retirés du milieu après exposition, il est recommandé de les laisser égoutter sur leur support et de les ouvrir au-dessus d'un entonnoir. A défaut, une partie de la phase adsorbante peut être perdue à l'ouverture, entraînée par l'eau contenue dans le dispositif.

Le protocole suivi pour l'extraction dérive d'une adaptation de la méthode classiquement utilisée par l'INERIS pour l'extraction des triazines par SPE. Il est quasiment identique (à l'exception du solvant d'éluion) à celui décrit dans la fiche méthode AQUAREF ME-3⁶ : « Application du POCIS pour l'échantillonnage des herbicides dans les eaux de surface : approche quantitative avec l'utilisation d'un composé de référence et de performance »

Une fois les POCIS exposés, la phase adsorbante qu'ils contiennent est transférée dans une cartouche SPE vide qui est ensuite rincée à l'eau, séchée sous vide et éluée par 12 mL d'un mélange de méthanol et d'acétone (3:2 v/v). L'extrait obtenu est concentré sous courant d'azote jusqu'à un volume de 1 mL, 2 mL ou 5 mL en fonction des concentrations attendues. La fiche AQUAREF ME-03 préconise une éluion par 5 mL de méthanol, puis un séchage des éluats sous flux d'azote et une reprise par 2 x 500 µL d'un mélange eau/acétonitrile (90:10 v/v), car ce mélange est compatible avec l'analyse LC-MS/MS indiquée comme exemple dans la fiche. Dans l'étude présentée ici, le mélange méthanol/acétone (3:2 v/v) utilisé pour l'éluion est compatible avec l'analyse GC/TSD.

Le « biofouling » est connu pour affecter les faces externes des membranes de ces dispositifs, et modifier la valeur des taux d'échantillonnage. La phase adsorbante étant récupérée par rinçage à l'eau des membranes, une partie de ce biofilm pourrait être rincée également et se trouver présente avec la phase dans la cartouche SPE, si le nettoyage des surfaces extérieures n'a pas été suffisant. Dans nos essais, il faut signaler qu'après la phase de concentration, l'aspect des extraits SPE est légèrement visqueux : cet aspect peut être dû à la présence de biofilm. Ceci provoque un encrassement de l'insert en verre contenu dans l'injecteur du chromatographe en phase gaz et des risques de surdosage. Le changement régulier d'insert est recommandé, afin de limiter cet effet ; ceci limite un peu l'intérêt du dispositif, puisqu'une partie du gain de temps obtenu au niveau du prélèvement est contrebalancée par une maintenance plus lourde dans la phase analytique. Il est cependant possible que l'utilisation d'autre composition de phase éluante (par exemple eau/acétonitrile, telle que mentionnée dans la fiche AQUAREF ME-03) permette de s'affranchir de cet effet.

La concentration C_W (µg/mL) en substances dans les eaux se déduit de celle mesurée dans la résine des POCIS (C_{POCIS} , µg/g) par l'équation suivante, où R_S = taux d'échantillonnage pour la substance considérée (mL/jour), M_{POCIS} = masse de l'adsorbant (g) et t = temps d'exposition (jours) :

$$C_W = \frac{C_{POCIS} \times M_{POCIS}}{R_S \times t}$$

Il est important de signaler que les valeurs des taux d'échantillonnage R_S sont déterminées au laboratoire et dépendent de la température et des conditions hydrodynamiques. Dans la pratique, lors d'une utilisation sur site dans des conditions différentes de celles du laboratoire, il faut corriger ces valeurs grâce à l'utilisation d'une substance de référence introduite dans le POCIS avant son immersion.

L'analyse des POCIS (et des milieux d'exposition) a été réalisée ici par HPLC/UV pour les triazines et CG/TSD pour les urées substituées. Chaque laboratoire peut utiliser toute méthode analytique lui permettant de quantifier les molécules recherchées.

⁵ <http://www.exposmeter.se/>

⁶ Accessible à l'adresse suivante : http://www.aquaref.fr/methodes_validees

Les POCIS ont été testés selon une méthodologie de tests analogue à celle mise en œuvre pour les DGT : analyse de blancs non exposés, puis exposition à de l'eau naturelle non dopée ou dopée en contaminants. La durée d'exposition minimale est de 7 jours (fiche AQUAREF ME-03) : nous avons choisi une durée de 9 jours.

4.1.2 RESULTATS ANALYTIQUES

L'analyse des blancs (POCIS non exposés) ne révèle la présence d'aucun interférent ni la présence des herbicides recherchés.

Dans l'eau de l'Oise telle quelle, l'atrazine, l'isoproturon et la desethyl-atrazine sont facilement quantifiables par les POCIS après une exposition de 9 jours. Les teneurs mesurées, respectivement, sont de 18, 30 et 60 ng/L. Par analyse directe en LC/UV ou GC/TSD, ces substances sont détectées, mais non quantifiables (les concentrations sont inférieures à 40 ng/L pour les 6 premières molécules du tableau 3 et 100 ng/L pour les 4 dernières).

L'eau de l'Oise a été dopée à des concentrations de 200, 500 et 1000 ng/L en substances. 3 POCIS ont été plongés dans une cuve contenant 15 L de cette eau, pendant 9 jours, sous les variations naturelles de lumière. Une agitation à 70 tr/mn a été maintenue sur la période et la température est restée comprise entre 17,8 et 20,1 °C. La concentration moyenne d'exposition est déterminée par la moyenne de la concentration mesurée avant exposition et après exposition.

Les essais effectués à ces trois niveaux de dopage d'eau naturelle montrent que les concentrations mesurées par les POCIS sont comparables à celles mesurées directement par GC/TSD et HPLC/UV (tableau 3 ci-dessous, résultats obtenus pour un niveau de dopage de 200 ng/L). Ceci est vrai pour 8 des 10 substances testées. Dans le cas du linuron et du diuron, les POCIS ne retrouvent, respectivement, qu'environ 65 % et 30 % des quantités introduites en dopage ; mais ce constat est à nuancer car une perte importante en ces 2 composés est observée sur les 9 jours de l'essai au sein de la cuve d'exposition. Les concentrations mesurées par les POCIS sont répétables.

Les essais à 500 ng/L et 1000 ng/L confirment ces résultats.

Tableau 3 : Résultats POCIS sur eau de l'Oise dopée à 200 ng/L.

	Concentration moyenne d'exposition	Concentrations POCIS 1 (ng/L)	Concentrations POCIS 2 (ng/L)	Concentrations POCIS 3 (ng/L)
desisopropyl atrazine	202	256	253	195
desethyl atrazine	208	266	261	204
desethyl terbuthylazine	168	240	237	181
simazine	158	207	204	156
atrazine	160	190	186	147
terbuthylazine	145	168	169	135
metoxuron	127	130	128	117
isoproturon	152	169	184	149
diuron	130	90	91	72
linuron	98	33	35	27

5. CONCLUSIONS

Globalement, ces deux dispositifs passifs (DGT et POCIS) semblent adaptés à l'identification de la présence, respectivement, des métaux et des herbicides dans les eaux naturelles. Leur mise en œuvre suivant les protocoles établis par les fabricants ou les différentes fiches méthodes ne pose pas de problème, moyennant quelques préconisations simples.

La performance des DGT (exprimée en termes de taux de recouvrement, par rapport aux résultats ICP/MS sur fraction dissoute) est toujours moins bonne en eau naturelle qu'en eau MilliQ. Les taux de recouvrement sont néanmoins répétables. La présence en eau naturelle de complexes forts non labiles (accessibles à l'ICP/MS mais pas aux DGT) explique ce phénomène.

Les DGT non exposés contiennent du zinc et du fer en proportion variable, ce qui oblige à réaliser des analyses de blancs lors de chaque série d'expositions (ou à instaurer une gestion par lots), et à déduire des résultats les valeurs de blancs obtenues.

En eau naturelle, les taux de recouvrement des POCIS sont satisfaisants et répétables pour l'ensemble des substances, à l'exception de certaines (linuron, diuron) qui subissent une perte importante au laboratoire. Les POCIS non exposés ne contiennent aucun interférent ni aucune des molécules recherchées.

Le tableau 4 ci-dessous suggère quelques améliorations (ou précisions) qui peuvent être apportées aux fiches AQUAREF ME-01 et ME-03 :

Tableau 4 : Suggestions d'améliorations aux fiches AQUAREF ME-01 et ME-03.

Fiche	Rubrique de la fiche méthode	Commentaires, précisions
ME-01	Etalonnage des dispositifs en laboratoire	Préciser les unités dans toutes les formules permettant de remonter aux concentrations labiles dans le milieu d'exposition
ME-01	Etalonnage des dispositifs en laboratoire	Obtenir des précisions sur les conditions d'obtention des coefficients de diffusion (influence de la matrice de test ?)
ME-03	Récupération et élution/dialyse de la phase réceptrice : récupération	Préciser qu'il est souhaitable de laisser sécher les POCIS sur leur support avant ouverture, pour éviter les pertes de phase adsorbante à l'ouverture
ME-03	Récupération et élution/dialyse de la phase réceptrice : récupération	Préciser, pour l'opération de rinçage et de « frottement doux si nécessaire » des surfaces extérieures avant ouverture, si cette opération est destinée à éliminer également un biofilm, lorsqu'il est présent.
ME-03	Récupération et élution/dialyse de la phase réceptrice : élution	Dans certaines conditions d'exposition et d'élution, les extraits obtenus peuvent être visqueux : documenter ce point, si déjà connu ou observé.

Onema
Hall C – Le Nadar
5 square Félix Nadar
94300 Vincennes
01 45 14 36 00
www.onema.fr

Ineris
Parc Technologique Alata
BP 2
60550 Verneuil-en-Halatte
03 44 55 66 77
www.ineris.fr