

## La mesure en continu

### Étude technico-économique de la mesure en continu dans le domaine de l'eau

*Dans les secteurs de l'eau et des milieux naturels, la mesure en continu souffre d'un manque de reconnaissance et donc de développement. De ce fait les industriels et gestionnaires ne sont pas incités à la mise en œuvre de ces technologies. Fort de ce constat, la DRI, qui anime les pôles de compétitivité du secteur de l'eau, a initié un groupe de travail spécifique, lequel a souhaité réaliser une étude pour établir un premier état des lieux de la métrologie des milieux aquatiques. Cette étude, financée par l'ONEMA s'appuie sur l'analyse de 9 cas concrets en France, complétée par un travail bibliographique et un parangonnage de cas européens. Les objectifs sont, à partir des données collectées, de proposer une évaluation technique et économique de la mesure en continu. Cette évaluation permet de réaliser une analyse coûts-avantages de la mesure en continu pour les enjeux suivants, concernant différents milieux aquatiques et ressources en eau :*

- la protection de la ressource en eau potable,
- l'évaluation de la qualité des masses d'eaux et des actions de reconquête ou de préservation de la qualité des eaux de surface,
- les rejets des systèmes d'assainissement (domestiques et/ou industriels),
- la surveillance des eaux de transitions et des eaux littorales.

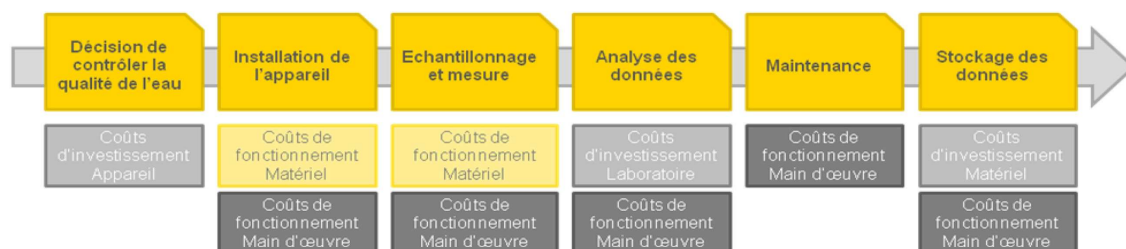
*Il ressort notamment de ce travail que mesure en continu et mesure de laboratoire sont bien souvent complémentaires. Cependant, l'un des avantages de la mesure en continu réside dans sa capacité à pouvoir apporter, par la fourniture de données spécifiques à un coût économique relativement bas, de nouveaux services à forte valeur ajoutée au bénéfice des opérateurs de l'eau.*

#### Problématique

Avant de procéder à l'analyse technico-économique de la mesure en continu, il convient de constater que le coût de celle-ci est souvent perçu comme un frein à son développement. Or l'étude réalisée montre que cette perception est erronée, surtout parce que la proportion d'investissement est très forte dans la mesure en continu, alors que les coûts d'exploitation sont prépondérants dans la mesure de laboratoire.

#### Analyse des coûts internes à la mesure

Le schéma suivant met en avant les différentes étapes du processus de la mesure en continu, ainsi que les coûts associés à chaque étape.



Une estimation du nombre équivalent de mesures de laboratoire justifiant la mesure en continu, a été réalisée pour chaque cas :

- Les données, peu homogènes dans un même domaine, dépendent des paramètres

et des technologies.

- Selon le type de paramètres et la technologie utilisée, il faut de 1 à 3 mesures de laboratoire par jour pour justifier la mesure en continu d'un point de vue financier.

- Ce ratio est amené à diminuer du fait de la baisse des coûts de la mesure en continu et de la stagnation des coûts de laboratoire. En effet, le développement de la technologie et la concurrence feront baisser les coûts de la mesure en continu, alors que la mesure en laboratoire semble avoir atteint une productivité maximale.
- La réglementation, de plus en plus stricte, devrait notamment augmenter le nombre de mesures requises par jour, et justifier d'autant plus le passage à la mesure en continu.

De plus, cette analyse brute des coûts internes ne prend pas en compte les gains potentiels spécifiquement liés à la mise en place de la mesure en continu, notamment liés aux risques évités.

### Analyse des risques – coûts évités

Afin d'évaluer la nécessité de se doter de mesures en continu, les risques associés aux différentes composantes, du milieu et de l'environnement, sont le premier élément à déterminer. En effet, ces risques permettent de définir les enjeux concernés dans le milieu et en regard des ressources en eau. Ils conditionnent les impacts potentiels contre lesquels la mesure en continu peut permettre de se prémunir ou qu'elle peut limiter, et permet d'évaluer la pertinence de cette technologie.

La mesure en continu peut limiter la pollution avant, pendant et après sa propagation :

- empêcher la pollution (incitation à la prévention, rôle dissuasif),
- anticiper l'arrivée d'une pollution (modélisation, détection de phénomènes),
- limiter les impacts de la pollution (alarmes, réactivité),

Une fois les risques identifiés, il est important d'évaluer leur impact et d'estimer les coûts évités grâce à la mise en place de la mesure en continu. Si cette dernière ne peut supprimer ces coûts, notamment en cas d'épisodes de pollution, elle peut néanmoins les limiter grâce à l'instantanéité et la représentativité temporelle qui la caractérisent et permettre d'anticiper et de réagir plus vite sur des pollutions.

### Avantages et inconvénients de la mesure en continu par enjeu et milieu étudiés

(Le tableau en page 4 représente la synthèse des 9 cas étudiés)

#### Protection de la ressource en eau potable

- Cas 1 : Station d'alerte sur l'eau potable
- Cas 2 : Service d'eau et d'assainissement d'une collectivité
- Cas 3 : Retour d'expérience d'un opérateur exploitant plusieurs stations

Les avantages de la mesure en continu sont :

- mesure en temps réel qui permet d'anticiper et d'être réactif face à une pollution,
- meilleure connaissance et maîtrise des processus et des milieux,
- réduction des coûts d'exploitation et de logistique,
- amélioration de l'image et garantie de protection des utilisateurs,
- imputation des coûts aux responsables de pollutions.

Les coûts évités peuvent être de différentes natures :

- coût de décontamination en cas de pollution, reviviscence du cours d'eau, restauration,
- coût de prévention,
- dédommagement des particuliers et des usagers,
- révision des procédures internes des usines responsables de la pollution,
- dimensionnement des bassins de stockage : coût des sur-volumes évités,
- pollution et coûts associés de communication, d'approvisionnement en eau en bouteille, de perte d'image,
- risque de pollution de l'usine et en sortie d'usine, vers les utilisateurs,
- pour certains paramètres, endommagement des filières ou encrassement des filtres.

Ex : station d'alerte d'Huningue  
La station, destinée à la surveillance du Rhin, permet, en cas de détection de pollution dans le fleuve, de fermer le canal d'Huningue qui alimente en partie la nappe phréatique d'Alsace. Une étude a permis de chiffrer les coûts liés à une pollution accidentelle du Rhin.

	Estim. Basse ponctuelle (1)	Estim. Haute (2)
Agriculture	0 €	454 775 € (dévaluation des produits arrosés)
Pêche	0 €	12 293 € (interdiction de pêcher-1 mois)
Eau potable	98 084 €	124 750 € (traitement -6 mois)
Industrie	146 216 €	146 216 €
Total	244 300 €	1 132 424 €

Rapport BRGM, 2006, « Impact of the use water quality monitoring methods and tools on decision making »

(1) 3h en eau de surface - 1 semaine en eau souterraine - hiver

(2) 12h en eau de surface - 6 mois en eau souterraine - été



## Qualité des eaux de surface

Cas n°4 : Station d'alerte et de suivi des eaux de surface gérée par un opérateur

Cas n°5 : Réseau de surveillance des eaux de surface

Cas n°6 : Gestion de 2 stations mobiles par une agence de l'eau

Les avantages de la mesure en continu sont :

- responsabilisation des acteurs, traçabilité du pollueur,
- meilleure réactivité et anticipation de pollutions,
- meilleure connaissance de la ressource : mesure des impacts, détection de phénomènes invisibles avec une mesure ponctuelle,
- priorisation et optimisation des actions lors de la remise en état des cours d'eau,
- mise à disposition des données pour les scientifiques,
- processus itératif d'amélioration continue,
- motivation d'actions correctives ; incitation à la performance,
- sensibilisation des élus et évolution des pratiques des particuliers.

Les coûts évités sont:

- interventions de nettoyage des dommages générés par la pollution (poissons morts, végétaux souillés...),
- coûts de dépollution limités par une détection des déversements et une intervention sur la source.

## Rejets des systèmes d'assainissement

Cas 7 : Eaux de rejets d'assainissement

Cas 8 : Eaux de rejets d'usine d'incinération d'ordures ménagères

Les avantages de la mesure en continu sont :

- maîtrise du niveau de maintenance,
- évolution et optimisation permanente de l'exploitation, amélioration de la productivité,
- alerte de l'exploitant en cas de dépassement de seuils de mesure,
- transparence sur la qualité du service auprès de la police de l'eau.

Les coûts évités sont:

- pollution : limitation de l'impact du nettoyage sur l'environnement, de la contrepartie aux tiers touchés,
- efficacité de la réaction : limitation des temps de déversements, réactivité plus grande car mesures en temps réel, efficacité des mesures,

- impacts clients et marchés : image, crédibilité et notoriété, intégration des paramètres au périmètre ISO 9001.

## Eaux de transitions et eaux littorales

Cas 9: Réseau de 6 stations de surveillance des eaux estuariennes

Les avantages de la mesure en continu sont :

- détection des phénomènes épisodiques (apport eau douce) ou à hautes fréquences (marée),
- réduction des biais induits par les difficultés dues au prélèvement (conditions météorologiques notamment),
- distribution de la donnée,
- réduction des coûts de déplacement sur site pour prélèvement ou mesure,

La notion de coût évités est significative si des mesures de précaution (ou de gestion des événements) peuvent être prises. Cette situation, inexistante dans le cas analysé, peut se rencontrer dans les élevages aquacoles ou les rejets des stations d'épuration des eaux.

## Conclusions

Mesure en continu et mesure en laboratoire n'entrent pas en concurrence mais répondent à des enjeux et des situations très spécifiques illustrés notamment dans les études de cas.

Les deux types de mesures sont très souvent complémentaires au regard de leurs forces et faiblesses respectives.

Les études de cas réalisées, même si les résultats peuvent difficilement être généralisés et relèvent d'une interprétation au cas par cas, montrent que la mesure en continu offre des avantages significatifs:

- La réactivité et la rapidité d'intervention sont un moyen déterminant de limiter l'impact de la pollution sur le milieu.
- L'estimation de la variabilité spatio-temporelle renforce la qualité de la mesure, car elle est plus représentative du milieu mesuré.
- La continuité de la mesure donne une lecture dynamique, contrairement à la mesure en laboratoire qui n'offre qu'une mesure instantanée.
- Une mesure in situ, sans manipulations intermédiaires, évite la détérioration de l'échantillon lors du conditionnement et du transport jusqu'au laboratoire.
- La prise en compte en amont des risques pour les milieux et enjeux les plus exposés (prévisibles ou imprévisibles, dus à des accidents, à des actes volontaires ou à des événements naturels), permet leur anticipation et la limitation de leur impact sur le milieu.

- La mesure en continu offre une traçabilité des données et donc une meilleure détection des pollutions et des pollueurs. Elle permettra, à terme, de constituer des bases de données significatives qui pourront être exploitées pour modéliser les risques et optimiser les solutions palliatives.

Par ailleurs, les études de cas réalisées mettent en évidence que le développement de la mesure en continu est limité par quatre facteurs clés :

- La capacité d'analyse des polluants et le niveau de précision de la mesure qui ne sont toutefois pas des facteurs discriminants dans le cadre d'une application pour l'alerte ou de contrôle in situ.
- L'adaptation des technologies au milieu, en particulier dans les environnements hostiles avec notamment de forts besoins de maintenance simplifiée, d'autonomie

énergétique, et d'infrastructures de fonctionnement.

- L'absence de réglementation et de normes ad hoc n'incite pas les industriels à investir dans des solutions technologiques pourtant reconnues.
- Le coût global qui intègre l'investissement et le fonctionnement. Ce dernier facteur peut, dans une lecture rapide, apparaître dissuasif pour le choix de la mesure en continu. Il convient cependant de se pencher sur les risques auxquels est exposé le milieu et sur les coûts que peut éviter la mise en place de la mesure en continu.

Ces conclusions sont strictement issues des observations des experts consultés sur l'analyse comparative coûts-avantages entre la métrologie en continu et la métrologie en laboratoire dans des situations précises.

Le tableau suivant présente les avantages et les inconvénients recensés dans les études de cas. La légende appliquée est la suivante :

	Enjeux importants	Enjeux moyens	Enjeux faibles
Avantages	Avantage Enjeu important	Avantage Enjeu moyen	Avantage Enjeu faible
Inconvénients	Inconvénient Enjeu important	Inconvénient Enjeu moyen	Inconvénient Enjeu faible

	Eau potable	Eaux de surface	Eaux de rejets	Eaux de transition littorales
Rapidité de mesure				
Disponibilité et fréquence des données				
Représentativité spatio-temporelle				
Traçabilité				
Fonction d'alarme				
Volume de données disponibles				
Fiabilité des technologies				
Outil d'aide à la décision				
Pragmatisme des actions engagées				
Logistique associée				
Crédibilité de la structure				
Mauvaise valorisation des données				
Pas de reconnaissance réglementaire				
Besoin de compétences spécifiques				
Manque de d'exactitude				
Méthode non standardisée				
Capacité de traitement nécessaire				
Utilisation complexe				
Manque d'autonomie				
Besoin d'infrastructures				
Mauvaise adaptabilité au milieu				
Maintenance contraignante				
Coûts élevés des systèmes de mesure				

Avantages et inconvénients de la mesure en continu par domaine d'application en fonction des enjeux associés à chaque domaine

[www.developpement-durable.gouv.fr](http://www.developpement-durable.gouv.fr)  
[www.developpement-durable.gouv.fr/-Eau-et-Biodiversite,5772-.html](http://www.developpement-durable.gouv.fr/-Eau-et-Biodiversite,5772-.html)  
[www.onema.fr](http://www.onema.fr)

**MICHEL FRANZ**

Chef de bureau des Eco-technologies et de la compétitivité

Pour en savoir plus :

[sophie.altmeyer@hydreos.fr](mailto:sophie.altmeyer@hydreos.fr)  
[jean-charles.briand@poledream.org](mailto:jean-charles.briand@poledream.org)  
[jl.carre@pole-eau.com](mailto:jl.carre@pole-eau.com)



**Commissariat général au développement durable**

**Direction de la recherche et de l'innovation**  
 Tour Voltaire  
 92055 La Défense cedex  
 Tel. : 01.40.81.63.51  
 Fax : 01.40.81.63.96

**Directeur de la publication**  
 Laurent TAPADINHAS  
 Rédactrice en chef



ISSN : 2100-1634  
 Dépôt légal  
 Octobre 2014