

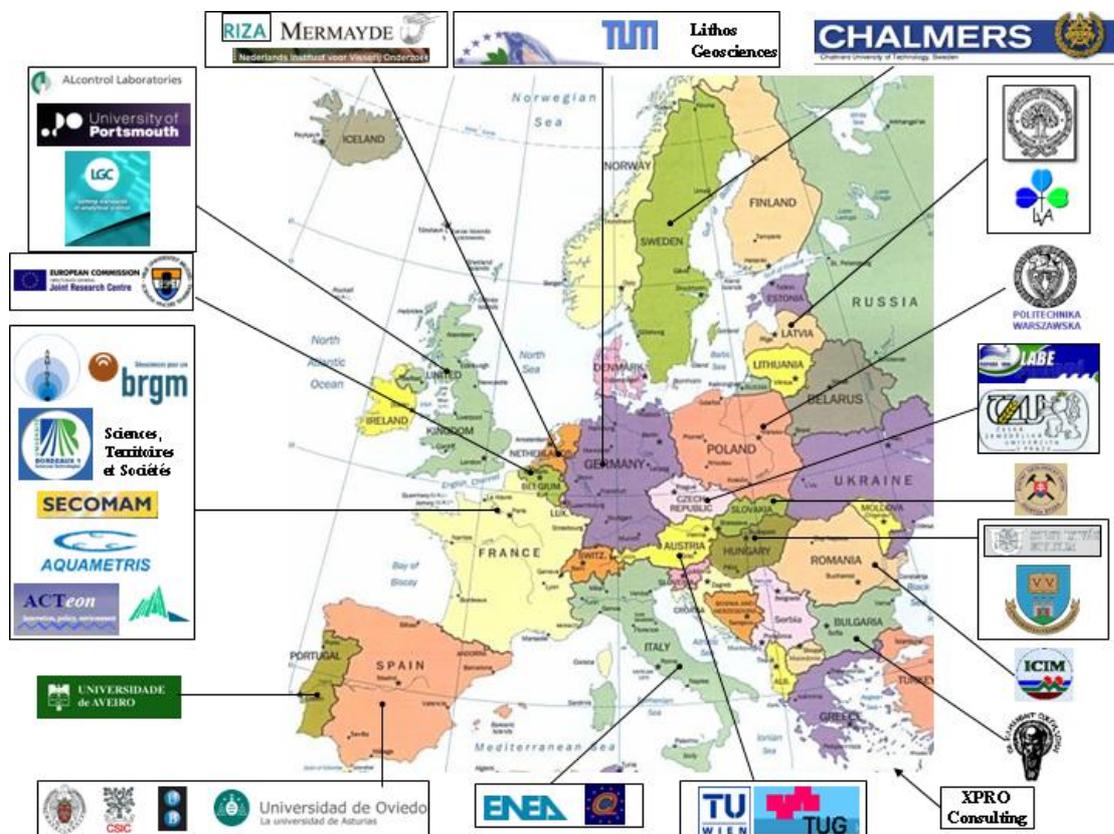
Les méthodes alternatives de surveillance de la qualité des eaux

Ce rapport présente le projet européen SWIFT-WFD. Il est préparé dans le cadre du programme de travail d'AQUAREF 2008 et de la convention de partenariat ONEMA-BRGM pour 2008.

Présentation du projet SWIFT-WFD

L'adoption de la DCE a imposé de nouvelles règles en termes de suivi de la qualité des masses d'eaux en Europe. Les Etats membres sont donc contraints de reconsidérer et de moderniser les systèmes de surveillance déjà existants afin de répondre à ces nouvelles exigences tout en tenant compte de leurs contraintes budgétaires.

Dans ce contexte, ***l'objectif principal du projet SWIFT – WFD*** (« Screening Methods for Water Data Information in Support of the Implementation of the Water Framework Directive », « Special Target Research Project » (STREP) du 6ème PCRD, en appui aux politiques publiques, SSPI-CT-2003-502492, janvier 2004 - mars 2007) ***était de définir le rôle des méthodes de contrôle de la qualité des eaux compatibles avec une mesure sur site relativement bon marché, actuellement disponibles ou en cours de développement.*** Le budget global du projet SWIFT-WFD, coordonné par ARMINES/Ecole des Mines d'Alès (Catherine Gonzalez), était de 6.7M€ pour lequel l'Europe a contribué à hauteur de 4 M€. Le consortium était composé de 40 partenaires provenant de 18 pays européens différents : 10 organismes de recherche publics, 18 organisations académiques et 12 institutions indépendantes.



Objectifs et résultats du projet SWIFT-WFD

Afin d'évaluer le rôle des méthodes de mesure rapide et relativement bon marché en réponse aux exigences de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) pour le contrôle de la qualité chimique de l'eau, différentes actions présentées en figure 1 ont été réalisées :

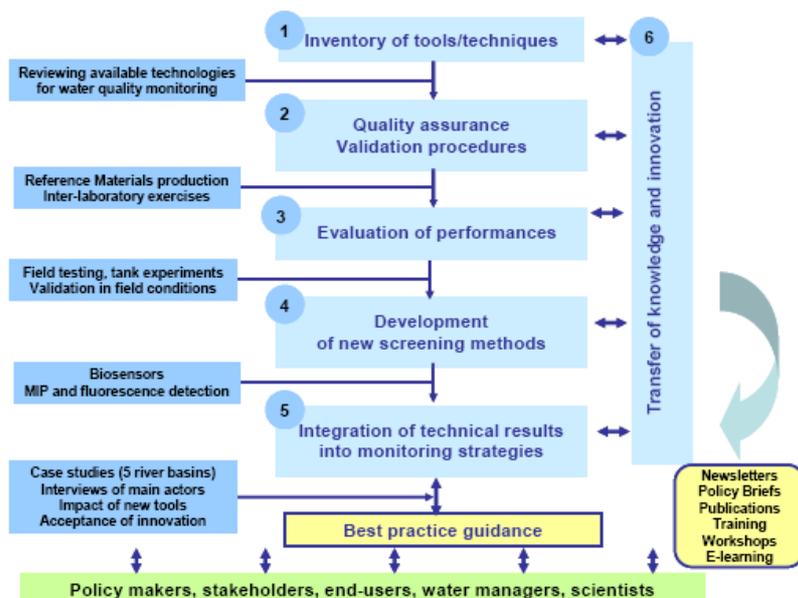


Figure 1 : Actions réalisées dans le projet SWIFT

• Action 1 :

L'objectif de cette tâche était d'effectuer *un inventaire sur les techniques existantes et émergentes susceptibles de pouvoir répondre aux exigences en termes de monitoring dans le cadre de la DCE* [1].

Conclusion Action 1

Les principaux outils qui ont été étudiés sont des méthodes de terrain (basées sur une mesure sur site, *in situ* ou en ligne) telles que :

- les capteurs (mesure de paramètres physico-chimiques ou spécifiques),
- les tests rapides (immuno-essais par exemple),
- les systèmes analytiques miniaturisés basés sur des techniques de laboratoire (spectrophotomètre UV par exemple),
- les méthodes biologiques (biocapteurs, système d'alerte biologique-Biological Early Warning Systems-BEWS, bioessais -mesure de toxicité),
- ainsi que les échantillonneurs passifs.

• Action 2 :

Le premier objectif de cette activité était de réaliser un inventaire des outils de contrôle qualité existants en relation avec le monitoring des eaux dans le cadre de la DCE. Le second objectif était de développer des outils manquants (procédure de validation de méthode, exercices inter-laboratoires, matériaux de référence) pour l'évaluation de la qualité et de la fiabilité des données

Dans le cadre du projet, de nombreux travaux ont été consacrés au domaine du contrôle qualité et d'assurance qualité (matériaux de référence, exercices interlaboratoires...) en relation avec les paramètres de la DCE afin de développer les outils manquants pour l'évaluation des performances

des laboratoires européens impliqués dans la mise en place de la DCE [2]. Trois exercices d'intercomparaison ont été conduits au niveau européen impliquant une centaine de laboratoires [3]. D'autre part, deux essais interlaboratoires concernant deux bioessais basés sur une mesure de toxicité (test basé sur la bioluminescence de *Vibrio fischeri* et test basé sur l'activité oestrogénique par RYA-Recombinant Yeast Assay) ont été organisés..

Conclusions Action 2

- La comparaison des méthodes analytiques de terrain avec les méthodes classiques de laboratoire au travers de ces exercices d'intercomparaison a démontré que certains de ces outils (immunoessais, systèmes analytiques miniaturisés basés sur des techniques de laboratoire) sont capables de fournir des résultats fiables bien qu'associés à une valeur d'incertitude plus élevée en particulier pour des échantillons fortifiés en polluant. Pour des échantillons présentant des niveaux de concentrations caractéristiques du milieu naturel, la plupart des méthodes présente une limite de détection élevée, un manque de spécificité, et une faible répétabilité ou reproductibilité [4]
- Les bioessais montrent en général une bonne corrélation avec les concentrations en polluant obtenues par analyse chimique. Ce type de méthode pourrait donc être employé afin d'effectuer un « screening » d'échantillons pour sélectionner les échantillons nécessitant une analyse chimique ou par améliorer la représentativité spatiale de l'étape d'échantillonnage [5].
- Concernant la validation de méthode analytique, un guide composé de deux parties, la première dédiée à la validation de méthode pour les méthodes classiques et la deuxième dédiée à la validation des méthodes rapides de mesure sur site, a été élaboré [6,7]

• Action 3 :

L'objectif principal de cette troisième tâche était d'évaluer les performances analytiques des méthodes et leur utilisation potentielle dans le cadre de la DCE au travers de différents tests sur site dans plusieurs pays Européens, incluant la comparaison des données obtenues avec celles fournies par les méthodes traditionnelles

Pour cela, des essais sur site ont été organisés sur différents sites européens. Le premier essai s'est déroulé à la station de monitoring de la Meuse à Eijsden aux Pays Bas. Les outils sélectionnés incluant les échantillonneurs passifs, les capteurs, bio-essais (toxicité) BEWS, immuno-essais ... ont été testés en milieu naturel ainsi qu'en batch (dopages d'eau naturelle de la Meuse) pour évaluer leurs performances à des niveaux de concentrations plus élevés en métaux et en composés organiques. Les résultats obtenus ont été comparés avec ceux obtenus par les méthodes classiques de laboratoire. Ce premier essai a permis de démontrer le potentiel d'utilisation de certains outils pour conduire le monitoring dans le cadre de la DCE [8]. Les outils sélectionnés à la suite de ce premier essai ont ensuite été testés au travers de 5 études sur site en Europe (UK, LV, CZ, DE, FR, IT) afin d'évaluer leur potentiel d'utilisation en réponse aux exigences de la DCE [9]. Certains sites ont également été utilisés pour conduire des validations de méthode sur site [10].

Conclusions Action 3

- Les méthodes sur site basées sur des techniques de laboratoire, telles que les immunoessais, les bioessais, permettent de fournir des résultats de manière rapide tout en évitant les problèmes de modification des échantillons, associés à leur transport et à leur conservation. Elles permettent un « screening » rapide de la pollution par l'analyse rapide d'un grand nombre d'échantillons et contribuent ainsi à la sélection des échantillons qui nécessitent une mesure plus précise en laboratoire conduisant ainsi à une meilleure estimation de la qualité des eaux à moindre coût.
- Les échantillonneurs passifs couplés à une analyse classique donnent des informations différentes et complémentaires par rapport aux méthodes de laboratoire. En effet, ils donnent l'accès à des concentrations moyennes de polluant sur une période d'exposition donnée et ne

considèrent que les fractions dites labiles ou biodisponibles. Ils peuvent être utilisés pour estimer les tendances de pollution à long terme ou pour le « screening » d'une large famille de contaminants présente à des faibles concentrations.

- Des actions de R&D sont encore indispensables pour l'intégration des échantillonneurs passifs dans les réseaux de monitoring. Les futurs challenges concernent l'optimisation des modèles d'étalonnage, le développement de procédures d'assurance qualité ainsi que la maîtrise des facteurs influençant l'accumulation des polluants sur les échantillonneurs lors de déploiement sur site (taux d'échantillonnage, développement bactérien) [9].

- **Action 4 :**

L'objectif de l'activité de recherche du projet SWIFT-WFD était de développer de nouvelles méthodes d'analyses, notamment des méthodes de bio-détection, pour évaluer la toxicité des eaux et d'évaluer leur application dans les programmes de monitoring de la qualité des eaux.

Les travaux de recherches ont porté sur trois systèmes biologiques: un capteur bio-électrochimique pour la détection des phosphates inorganiques et deux méthodes utilisant des bactéries modifiées génétiquement pour la détection de la toxicité globale et des HAP. Les résultats sont en cours de publication.

- **Action 5 :**

L'objectif de cette activité était d'étudier *l'intégration potentielle des méthodes sur site dans les stratégies de monitoring dans le cadre de la DCE ainsi que leur impact socio-économique* [11,12], au travers de différentes études de cas menées en Europe.

Des études de cas ont été conduites en parallèle des essais sur sites sur les 5 sites européens (Ribble- UK, Aller- DE, Daugava-Lettonie, Aquifère en Alsace- France, Orlice-République Tchèque).

Conclusions Action 5

- Les outils de terrain sont actuellement peu utilisés dans les systèmes de monitoring à l'exception des Pays Bas et du Royaume Uni où ils sont par exemple utilisés pour évaluer la variabilité temporelle d'une masse d'eau et pour effectuer une classification des masses d'eau.
- L'absence d'accréditation et de procédures de contrôle et d'assurance qualité, la mauvaise connaissance de ce type de méthodes et de l'interprétation des résultats associés ou l'absence de protocoles d'utilisation bien documentés sont autant de facteurs qui expliquent leur utilisation limitée. La production d'un document recensant des outils de terrain à moindre coût capables de fournir des résultats fiables ainsi que leur participation dans des exercices inter-laboratoires à grande échelle permettraient de promouvoir leur intégration dans le contrôle de la qualité des masses d'eau.
- Les gains de coûts éventuellement associés sont très dépendants des caractéristiques des campagnes de mesure (fréquence d'analyse, nombre d'échantillons), d'un pays à l'autre selon le coût du monitoring déjà existant, et sont fonction du rôle qu'on leur attribuerait dans le système monitoring.

- **Action 6 :**

L'objectif de cette tâche était le développement d'un module de e-learning « monitoring methods and quality assurance in environmental measurement, a requirement for the implementation of the WFD » destiné notamment aux utilisateurs finaux. L'outil en ligne est disponible gratuitement sur la page d'accueil du site web du projet (www.swift-wfd.com).

Ce module est constitué de 37 leçons et de 3 séries de questions/réponses réparties dans 4 chapitres:

- 1 - Information Requirements
- 2 - Tools and Methods
- 3 - Quality Assurance/Quality Control
- 4 - Case studies
- 5 - Bibliography

Conclusions du projet SWIFT-WFD

Le projet SWIFT a permis d'évaluer la pertinence de l'intégration des méthodes sur site de mesure rapide, dans les réseaux de monitoring de la qualité des eaux par rapport aux exigences de la DCE. **Les méthodes considérées dans le cadre du projet sont apparues comme complémentaires des méthodes traditionnelles en termes d'application et d'information fournie.** Les travaux réalisés ont contribué à l'insertion d'une section spécifique relative à ce type de méthodes dans le document guide du monitoring des eaux de surface rédigé par le CMA [13]

Dans le cadre du monitoring de surveillance et opérationnel, ces méthodes pourront être utilisées seulement si elles atteignent le niveau minimum requis par la décision Européenne QA/QC en terme de performances analytiques et de qualité des résultats analytiques [14]. Dans le cadre du monitoring de surveillance, les applications suivantes peuvent être envisagées :

- Les échantillonneurs passifs peuvent être utilisés pour évaluer les tendances d'évolution des concentrations en polluants à plus ou moins long terme.
- Les systèmes biologiques (système d'alerte-BEWS) pourraient permettre d'alerter en cas de modification de la qualité de l'eau sur des sites sensibles par exemple.

Les outils de terrain trouveraient en effet plutôt une place dans le monitoring opérationnel ou d'enquête. A titre d'exemple, les immuno-essais ou les méthodes miniaturisées dérivées des méthodes de laboratoire spécifiques d'un polluant particulier, sont capables de fournir une cartographie rapide de l'étendue de la pollution ou de sélectionner les échantillons à envoyer au laboratoire suite à une pollution accidentelle par exemple. Les échantillonneurs passifs pourraient également jouer un rôle de screening pour l'identification des sources de pollution en particulier pour des concentrations relativement faibles.

Avant de généraliser l'utilisation de tels outils, des travaux de recherche sont encore nécessaires principalement pour :

- améliorer les modèles d'étalonnage de beaucoup de ces outils
- développer des procédures d'assurance et de contrôle qualité (y compris organisation d'essais interlaboratoire)
- et s'affranchir des limitations engendrées par le déploiement des systèmes dans le milieu (développements bactériens et d'algues par exemple).

REFERENCES

Tous les documents et livrables du projet sont disponibles sur le site internet du projet (www.swift-wfd.com).

Les travaux réalisés dans le cadre du projet SWIFT ont fait l'objet d'un numéro spécial dans la revue TrAC- Trends in Analytical Chemistry, Volume 26, Issue 4, 2007.

Un livre également consacré au projet sera bientôt disponible : Rapid Chemical and Biological Techniques for Water Monitoring - WATER QUALITY MEASUREMENTS SERIES – Edited by Prof. Dr. Catherine Gonzalez, Dr Richard Greenwood, Prof. Dr. Philippe Quevauviller.

[1] Directory of "Screening tools" – A toolbox of existing and emerging methods for monitoring under the WFD, Deliverable D5

- [2] Inventory of existing RMs for water analysis, Deliverable D11
- [3] Comprehensive final report on SWIFT-WFD PTs results (report available on the web site)
- [4] Report on the participation of non-classical methods in SWIFT-WFD PTs
- [5] Correlation between chemical analysis and toxicity results of the real samples of the SWIFT-WFD inter-laboratory exercise on water toxicity (Deliverable D21)
- [6] Guidelines for laboratories carrying measurements outside the laboratory (Deliverable D12 part 1)
- [7] Guidelines for screening methods and emerging tools validation (Deliverable D12 part 2)
- [8] Field evaluation of screening tools and techniques in response to chemical monitoring requirements of the WFD (Deliverable D25)
- [9] Report on performances evaluation of screening methods (field trials results), Deliverable D43
- [10] Report on laboratory and field validation of screening tools based on performance criteria evaluation, Deliverable D44
- [11] Potential uses of screening methods and emerging tools under WFD, Deliverable D64/3
- [12] Synthesis report on the assessment of the impact of SMETs on decision making
- [13] Draft version of the guidance on surface water chemical monitoring under the WFD, Chemical Monitoring Surface Water Group, 8 may 2007.
- [14] QA/QC Directive de la commission établissant, suivant la Directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil, des spécifications techniques pour l'analyse chimique et la surveillance de l'état de l'eau, publication prévue en 2008.

Contact
BRGM

Service Métrologie, Monitoring, Analyse
Unité Chimie Environnementale
C Berho
c.berho@brgm.fr