**PROJET DE THESE**

**Valeur de l’information**

**des réseaux de surveillance de la qualité de l’eau**

***CONTEXTE ET ENJEUX***

L’obligation de résultat imposée par la Directive-cadre européenne sur l’eau de 2000 (2000/60/CE) a mis la surveillance de la qualité de l’eau au cœur du processus de reconquête de la qualité des cours d’eau. Le rapport de la Commission européenne de 2012 (COMMISSION EUROPEENNE, 2012) sur les programmes de mesure du premier cycle DCE, pointait un manque d’information sur la qualité des masses d’eau, en rappelant que les programmes de surveillance et les informations issues de ces programmes, associées à une analyse économique, doivent permettre d’élaborer des programmes de mesures efficaces.

Face à ces exigences croissantes sur l’acquisition d’information et les coûts de cette acquisition, une réflexion sur la rationalisation des réseaux de mesure, et donc sur la valeur économique de l’information produite par les réseaux de surveillance est nécessaire.

Dans un tel contexte, l’Association pour la Protection de la Nappe Phréatiques de la Plaine d’Alsace (APRONA), association créé en 1995 par la Région Alsace et l’Agence de l’eau Rhin-Meuse pour recueillir et diffuser les informations sur l’état quantitatif et qualitatif des eaux souterraines en Alsace, se montre très intéressée par une telle réflexion. En effet, l’APRONA est maître d’ouvrage de l’Observatoire de l’eau d’Alsace créé en décembre 2015, et actuellement en phase de développement. Cet Observatoire vise à regrouper les données détenues par les différents organismes sur une plateforme informatique afin de faciliter la diffusion et l’utilisation pour la décision publique. Dans cette optique, la question de la valeur ajoutée de cet Observatoire est au cœur de la réflexion actuelle.

***REVUE DE LA LITTERATURE***

La surveillance de la qualité de l’eau peut se définir comme l’acquisition d’information quantitative et représentative sur les caractéristiques physiques, chimiques et biologiques d’une masse d’eau à travers le temps et l’espace (Sanders *et al.*, 1983). Les réseaux de surveillance de la qualité de l’eau sont apparus dans les années 60 et 70 pour rendre compte de l’état général des ressources. Pendant longtemps, le nombre, la localisation et la fréquence des mesures résultaient de considérations pratiques et subjectives, sans évaluation *a posteriori* du bien-fondé du choix (Strobl et Robillard, 2008). Il en résultait une production de données fournissant peu d’information (Ward *et al.*, 1986). Ce n’est que ces dernières décennies qu’une réflexion sur la conception des réseaux de mesure a émergé pour mieux rendre compte de problématiques spécifiques telles que l’eutrophisation, la salinisation, l’acidification, et la contamination microbienne ou par les métaux lourds (Strobl et Robillard, 2008). Il en a résulté des études traitant, par exemple, de la localisation optimale des points de mesure (Alvarez-Vazquez *et al.*, 2006 ; Destandau et Point, 2003 ; Do *et al.*, 2012 ; Park *et al.*, 2006 ; Telci *et al.*, 2009).

D’autres travaux se sont intéressés à la quantité d’information fournie par les réseaux. L’information se définissant comme une réduction de l’incertitude sur l’intensité et le transfert des polluants (Raymond, 2011). Harmancioglu et Apaslan (1992), pour un réseau d’eaux de surface, et Mogheir et Singh (2002), pour un réseau d’eaux souterraines, maximisent la quantité d’information, mesurée par l’entropie de Shannon (1948), sous contrainte de coût.

S’il est acquis depuis les années 50 que l’information a une valeur, l’intérêt pour la valeur économique de cette information est beaucoup plus récente (Macauley et Laxminarayan, 2010). Yokota et Thomson (2004) décrivent l’analyse de la valeur de l’information comme l’évaluation du bénéfice de collecter de l’information additionnelle pour réduire ou éliminer de l’incertitude dans un contexte spécifique de prise de décision. Ainsi, l’analyste doit identifier l’ensemble des actions possibles et leurs conséquences selon tous les états de la nature possibles et les évaluer selon une métrique commune. De plus, il doit caractériser les incertitudes sur les états de la nature par des distributions de probabilité, ainsi que les stratégies de collecte d’information, leur précision et leur impact sur les incertitudes. La statistique Bayésienne permet de calculer la modification d’une distribution de probabilité en présence d’une information additionnelle.

Cette méthode a été utilisée pour différents types d’information additionnelle et différents objectifs : une information indiquant la localisation de bancs de poissons ou le meilleur modèle pour estimer la dynamique de leur population (Mäntyniemi *et al.*, 2009), une information limitant l’incertitude sur les coûts de dépollution et l’impact des sources diffuses sur l’eutrophisation en Chine (Wu et Zheng, 2013), et, plus explicitement, la valeur de l’information apportée par une observation par satellite pour lutter contre l’eutrophisation de la mer du nord (Bouma *et al.*, 2009) ou la destruction de la grande barrière de corail (Bouma *et al.*, 2011). Concernant la valeur de l’information générée par les réseaux de surveillance de la qualité de l’eau, Bouzit *et al.* (2013) présentent trois cas d’études pour évaluer la valeur de nouvelles techniques de mesure de la pollution, l’un ayant pour objet d’identifier l’origine d’une pollution par les nitrates dans des eaux souterraines, la seconde de définir la contribution de deux sources à la présence de pesticides dans une nappe, et la troisième de détecter des pollutions toxiques accidentelles dans le Rhin. Khader *et al.* (2013), quant à eux, étudient la valeur d’un réseau de surveillance permettant d’estimer le risque de contamination du à un excès de nitrate dans l’eau. Enfin, DESTANDAU et DIOP (20161,2) analysent l’impact des différents paramètres : *probabilités a priori sur les états de la nature, coûts liés à une mauvaise décision, précision de l’information additionnelle* sur la valeur de l’information.

***SUJET DE THESE***

Ce travail de thèse a pour objet de poursuivre, enrichir, généraliser et compléter empiriquement les travaux sur la valeur économique de l’information générée par les réseaux de surveillance de la qualité de l’eau. La finalité étant de comprendre quel est l’apport d’un maillage plus fin des réseaux, d’estimer ce qu’on perd en mesurant moins, mais également de mieux valoriser la donnée existante.

Dans une première partie, le doctorant s’intéressera au processus de création de la valeur de l’information en décrivant comment les données produites sont véhiculées et participent à la prise de décision sur des enjeux de qualité des milieux aquatiques. L’information additionnelle (fréquence accrue, points de mesure supplémentaires ou mieux localisés,…) réduit l’incertitude sur les états de la nature, ce qui conduit à prendre de meilleures décisions. Cette partie théorique visera à cadrer, orienter le travail empirique qui suivra. Il s’agira concrètement d’adapter des cadres théoriques existants à cette problématique. Dans cette optique, pourront être mobilisés des concepts, méthodes et outils issus de l’analyse des systèmes de connaissance et de la décision comme la valeur d’usage de l’information (Lawrence, 1999) ou la notion de chaîne de valeur appliquée aux systèmes d’information (Corbel, 2013).

Dans une seconde partie, un travail d’enquêtes permettra d’identifier et catégoriser les différents usagers et usagers possibles de la donnée sur l’eau. Ce travail sera fait en collaboration avec l’APRONA dans le cadre de l’Observatoire de l’eau d’Alsace. L’objet de cette partie sera également d’identifier les méthodes économiques qui permettront de donner une valeur à la bonne ou mauvaise décision publique ou privée selon son usager (producteur, transformateur, utilisateur final), son usage, et l’échelle territoriale dans laquelle ils s’inscrivent (niveaux européens, bassins hydrographiques, sortie de station d’épuration…). Les méthodes d’évaluation de biens non monétaires en économie de l’environnement pourront être mobilisées. L’objectif sera de montrer à quoi peut servir la connaissance de la qualité sur l’eau et quel est le risque si la décision est basée sur une évaluation trop imprécise.

La troisième partie fera l’objet d’une monographie sur un sous bassin versant où seront confrontés la production de données par les réseaux de surveillance (historique des différents types de réseaux), et les décisions publiques ou privées liées à la qualité de l’eau sur des enjeux tels que la protection des eaux de baignade, la réduction des risques sanitaires liés à l’alimentation en eau potable, la conformité à des législations européennes, l’évaluation de l’efficacité de politiques de réduction des effluents agricoles ou la communication auprès des citoyens. Il s’agit donc d’une analyse de la donnée vers les décisions.

Enfin, dans une quatrième et dernière partie, la valeur de l’information sera étudiée pour deux cas pratiques liés à des décisions publiques, que l’exécution des parties précédentes permettra de sélectionner. Le premier concernera la valeur des données issues des réseaux de surveillance des eaux souterraines avec l’appui de l’APRONA, le second portera sur la valeur des données issues de bio-indicateurs en collaboration avec le Laboratoire Image, Ville et Environnement (LIVE, UMR UDS-CNRS-ENGEES). En partant, ici, de la décision, il s’agira de qualifier la connaissance des états de la nature qui permettent de l’orienter, de mesurer l’évolution de cette connaissance en fonction de la donnée disponible et d’estimer les gains liés à une décision plus appropriée.

***CALENDRIER***

La première année de thèse sera consacrée à la revue de la littérature et à la première partie théorique. Il s’agira également de commencer à préparer les enquêtes de la partie 2.

Lors de la seconde année, le doctorant travaillera sur les parties 2 et 3 décrites ci-dessus (usages et usagers de l’eau, méthodes d’évaluation des bonnes et mauvaises décisions, monographie d’un sous bassin versant).

Enfin, la troisième année permettra au candidat de réaliser les cas pratiques de la partie 4, de finir de rédiger sa thèse, et de valoriser ses résultats.

***REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES***

Alvarez-Vazquez L-J, Martinez A, Vazquez-Mendez M-E, Vilar M-A (2006) Optimal location of sampling points for river pollution control, *Mathematics and Computers in Simulation* 71 : 149–160.

Bouma J-A, Kuik O, Dekker A-G (2011) Assessing the value of Earth observation for managing the coral reefs: an example from the Great Barrier Reef, *Science of the Total Environment* : 4497-4503.

Bouma J-A, Van Der Woerd H, Kuik O (2009) Assessing the value of information for water quality management in the North-Sea, *Journal of Environmental management* 90(2) : 1280-1288.

Bouzit M, Graveline N, Maton L (2013) *Assessing the value of information of emerging water quality monitoring*, Working Paper- BRGM.

COMMISSION EUROPEENNE (2012) *Rapport de la Commission au Parlement Européenne et au Conseil relatif à la mise en œuvre de la directive-cadre sur l’eau (2000/60/CE) : Plans nationaux de gestion des bassins hydrographiques.*

CORBEL P (2013) Le concept de chaîne de valeur dans l’économie de la connaissance : une réflexion sur ses limites et son potentiel d’évolution, in P. Hermel et P. Corbel, *Le management des évolutions organisationnelles et stratégiques*, L’Harmattan, février 2013 : 225-245.

Destandau F, Point P (2003) Analyse coût efficacité et discrimination partielle de la redevance. dans *Eau et Littoral : Préservation et valorisation de l’eau dans les espaces insulaires*, Ferrari S., Point P., 335p, Les Editions Kartala, Paris : 301-330.

Destandau F, DIOP A.P (2016)1 An analysis of the value of additional information provided by water quality measurement network, *Journal of Water Resource and Protection* 8 : 767-776.

Destandau F, DIOP A.P (2016)2 Valeur de l’information des réseaux de surveillance de la qualité de l’eau. Impact des paramètres dans un modèle Bayésien, *Revue d’Economie Régionale et Urbaine* 3 : 649-665.

Delecroix b (2005) La mesure de la valeur de l’information en intelligence économique. Thèse en Sciences de l’information, Université de Marne-la-Vallée.

Do H-T, Lo S-L, Chiueh P-T, Thi L-A-P (2012) Design of sampling locations for mountainous river monitoring. *Environmental Modelling & Software* 27(28) : 62-70.

Graveline N, Maton L, Luckge H, Rouillard J, Strosser P, Palkaniete K, Rinaudo J-D, Taverne D, Interwies E (2010) An operational perspective on potential uses and constraints of emerging tools for monitoring water quality. *Trends in Analytical Chemistry* 29(5) : 378-384.

Harmancioglu N-B, Alpaslan N (1992) Water quality monitoring network design: A problem of multi-objective decision making. *Journal of the American Water Resources Association* 28(1) : 179-192.

Khader A-I, Rosenberg D-E, Mckee M (2013) A decision tree model to estimate the value of information provided by a groundwater quality monitoring network. *Hydrology and Earth System Sciences* 17 : 1797–1807.

LAWRENCE D-B (1999) *The Economic Value of Information,* NY: Springer Publishing.

Macauley M, Laxminarayan R (2010) Valuing information: methodological frontiers and new applications for realizing social benefits. *Space Policy* 26 : 549-551.

Mäntyniemi S, Kuikka S, Rahikainen M, Kell L-T, Kaitala V (2009) The value of information in fisheries management: North Sea herring as an example. *Ices Journal of Marine Science* 66 : 2278–2283.

Mogheir Y, Singh V-P (2002) Application of Information Theory to Groundwater Quality Monitoring Networks. *Water Resources Management* 16 : 37-49.

Park S-Y, Choi, J-H, Wang S, Park S-S (2006) Design of a water quality monitoring network in a large river system using the genetic algorithm. *Ecological Modelling* 199(3) : 289-297.

Raymond S (2011) Incertitude des flux transportés par les rivières (Matières en suspension, nutriments, sels dissous): vers un système expert d’optimisation des méthodes de calcul. Thèse en Sciences de la Terre, Université François-Rabelais de Tours.

Sanders T-G, Ward R-C, Loftis J-C, Steele T-D, Adrian D-D, Yevjevich V (1983) Design of Networks for Monitoring Water Quality. *Water Resources Publication LLC*, Highlands Ranch, CO.

Shannon C-E (1948) A mathematical theory of communication. *Bell System Technical Journal* 27 : 379-423 and 623-656.

Strobl R-O, Robillard P-D (2008) Network design for water quality monitoring of surface freshwater: A review. *Journal of Environmental Management* 90 : 639-648.

Telci I-T, Nam K, Guan J, Aral M-M (2009) Optimal water quality monitoring network design for river systems. *Journal of Environmental Management* 90 : 2987-2998.

Ward R-C, Loftis J-C, Mcbride G-B (1986) The “data-rich and information-poor syndrome” in water quality monitoring. *Environmental Management* 10 : 291-297.

Wu B, Zheng Y (2013) Assessing the value of information for water quality management: a watershed perspective from China. *Environmental Monitoring and Assessment* 185 : 3023–3035.

Yokota F, Thompson K-M (2004) Value of information analysis in environmental health risk management decisions: past, present and future. *Risk Analysis* 24(3) : 635–650.

***CONTACT***

**François DESTANDAU**, Docteur et HDR en Economie de l’environnement.

Chercheur associé à l’UMR BETA, Strasbourg

Laboratoire GESTE, UMR Engees-Irstea MA-8101

ENGEES, 1 quai Koch – BP 61039 – F – 67070 Strasbourg Cedex

Tél. : 03 88 24 82 50, mail : francois.destandau@engees.unistra.fr