

## **Approche intégrée de l'évaluation de l'état écologique des cours d'eau**

Evelyne Tales<sup>1</sup>, Catherine Gourlay<sup>1</sup>, Julien Peschard<sup>1</sup>, Didier Pont<sup>1</sup>, Amandine Zahm<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Irstea UR Hydrosystèmes et bioprocédés, 1 rue Pierre-Gilles de Gennes, CS 10030, 92761 Antony cedex

Le projet a pour objectifs d'utiliser une combinaison d'outils développés d'une part dans le cadre des réseaux DCE (bioindicateurs) et d'autre part pour estimer l'effet des contaminants sur les organismes aquatiques (biomarqueurs) pour évaluer de manière complète l'état écologique des cours d'eau dans le bassin Seine Normandie. Ces deux types d'outils, développés séparément, devraient converger pour être utilisés à des fins communes et permettre une vue d'ensemble de la qualité des milieux d'eaux courantes.

La mise en œuvre de ce projet implique d'utiliser simultanément les bioindicateurs et les biomarqueurs sur des sites préalablement identifiés, et correspondant à des gradients croisés relatifs aux pressions anthropiques liées à un enrichissement en nutriments et à la présence de micropolluants. Les suivis devront être menés pendant 3 années consécutives pour intégrer la variabilité temporelle. Les sites seront choisis parmi les stations de mesures de l'AESN puisque de nombreux paramètres physico-chimiques y sont déjà connus. Une vingtaine de sites est nécessaire, répartis en 4 lots correspondant à 2 niveaux de contamination et 2 niveaux de pollution organique. Enfin, dans la mesure du possible, pour limiter toute autre source de variabilité que celle liée aux pressions physicochimiques et chimiques à mettre en évidence, les caractéristiques des sites devront par ailleurs être homogènes.

### **Données disponibles**

Les données disponibles, fournies par l'AESN (Alexandra Lequien), sont des données déjà agrégées sous forme de classes de qualité établie par station:

- 5 classes, de 1 à 5 (très bon à mauvais) pour caractériser l'état physico-chimique,
- 2 classes correspondant à 1 (bon) ou 5 (dégradé) pour caractériser l'état chimique, c'est-à-dire la présence de contaminants

Elles concernent le bilan des mesures des années 2009 et 2010. Ce bilan présente par ailleurs les classes de qualité établies pour chaque famille et type de paramètre mesuré.

Notamment, la physico-chimie comporte 4 familles de paramètres: bilan d'oxygène, nutriments, température et acidification, ce qui permet dans le cas d'une station dont la qualité physico-chimique est dégradée d'identifier l'élément déclassant, à l'origine de cette dégradation. De même l'état chimique comporte 4 familles de paramètres (pesticides, métaux lourds, polluants industriels et autres polluants).

La matrice globale de données présente ainsi 2721 lignes correspondant à des stations, sur lesquelles tous les paramètres ne sont pas mesurés systématiquement. Pour préparer le tableau préalable à la sélection des sites d'études, il faut éliminer les stations pour lesquelles le suivi n'est pas complet, c'est-à-dire pour lesquelles les classes de qualité relatives à chaque type de paramètres ne peuvent pas être déterminées. Le tableau final comporte ainsi 587 stations réparties sur l'ensemble du bassin de la Seine, pour lesquelles des données relatives à la qualité physico-chimique et chimique sont disponibles (Remarque: pour autant, dans ces 587 stations, l'intensité des suivis est variable selon le nombre de paramètres effectivement mesurés par station, qui peut varier avec la nature du réseau de mesure par exemple, RCS, RCO, etc.).

Les stations recensées dans le bilan précédent sont par ailleurs décrites du point de vue de leurs caractéristiques naturelles dans le référentiel des stations fourni par l'AESN (Alexandra Lequien). Notamment, les variables altitude, surface de bassin versant, ordre de Strahler, distance à la source et pente moyenne sont renseignées pour toutes les stations.

## Sélection des stations d'étude

### *Critères de qualité des stations*

La sélection des stations a consisté tout d'abord à "recalculer" leur état physico-chimique: en effet, la méthode de calcul des Agences de l'eau retient systématiquement le paramètre le plus déclassant pour attribuer la valeur de classe de qualité, ce qui a tendance à pénaliser la qualité estimée. Dans notre objectif, il est plus adéquat d'estimer un gradient de qualité, et de ne pas tenir compte uniquement d'un paramètre déclassant. Pour obtenir un résultat plus lissé, la moyenne des valeurs des classes de qualité obtenues pour chaque paramètre est calculée. De cette manière, la valeur globale de la qualité physico-chimique reflète plus fidèlement l'état de la station. Par ailleurs, les familles de paramètres "bilan de l'oxygène" et "nutriments" sont traitées séparément.

Pour l'état chimique, cette démarche n'a pas d'intérêt puisque les classes de qualité n'ont que 2 modalités. En revanche, il est nécessaire d'écartier les paramètres HAP de l'évaluation de la qualité chimique (inclus dans la famille "polluants industriels") car ils contribuent à déclasser à eux seuls la majorité des stations du bassin de la Seine. Ces polluants ne sont pas forcément émis localement, mais passent par la voie de la circulation atmosphérique et contaminent ainsi de larges territoires. Dans la suite de l'étude, la qualité chimique prise en compte sera calculée hors HAP.

Des requêtes sont ensuite exécutées dans la base contenant les 587 stations, pour obtenir 4 lots de stations avec les critères suivants relatifs aux classes de qualité:

- Lot de stations non dégradées du point de vue physico-chimie (PC) ET chimie (C): PC O2 (bilan oxygène) et PC Nut (nutriments)  $\leq 1.5$  et C =1 pour leur classe de qualité (CE)
- Lot de stations non dégradées du point de vue physico-chimie (PC) mais dégradées relativement à la chimie (C): PC O2 (bilan oxygène) et PC Nut (nutriments)  $\leq 1.5$  et C =5 pour leur classe de qualité (CE)
- Lot de stations dégradées du point de vue physico-chimie (PC) mais non dégradées relativement à la chimie (C): PC O2 (bilan oxygène) et PC Nut (nutriments)  $> 2$  et C =1 pour leur classe de qualité (CE)
- Lot de stations dégradées du point de vue physico-chimie (PC) et relativement à la chimie (C): PC O2 (bilan oxygène) et PC Nut (nutriments)  $\geq 2.5$  et C =5 pour leur classe de qualité (CE).

En résumé, 90 stations constituent cette première sélection, réparties comme suit:

Chimie\Physico-chimie	PC Bonne (CE< ou =1.5)	PC Mauvaise (CE>2)
C Bonne (CE=1)	Lot BB n=37	Lot MB n=17
C Mauvaise (CE=5)	Lot BM n=17	Lot MM n=19

NB: pour la physico-chimie, le seuil de valeur de classe de qualité a été ajusté de manière à obtenir des effectifs suffisants dans les différents lots.

### ***Critères de taille des stations et autres***

Il a été précisé que les stations sélectionnées devaient être homogènes du point de vue de leurs caractéristiques, leurs qualités physico-chimiques et chimiques mises à part. C'est pourquoi, un critère de taille a été appliqué sur la 1<sup>ère</sup> sélection. Par ailleurs, certains bioindicateurs ne peuvent être déterminés que dans des cours d'eau de taille moyenne. La sélection a donc porté sur les stations situées dans des tronçons de cours d'eau d'ordre 3 à 5.

De même, les stations ont été triées de manière à ce qu'elles n'appartiennent pas à des hydroécotopes (HER) contrastées. La majorité des stations sélectionnées étant situées sur les hydroécotopes de type calcaire, les stations des hydroécotopes correspondant aux massifs cristallins ont été éliminées de la sélection (9 stations éliminées selon ce critère).

Il était prévu initialement de prendre en compte lors de la sélection des stations un autre type d'altération des cours d'eau, les altérations morphologiques, et notamment la présence/absence de seuils susceptibles de modifier les conditions locales d'écoulement. La présence de seuils dans les cours d'eau est renseignée du moins en partie dans la base nationale de données des obstacles à l'écoulement (ROE). En première approche, un couplage sous SIG entre les données du ROE et les stations préselectionnées a mis en évidence que la majorité des stations avaient à proximité un ouvrage altérant potentiellement leur intégrité morphologique. En conséquence, il n'est pas possible de sélectionner au préalable les stations vis-à-vis de ce critère. La prise en compte des altérations morphologiques des stations retenues se fera donc directement par une caractérisation sur le terrain.

Ainsi, la sélection s'est réduite à 50 stations au total, réparties comme suit:

Chimie\Physico-chimie	PC Bonne (CE< ou =1.5)	PC Mauvaise (CE>2)
C Bonne hors HAP (CE=1)	Lot BB n=20	Lot MB n=9
C Mauvaise hors HAP (CE=5)	Lot BM n=11	Lot MM n=10

### **Choix définitif des stations**

La sélection de stations a fait l'objet de discussion avec les correspondants de l'AESN. Pour des raisons évidentes de coût des suivis à mettre en œuvre, les stations de la sélection faisant partie des réseaux de mesures les plus complets (RCS ou RCO) de l'AESN ont été privilégiées. Néanmoins, parmi la sélection demeurent des stations pour lesquelles les suivis devront être complétés, notamment ceux relatifs aux bioindicateurs pour obtenir un diagnostic complet de la qualité des stations. Ce sont dans les 2 lots correspondant aux stations dégradées du point de vue de la qualité physico-chimique (MB et MM) que se trouve la plus grande proportion de stations qui ne sont pas suivies de manière systématique. Des repérages préliminaires ont été effectués sur le terrain dans sept stations de ces deux derniers lots pour juger du contexte local, ce qui a permis aussi d'orienter les choix définitifs.

La répartition géographique des stations est enfin le dernier critère pris en compte. Puisque l'étude va nécessiter des campagnes de mesures régulières, les stations les plus isolées dans le bassin de la Seine ont été écartées de la sélection de façon à rationaliser les déplacements.

### **Caractéristiques des stations sélectionnées**

Vingt stations (5 par lot) constituent la sélection d'étude (tableau 1). Leur localisation dans le bassin de la Seine selon leur lot indique un gradient est-ouest de leur répartition, qui correspond aussi à l'axe d'anthropisation de ce bassin (figure 1).

Tableau 1: Liste des vingt stations sélectionnées et de leurs caractéristiques

Code station AESN	Libellé station	Lot	Altitude (m)	Surface bassin versant (km <sup>2</sup> )	Ordre Strahler	Distance à la source (m)	Pente moyenne (%)
03093900	LE ROGNON A BOURDONS-SUR-ROGNON 3	BB	270	168,22	3	35915,62	0,373
03001000	LA SEINE A NOD-SUR-SEINE 1	BB	254	373,85	5	45232,89	0,431
03006590	L'OURCE A AUTRICOURT 1	BB	200	547,61	4	68474,28	0,327
03006271	LA GROËME A TERREFONDREE 1	BB	330	30	3	5910,17	1,624
03099490	L'ORNAIN A GIVRAUVAL 1	BB	233	216,85	4	49086,41	0,206
03014130	L'AUBE A AUVERIVE 3	BM	341	45,53	4	9180,40	1,372
03022000	L'AUJON A LONGCHAMP-SUR-AUJON 1	BM	190	492,26	4	67264,12	0,367
03145880	L'AUVE A SAINTE-MENEHOULD 1	BM	140	210,48	4	18991,01	0,126
03160000	LA VESLE A TAISSY 2	BM	81	613,84	4	63973,96	0,116
03016840	LE LANDION A ARGANCON 2	BM	160	139,01	3	21041,83	0,556
03077910	LE RUISSEAU DE LA VISANDRE A VOINSLES 1	MB	92	121,21	3	27810,41	0,266
03190735	LA VESGRE A SAINT-LUBIN-DE-LA-HAYE 1	MB	85	222,59	4	25713,08	0,311
03174825	LE RUISSEAU D'AUCHY A FERRIERES-EN-BRAY 3	MB	95	21,27	3	6276,31	0,797
03174695	LA RIVIÈRE DE MÉSANGUEVILLE A DAMPIERRE-EN-BRAY 2	MB	105	60,61	4	15329,88	0,196
03052338	LE PUISEAUX A NOGENT-SUR-VERNISSON 1	MB	110	58,35	3	16869,17	0,273
03065050	L'ESSONNE A ESTOUY 1	MM	95	265,58	4	28708,36	0,160
03022718	LE RUISSEAU DE CHAVANGES A LENTILLES 1	MM	115	14,86	3	5491,01	0,237
03013345	LE RUISSEAU DES MÉANCES A CHALMAISON 1	MM	61	276,48	2	17261,23	0,614
03080025	L'YVRON A COURPALAY 2	MM	87	150,99	3	27016,97	0,215
03167350	LA LAUNETTE A VER-SUR-LAUNETTE 1	MM	85	40,6	3	8193,46	0,256

Concernant les 10 stations dont la qualité chimique est dégradée (lots BM et MM), l'examen des données initiales indique que cette altération est due essentiellement à la présence de polluants industriels (hors HAP) ou polluants autres. Pour deux de ces stations seulement, il y a en plus la présence de pesticides. La famille des métaux lourds n'est à l'origine du déclassement d'aucune de ces 10 stations.

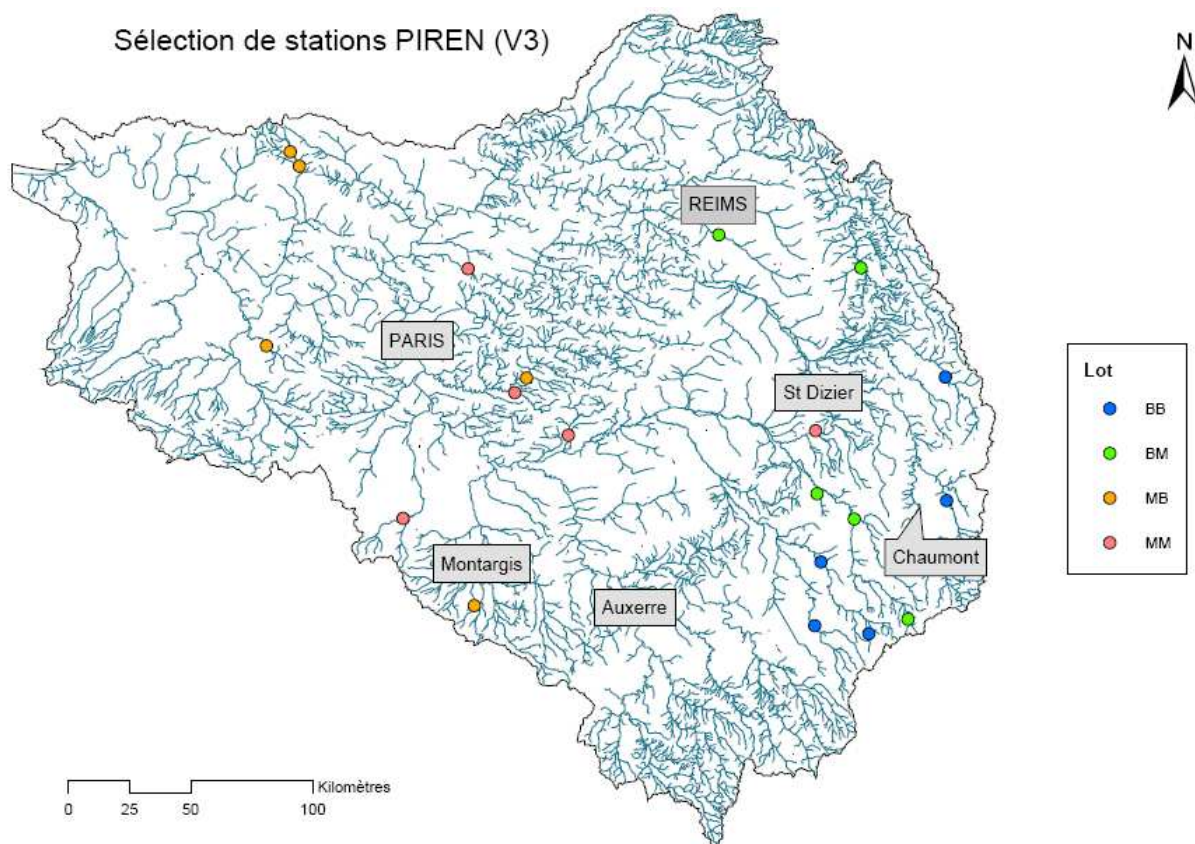


Figure 1: Localisation des stations sélectionnées appartenant aux quatre lots de gradient de qualité physico-chimique et chimique.

Compte tenu de l'arrangement spatial des stations sélectionnées dans le bassin de la Seine, il est par ailleurs nécessaire de vérifier que les lots constitués ne correspondent pas à des regroupements de stations ayant des caractéristiques naturelles particulières.

Les variables représentant les caractéristiques naturelles des stations sont donc analysées pour tester un effet éventuel de l'appartenance au lot (altitude, surface de bassin versant, ordre de Strahler, distance à la source et pente moyenne). Les résultats des tests (test de Kruskal-Wallis) n'indiquent pas de différences significatives entre les 4 lots de stations relatives à leurs caractéristiques naturelles, excepté pour l'altitude (KW=11.752; p=0.01). Les stations constituant les lots BB et BM ont notamment des altitudes supérieures aux stations des 2 autres lots.

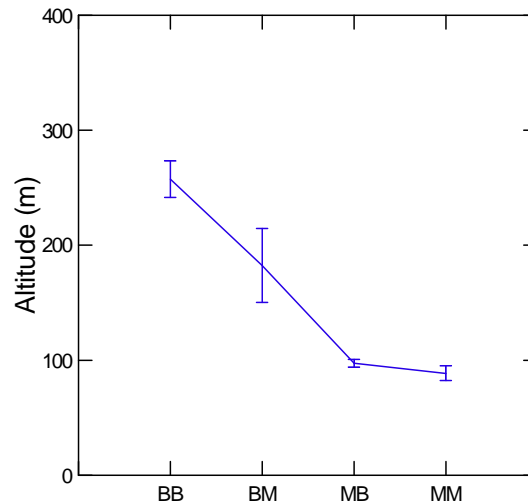


Figure 2: Evolution de l'altitude moyenne des stations réparties selon les 4 lots.

Ce gradient spécifique à l'altitude reflète sans doute plutôt la position des stations dans le bassin de la Seine selon le gradient est-ouest mentionné précédemment, qui correspond à la fois à l'axe longitudinal naturel du bassin et à son gradient d'anthropisation. En effet, les 4 autres variables correspondant aux caractéristiques locales des stations ne présentent pas de différence significative selon les lots considérés.

## Conclusion

Finalement, si la sélection des stations résulte à la base d'une analyse des mesures de leur qualité, in fine elle est aussi le résultat d'une série de compromis destinés à faciliter la mise en œuvre du projet: contraintes liées à l'appartenance aux réseaux de mesures AESN, à la dispersion géographique, à l'accessibilité.

La sélection actuelle ne sera définitive que quand l'ensemble des sites auront été repérés. En effet, la campagne partielle de repérages effectuée en décembre 2011 nous a amenés à réviser à la marge la sélection précédemment établie en supprimant une station présentant un débit quasi nul. Il est préférable d'éliminer les sites présentant des singularités. Le repérage de toutes les stations permettra aussi de concevoir leur instrumentation pour mesurer en continu les paramètres tels que la température et les variations de hauteur d'eau.