

PHRESQUES : Vers un suivi haute-fréquence homogène et innovant de la qualité de l'eau sur le continuum Seine

Arnaud Blanchouin¹, Pascal Claquin², Julien Deloffre³, Nicolas Flipo⁴, Alexis Groleau¹,
Didier Jezequel¹, Robert Lafite³, Fabrice Lecornu⁵, Jean-Philippe Lemoine⁶, Jean-Marie
Mouchel⁷, Romaric Verney⁵

¹ Laboratoire de Biogéochimie Environnementale. Univ Paris Diderot, Sorbonne Paris Cité, IPGP, UMR 7154, CNRS, F-75205 Paris, France.

² Normandie Université, UNICAEN. UMR BOREA, CNRS 7208, IRD-207, MNHN, UPMC, UNICAEN, Esplanade de la Paix, F-14032 Caen, France.

³ Université de Rouen, CNRS, UMR 6143 M2C, laboratoire de morphodynamique continentale et côtière, F-76821 Mont-Saint-Aignan, France.

⁴ Centre de Géosciences. Systèmes Hydrologiques et Réservoirs. Mine Paris Tech. 35 rue Saint-honoré. 77305 Fontainebleau.

⁵ Ifremer, Laboratoire Dyneco/Physed, BP 70, 29280 Plouzane, France.

⁶ GIP Seine-Aval, Rouen, France.

⁷ UMR 7619 Sisyphe, Université Pierre et Marie Curie, Case 105, 4 place Jussieu, 75005 Paris, France

* blanchouin@ipgp.fr

Résumé

Le bassin versant de la Seine est un bassin qui est soumis à une forte pression anthropique liée aux activités industrielles, agricoles et urbaines. Ce bassin versant est également soumis à des forçages hydro-climatiques qui évoluent avec le temps dans le contexte actuel du changement climatique (température, pluviométrie, niveau marin) mais aussi avec les différents aménagements qu'il subit (grands lacs, projet de la Bassée etc.).

La trajectoire de l'écosystème Seine met en jeu des processus socio-écologiques complexes qui interagissent entre eux. Ce constat est particulièrement patent au sein du réseau hydrographique. Les nouvelles technologies de capteurs en continu permettent aujourd'hui d'assurer un suivi de ce milieu en temps réel. À cet effet, quatre réseaux indépendants de suivi en continu, ayant des finalités contrastées (suivis des cycles biogéochimiques OU des flux sédimentaires), ont été installés sur le continuum en différents endroits du bassin.

L'objectif du projet PHRESQUES est de mettre en place un suivi en continu de la qualité de l'eau cohérent et innovant du continuum Seine en regroupant au sein d'un méta réseau les réseaux de surveillance existants.

Le projet PHRESQUES, qui s'inscrit dans le cadre du CPIER Vallée de Seine, financé par l'État, et les régions Ile-de-France et Normandie, est organisé en deux phases (2016-2018 et 2018-2020) et s'articule autour de quatre grandes actions, l'harmonisation des approches des approches métrologiques et méthodologiques, le renforcement spatial des réseaux et de l'instrumentation, l'innovation et le test de nouvelles technologies et la coordination et valorisation des données.

Introduction et contexte

Le bassin versant de la Seine, d'une surface de 78 600 km², est soumis à de fortes pressions anthropiques (industrielles, agricoles et urbaines), à des projets de développement du territoire du type Axe Seine, Grand Paris ou le GIE HAROPA, mais aussi à des forçages hydro climatique qui évoluent avec le changement climatique provoquant des modifications de température, de la pluviométrie du niveau marin, mais aussi impactés par des aménagements du type Grands Lacs ou projet de la Bassée.

Les usages que l'on fait du bassin de la Seine, notamment anthropique, ont un impact sur le fonctionnement de l'écosystème de par les différents aménagements et développement du territoire. Réciproquement, le fonctionnement de l'écosystème influe sur les usages que l'on fait du bassin, par exemple une érosion du bassin versant crée des risques d'inondations et d'envasement des plages.

De manière à préserver l'écosystème et maintenir les usages actuels et futurs du bassin versant, il y a une nécessité de suivre et de mieux comprendre le fonctionnement du système Seine. C'est pourquoi, le projet PHRESQUES (Plan d'Harmonisation et de Renforcement du Suivi haute fréquence de la Qualité de l'Eau de la vallée de Seine) a été mis en place et a pour principal objectif de mettre en place un suivi en continu de la qualité de l'eau cohérent et innovant à l'échelle du continuum Seine.

1 Les réseaux existants

Il y a actuellement quatre réseaux indépendants qui existent, répartis sur trois compartiments du continuum (Figure 1).

Juste en aval de Paris, le réseau CarboSeine. C'est un réseau composé de trois stations de mesure, géré à la fois pour le PIREN Seine, l'IPGP et le SIAAP et ayant pour objectif d'évaluer et de mesurer les cycles biogéochimiques, ainsi que le métabolisme fluvial (bilan de la production et dégradation du carbone organique par le système). Ce réseau de trois bouées instrumentées, permet de mesurer 12 paramètres physico-chimique au pas de temps 15 minutes, ainsi que 7 paramètres météorologiques.

En estuaire, le réseau SYNAPSES est géré exclusivement par le GIP (Groupement d'Intérêt Public) Seine Aval. Le réseau est composé de 6 stations instrumentées et permet de mesurer 8 paramètres physico-chimiques au pas de temps de 5 minutes. Ce réseau a été installé dans le but d'évaluer les variations des flux sédimentaires au niveau de l'estuaire.

À l'interface estuaire/baie de Seine se situe le réseau D4-La Carosse géré par l'Ifremer et comporte 1 station de mesure. Cette station permet de mesurer 8 paramètres physico-chimiques, la météorologie ainsi que la houle et le courant. Tout comme les stations SYNAPSES, cette bouée a pour objectif d'évaluer les flux sédimentaires.

Le dernier réseau existant, le réseau SMILE, est situé en baie de Seine. Ce réseau de mesure comporte 1 station, cogéré entre l'université de Caen (UNICAEN) et le CREC (Centre de Recherche en Environnement Côtier). Dans le but d'évaluer les cycles biogéochimiques de la zone, la station de mesure fait l'acquisition de 6 paramètres physico-chimiques ainsi que des mesures météorologiques.

Malgré l'efficacité de ces réseaux et le nombre de données et mesures générées, ils n'ont pas les mêmes buts. Ce qui se traduit par une incohérence entre les démarches amont/aval. Cette incohérence crée des difficultés pour caractériser le fonctionnement global du système.

C'est pourquoi, le projet PHRESQUES souhaite créer un méta-réseau permettant de regrouper l'ensemble des réseaux existant et les faire travailler de concert.

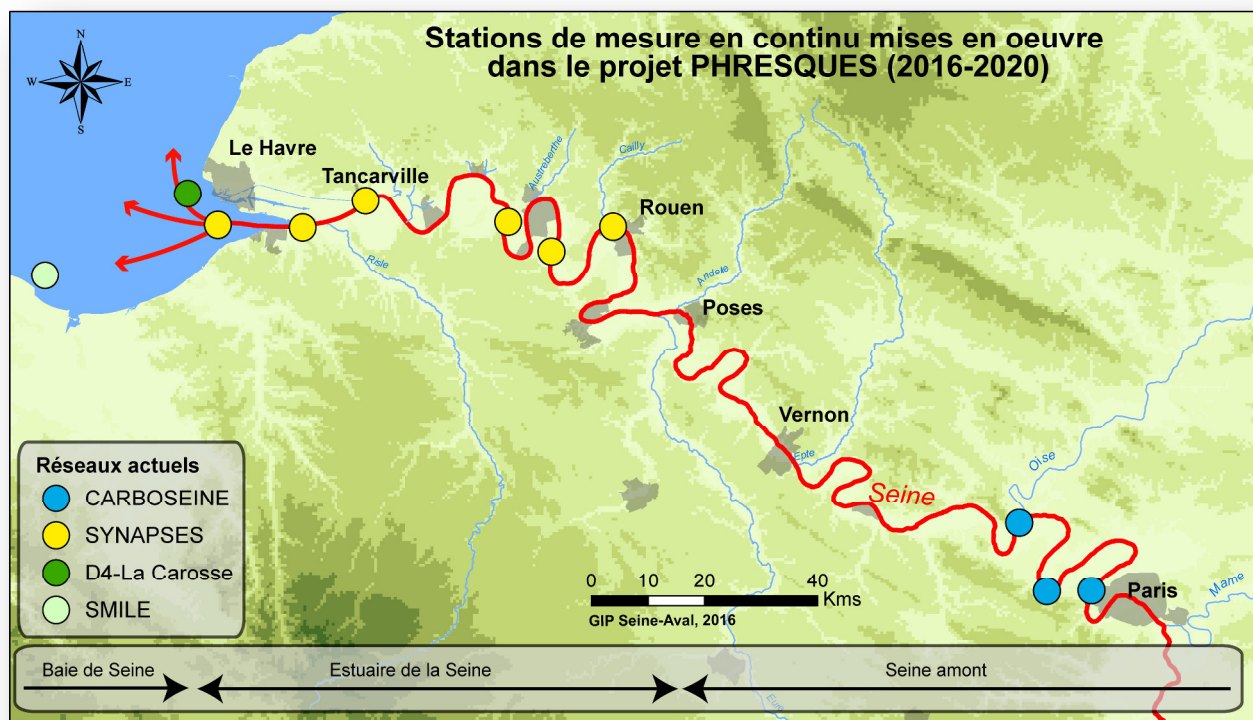


Figure 1. Les réseaux existant sur le continuum Seine

2 Les actions du projet

Le projet PHRESQUES se déroule en deux phases comprises respectivement entre 2016-2018 et 2018-2020. Ces deux phases s'articulent autour de quatre axes de travail. Cette partie du document se concentre surtout sur la première phase du projet (2016-2018).

2.1 Harmonisation des méthodes

Le but de cet axe de travail est multiple.

Premièrement, il y aura une mise en cohérence des mesures de productions primaires de manière à caractériser les évolutions de la biomasse phytoplanctonique à haute fréquence et de mieux caractériser les processus régissant le métabolisme du système Seine. Les différentes actions prévues sont, d'une part de mettre en place une méthode de calibration standard des fluorimètres multi-bandes adaptée aux spécificités Seine et d'autre part d'analyser des chroniques de biomasse de phytoplancton en fonction des autres données du réseau.

Deuxièmement, il y aura une mise en cohérence des mesures hydro-sédimentaires, de manière à quantifier les flux sédimentaires le long du continuum Seine et d'avoir une meilleure estimation des flux de contaminants chimiques associés. Pour ce faire, une méthode de calibration standard des turbidimètres adaptée aux spécificités de la Seine sera établie, des campagnes de mesures seront réalisées pour définir la représentativité des stations de mesure et une validation d'un prototype de préleveur automatique avec une calibration automatique sera effectuée.

La dernière partie de l'harmonisation des méthodes concerne la gestion des données. Une stratégie unique de gestion des données générées par les réseaux sera mise en place de manière à disposer d'un système unique de valorisation des données issues des réseaux. Plusieurs étapes sont nécessaires pour aboutir à un tel système, c'est pourquoi une analyse des différents systèmes de collectes et des gestions des données existants sera effectuée ainsi que la mise en place d'un portail web unique dédié au projet PHRESQUES.

2.2 Renforcement du suivi existant

L'axe de travail, concernant le renforcement du suivi existant, passe principalement par la mise en place d'une nouvelle station située à l'interface fleuve/estuaire. En effet, entre les stations CarboSeine juste à l'aval de Paris et les stations SYNAPSES à l'estuaire il n'y a aucune station, ce qui génère un manque de connaissance sur cette partie du continuum. Cette nouvelle station permettra, d'une part de faire le lien entre les stations CarboSeine et les autres du méta-réseau PHRESQUES, mais aussi d'avoir connaissance des caractéristiques de la masse d'eau à l'interface fleuve/estuaire.

Cette nouvelle station aura des caractéristiques similaires à celles composant le réseau CarboSeine.

Le renforcement passe aussi par la modernisation des stations existantes et surtout celle de D4-La Carosse qui n'est pas une station vouée à être pérenne. C'est pourquoi, cette station va bénéficier d'une pérennisation et d'une modernisation en ajoutant des capteurs biogéochimiques permettant la mesure de l'oxygène et de la biomasse phytoplanctonique via un capteur de fluorescence multi-bandes. La station D4-La Carosse est un point très important, car elle est située à l'interface estuaire/baie de Seine et permet d'étudier les échanges avec la baie.

2.3 Innovation

Le projet PHRESQUES comporte plusieurs innovations techniques (deux principales et deux en « option ») en termes d'utilisation de capteur haute fréquence à long terme.

D'une part, des tests sur des capteurs biogéochimiques seront effectués en estuaire afin de déterminer la qualité de réponse et la fiabilité des fluorimètres multi-bandes au cœur d'un estuaire. L'estuaire étant un milieu très dynamique tant en termes de puissance des courants qu'en termes de variabilité de la salinité et des matières en suspension, certains capteurs ne supportant pas ces conditions, nous nous devons de tester les capteurs que nous utilisons.

D'autre part, des tests de capteurs de carbones organiques dissous et de pression partielle de CO₂ seront effectués sur la future station fleuve/estuaire dans le but de vérifier la capacité des capteurs à être utilisés dans le cadre d'un réseau de mesure en continu. La mise en place de ce type de capteurs permettra d'affiner les bilans de phosphore et de biomasse algale.

Deux autres innovations sont prévues en « option » en fonction des moyens humains et du temps que nous pourrions y consacrer. La première est le suivi des sels nutritifs en continu sur la station interface fleuve/estuaire dans le but de quantifier les flux de sels nutritifs et de connaître la dynamique des ratios en sels nutritifs et de caractériser leurs relations avec les blooms phytoplanctonique. La seconde concerne l'utilisation de profileurs acoustiques pour mesurer les courants et les concentrations des matières en suspensions sur les stations fleuve/estuaire et en baie de Seine. L'objectif est de mieux connaître la répartition spatiale des courants et des matières en suspensions et en baie de Seine de mieux caractériser l'impact des vagues sur la remobilisation des sédiments.

3 Perspectives pour la seconde phase

La seconde phase prévue entre 2018 et 2020 permettra de concrétiser l'ensemble des tests et validations effectués en phase 1 (2016-2018) en permettant de déployer les capteurs de carbone organique dissous, de pression partielle de CO₂, le fluorimètre multi-bandes en estuaire, les capteurs de sels nutritifs et les ADCP.

Cette seconde phase verra la mise en place d'un système commun de gestion et valorisation web de la donnée.

De plus, trois nouvelles stations verront le jour afin de compléter le réseau existant. Deux stations situées à l'amont de Paris (sur la Seine et la Marne) pour permettre de mieux quantifier l'impact de l'agglomération parisienne sur la qualité de l'eau. Une station en estuaire, en complément des bouées SYNAPSES dont l'architecture est figée, afin de mieux caractériser le rôle épurateur de l'estuaire de la Seine.

Synthèse des mesures PHRESQUES à la fin des deux phases

Tableau 1. Synthèse des mesures mises en œuvre dans le cadre du projet PHRESQUES

	Mesures	8 stations sur 3 domaines couvert par Phresques					Suivi Homogène sur le continuum à l'issu de PHRESQUES	
		2 stations baie de Seine		1 station Estuaire	5 stations amont			
		SMILE (1)	D4 (1)	SYNAPSES (1*)	POSES (1)	CARBOSEINE (3)		Amont de Paris (1)
PHRESQUES (Phase 1 + Phase 2)	température	X	X	X	X	X	X	✓
	O2	X	X	X	X	X	X	✓
	conductivité	X	X	X	X	X	X	✓
	pH	X	X	X	X	X	X	✓
	turbidité	X	X	X	X	X	X	✓
	chlorophyle A multi classe d'algues	X	X	X	X	X	X	✓
	pCO2 & CDOM	X	X	X	X	X	X	✓
	sels nutritifs P	+		X	X	X	X	✓ sauf D4
	sels nutritifs N	+			+		+	Option
	météo	X	X	X	X	X	X	✓
courant & MES (acoustique)	+	+		+		+	Option	

X = Actuellement opérationnel	X = Installation en 1ere phase	X = Installation en 2ieme phase	+ = Option
-------------------------------	--------------------------------	---------------------------------	------------

(x) = nombre de station

* : une seule des 5 stations SYNAPSES évoluera dans le cadre de PHRESQUES

La Tableau 1 permet de résumer l'ensemble des mesures qui seront effectuées d'ici la fin du projet PHRESQUES. Ces mesures et ce méta-réseau permettront un suivi homogène des paramètres caractérisant le fonctionnement de l'écosystème sur 400 km du continuum Seine en évaluant les cycles biogéochimiques et les flux sédimentaires de l'amont de Paris jusqu'à la baie de Seine.