



Du bassin à la baie de Seine

Le bassin de la Seine

Le bassin versant de la Seine est presque entièrement situé dans le bassin parisien, vaste formation géologique constituée d'un empilement de roches calcaires, argileuses et sableuses déposées aux ères secondaire, tertiaire et quaternaire. Le relief de ce bassin est peu accidenté et l'altitude moyenne est faible (<300m). La structure géologique contrôle le tracé du réseau hydrographique de surface qui se compose de cours d'eau à faible pente, coulant globalement de l'est vers l'ouest en incisant les formations sédimentaires. Ce système « Seine » représente 23 000 km de cours d'eau au travers desquels s'écoulent 14 milliards de m³ d'eau par an. La Seine prend sa source à 471m d'altitude sur le plateau de Langres (Champagne-Ardenne) et s'écoule sur 776 km jusqu'à son embouchure normande. Ses principaux affluents (Aube, Marne, Yonne, Oise, Eure) ont un régime hydrologique similaire au sien, avec des débits maximaux atteints en hiver et des étiages en été [Figure 1 ; Billen *et al.*, 2009 ; Viennot *et al.*, 2009].

d'infrastructures pour le transport des biens, la fourniture d'énergie et l'élimination des déchets [Billen *et al.*, 2009]. Ce territoire assure 50% du trafic fluvial français, 40% de l'activité économique et 30% de l'activité agricole nationale. En matière d'occupation du sol, les territoires artificialisés représentent 7,1% de la superficie totale du bassin versant de la Seine, les territoires agricoles 66,5%, les forêts et les milieux semi-naturels 25,6%, les zones humides et les surfaces en eau 0.7%.

Ce vaste bassin versant constitue un véritable concentré de pressions anthropiques (industrialisation, urbanisation...) dont les impacts physico-chimiques (micropolluants, flux de nutriments et de pesticides issus de l'agriculture, assainissement des zones urbanisées...) et morphologiques (artificialisation des berges) se font sentir sur le fleuve et l'estuaire et même jusqu'en baie de Seine.

Le bassin versant de la Seine représente 12% de la superficie nationale. 17,5 millions de personnes vivent sur ce territoire de 78600 km², soit plus du quart de la population française (2011). Cette population, à 85% urbaine, se concentre dans l'agglomération parisienne (10 millions d'habitants), le long de l'axe Seine et des grands affluents (Aube, Marne, Yonne, Oise) et à son embouchure avec les agglomérations de Rouen puis du Havre. D'abord aménagé pour répondre aux besoins fondamentaux croissants de ses habitants (produire la nourriture, assurer le logement et fournir les équipements), le bassin de la Seine a également assuré son développement par la mise en place

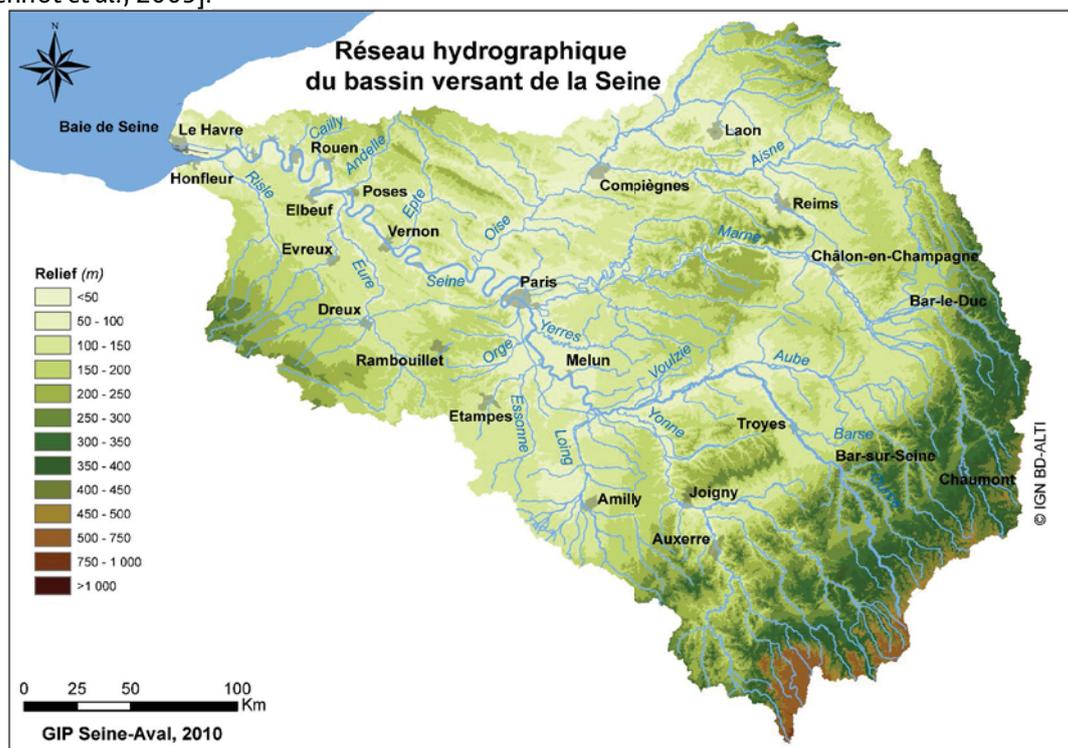


Figure 1 : Réseau hydrographique du bassin versant de la Seine.



Du bassin à la baie de Seine

Enjeux liés à l'estuaire de la Seine

L'estuaire de la Seine compose l'interface hydrologique entre le bassin versant amont et la baie de Seine. Cet aspect physique n'est qu'un des nombreux liens tissés par l'estuaire entre les territoires amont et aval qui se trouvent en interrelation pour de nombreux aspects de leur développement. Sont ci-après repris quelques exemples de ces relations et des enjeux qui en découlent.

Un axe de transit fluviomaritime

Dans l'estuaire de la Seine, deux Grands Ports Maritimes (GPM) sont présents : celui du Havre à l'embouchure et celui de Rouen, plus en amont. L'activité de ces ports est directement liée à l'activité sur le bassin versant et à la position de l'estuaire sur l'une des routes maritimes les plus fréquentées du monde (20 % du trafic mondial) [Cumunel & Guingand, 2012].

L'activité agricole menée sur le bassin versant de la Seine est ainsi en grande partie exportée (notamment les cultures de céréales - blé, orge - et d'oléoprotéagineux - colza, pois - sur les plateaux de la Beauce), avec un rôle majeur joué par le port de Rouen, 1er port d'exportation céréalière en Europe. Il réceptionne dans ses silos les céréales amenées principalement par voie routière (70 %) mais aussi par voie fluviale (20 %) et voie ferrée (10 %). Il les exporte ensuite, en majorité vers l'Afrique du Nord, via l'estuaire de la Seine [GPMR, 2012 ; IPCHN, 2008 ; Schott, 2009].

En termes d'import, c'est la capitale qui représente le principal besoin en marchandises diverses, avec un rôle majeur du trafic de conteneurs réalisé par le port du Havre (23,1 Mt), connecté à plus de 500 ports dans le monde [GPMH, 2013]. La navigation fluviale sur la Seine et ses affluents (barges et péniches) assure une partie de la redistribution de ses marchandises vers les sites de consommation. L'approvisionnement en produits issus du raffinage du pétrole dépend également du port du Havre qui réceptionne 39,7 Mt de produits pétroliers en provenance de l'étranger, redistribués ensuite par un réseau de pipe-lines [MEDDE, 2012a].



Navigation dans l'estuaire de la Seine (crédits photos : GIP Seine-Aval)



Un rôle important pour différents secteurs industriels

La vallée de la Seine a historiquement joué un rôle majeur dans l'approvisionnement et la production d'énergie, avec une activité pétrolière présente dès 1860 et un essor du raffinage dans les années 1930, avec des importations massives en pétrole brut américain. Suite à la découverte de nouveaux procédés, les premières usines pétrochimiques sont fondées en 1955 sur la rive gauche de Rouen (Petit-Couronne et Petit-Quevilly) avec un développement qui s'étend sur les zones industrielles du Havre et de Port-Jérôme. En peu de temps, la vallée de la Basse-Seine s'affirme comme le plus grand pôle pétrochimique français [IPCHN, 2008]. Concernant l'énergie électrique, six réacteurs nucléaires sont implantés sur le littoral de Seine-Maritime (centrales de Paluel et Penly) qui est un département exportateur d'électricité. Deux réacteurs nucléaires (Nogent-sur-Seine) et plusieurs centrales à combustible fossile (Le Havre, Porcheville, Vitry-sur-Seine) sont également présents le long de la Seine et alimentent les territoires proches. Les énergies renouvelables sont peu présentes dans la vallée de la Seine et sont essentiellement développées en amont du bassin (parcs éoliens) et en île de France (valorisation de

la biomasse) [CGDD, 2012]. La baie de Seine offre des opportunités de développement de ces énergies avec des projets de parc d'éoliennes offshore, des prototypes d'hydroliennes et houlomoteurs, des projets de recherche sur l'énergie thermique des mers et la pression osmotique [MEDDE, 2012b ; Kalaydjian, 2012b].

L'extraction de granulats est également un secteur mettant en lien le bassin de la Seine, son estuaire et sa baie. L'exploitation des gisements de sables et graviers déposés par la Seine depuis des millénaires dans son lit majeur alimente en effet l'industrie des travaux publics et du bâtiment des régions proches. La proximité des carrières avec la Seine facilite le chargement sur les péniches ou les barges qui assurent 35% du trafic des granulats et qui alimentent notamment la région parisienne [IPCHN, 2008]. Des sites d'exploitation et de prospection de matériaux siliceux sont également présents en baie de Seine, qui pourrait devenir une zone d'extraction majeure à l'avenir [Kalaydjian, 2012a].



Industrie liée à l'énergie dans l'estuaire de la Seine (crédits photos : GIP Seine-Aval)



Ballastière en Seine (C.Lévêque)

Une pression du bassin versant qui impacte l'estuaire et la baie

Le bassin versant de la Seine concentre de nombreuses activités industrielles (industries de transformation pétrochimiques, chimiques et de papeterie, industries manufacturières d'automobile, aéronautique et mécanique, raffineries,...), agricoles (culture, élevage) et une forte pression urbaine. Ces activités sont sources de substances potentiellement dangereuses qui sont véhiculées dans le réseau hydrographique par le biais des rejets aqueux ou des écoulements sur le sol, jusqu'à l'estuaire et leur export en baie de Seine. La présence de ces substances dans l'eau peut en altérer la qualité sous diverses formes : eutrophisation, présence de substances toxiques (micropolluants minéraux ou organiques), présence de micro-organismes pathogènes (bactéries, virus, parasites), présence de macro-déchets, etc.

Les nutriments (azote, phosphore) jouent ainsi un rôle majeur dans les phénomènes de blooms

phytoplanctoniques observés en baie de Seine, et les flux arrivant de la Seine sont majoritaires pour ce secteur. Aux apports diffus d'origine agricole (environ 2/3 des apports pour les nitrates) qui sont entraînés vers les nappes et les eaux superficielles, s'ajoutent les sources domestiques qui diminuent progressivement grâce aux améliorations des performances épuratoires des stations [Martin *et al.*, 2012].

Concernant les micropolluants chimiques (Métaux, HAP, PCB,...), les concentrations parfois élevées dans l'estuaire

- 1) sont responsables d'effets toxiques sur les organismes aquatiques : effets sur le génome, sur le système nerveux, sur la reproduction et le développement,... [Poisson *et al.*, 2011] ;
- 2) peuvent avoir des conséquences sanitaires par la consommation des produits de l'estuaire ou de la mer [Leblanc, 2006 ; Bocquené *et al.*, 2012] ;
- 3) impactent l'activité de pêche, avec l'édiction d'arrêtés préfectoraux interdisant la pêche des anguilles et des sardines en baie de Seine et la pêche de toutes les espèces de poisson en estuaire (de Poses à l'embouchure), en vue de la consommation humaine ou animale [Préfecture 76 ; Préfecture 27].



Du bassin à la baie de Seine

La baie de Seine

La baie de Seine correspond à la portion de Manche qui s'étend entre le pays de Caux à l'est et la presqu'île du Cotentin à l'ouest. C'est l'exutoire de la Seine, mais aussi de nombreux fleuves côtiers (Orne, Dives, Touques, Saône, Yères, Scie, Valmont,...). Le littoral de la baie de Seine présente une grande variété et les paysages contrastés révèlent l'histoire géologique de la région, entre massif armoricain et bassin parisien. Cette bande côtière a été façonnée au quaternaire, sous l'influence combinée de la Manche et du réseau hydrographique continental dominé par la Seine. La nature des côtes est variée avec, à l'est, les côtes à falaises de Haute-Normandie qui dominent, au sud, une alternance de côtes basses sableuses et de falaises, et à l'ouest, des côtes sableuses comme la baie des Veys. Les interfaces hydrologiques entre le milieu marin et le milieu continental sont principalement constituées par des estuaires de plus ou moins grande importance par lesquels s'écoulent les apports en eaux douces à la baie [Figure 2 ; Guérin *et al.*, 2003].

Les caractéristiques principales de la baie de Seine sont [Lazure & Desmare, 2012 ; Le Cam & Baraer, 2012 ; Le Gall *et al.*, 2003] :

- une faible profondeur (<30 mètres) ;
- des marées à l'amplitude très importante (>10m) ;
- des courants complexes (rotatifs au large, alternatifs et plus rapides à proximité des côtes ; vitesse du flot supérieure à celle du jusant ; globalement d'ouest en est mais des écarts marqués sont notés à l'embouchure de la Seine entre les courants de surface dirigés vers l'ouest puis vers le nord et les courants de fond dirigés vers l'estuaire) ;
- une hauteur de vague moyenne d'environ 1m et pouvant atteindre 3m en hiver pour des vents de nord-est ;
- une salinité proche de 35‰ (excepté au voisinage des côtes et aux embouchures des fleuves où elle est plus faible du fait des apports continentaux en eau douce) ;
- une température variant entre 16°C et 18°C en été et entre 8°C et 10°C en hiver ;
- des vents forts de secteur ouest à sud-ouest formant

une houle participant à l'érosion de falaises haut-normandes ;

- des fonds principalement sablo-graveleux avec des faciès s'affinant vers l'embouchure de la Seine.

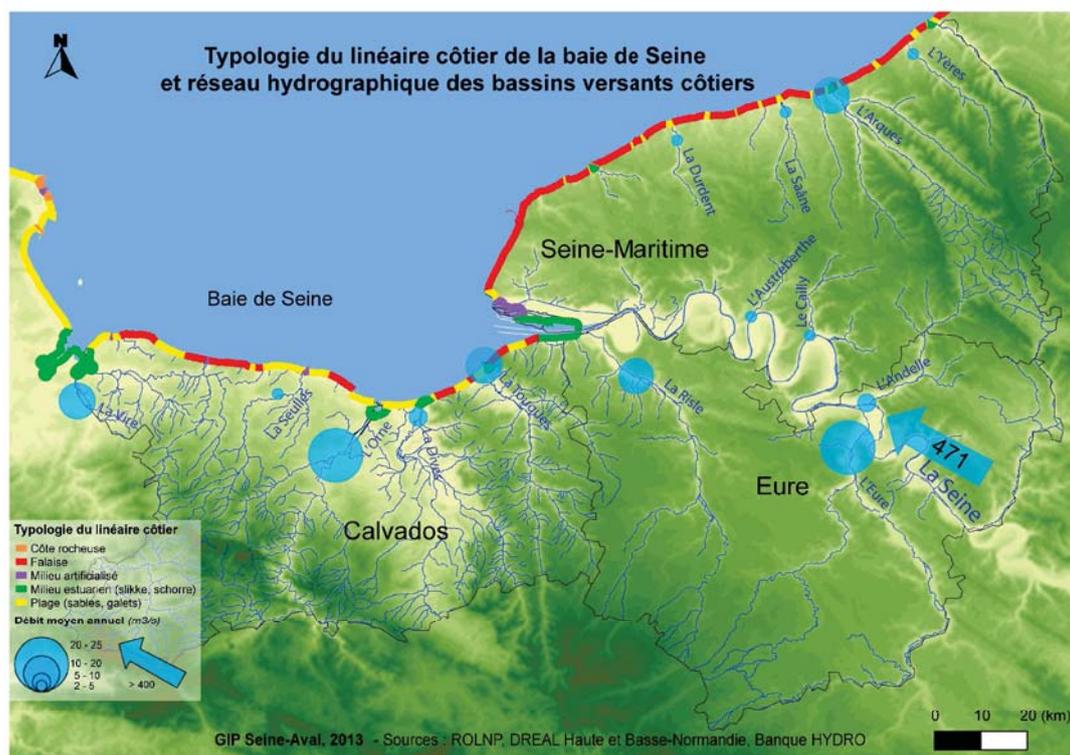


Figure 2 : Baie de Seine : nature des côtes et apports en eaux douces.



Du bassin à la baie de Seine

Sources et méthodes

Figure 1

Le bassin versant de la Seine est la portion de territoire drainée par la Seine et ses affluents. Le relief et le réseau hydrographique sont représentés sur cette figure.

[Source des données : IGN BD-ALI ; SANDRE]

Figure 2

Cette figure représente plusieurs éléments intéressant la baie de Seine : 1) la nature du littoral ; 2) la topographie des bassins versants littoraux ; 3) les principaux apports en eaux douces à la baie.

[Source des données : SHOM ; ROLNP ; IGN BD-ALI, SANDRE, Banque HYDRO]

Références Bibliographiques

- Agence des Aires Marines Protégées (AAMP), 2012. Agriculture. Contribution thématique à la Directive Cadre Stratégie sur le Milieu Marin – Sous-région marine Manche-mer du Nord.
- Billen G., Sylvestre M., Barles, S., Mouchel J.-M., Garnier J., Curie F., Boët P., 2009. Le bassin de la Seine : Découvrir les fonctions et les services rendus par le système Seine. Programme PIREN-Seine. Agence de l'eau Seine-Normandie, Honfleur. 51p.
- Bocquené G., Abarnou A., Boulon A.I., Dallet M., Stril P., Bourretz O., 2012. Projet RISKENSEINE : Risque sanitaire et environnemental d'origine chimique dans l'estuaire de la Seine. Projet Seine-Aval4, 114p.
- Cumunel C. & Guingand A., 2012. Transport maritime et ports. Contribution thématique à la Directive Cadre Stratégie sur le Milieu Marin – Sous-région marine Manche-mer du Nord.
- Grand Port Maritime du Havre (GPMH), 2013. Le Havre Port – Connecting Europe. [en ligne] www.havre-port.fr
- Grand Port Maritime de Rouen (GPMR), 2012. Présentation du port. [En ligne] <http://www.rouen.port.fr/presentation-port-de-rouen.html>
- Inventaire du Patrimoine Culturel région Haute-Normandie (IPCHN), 2008. Le paysage industriel de la Basse-Seine. Edité par Connaissance du Patrimoine de Haute-Normandie sous la direction de Claire Etienne. Collection Images du patrimoine, n°249. ISSN n°0299-1020, 264p.
- Kalaydjian R., 2012a. Extraction de matériaux marins. Contribution thématique à la Directive Cadre Stratégie sur le Milieu Marin – Sous-région marine Manche-mer du Nord.
- Kalaydjian R., 2012b. Production d'énergie. Contribution thématique à la Directive Cadre Stratégie sur le Milieu Marin – Sous-région marine Manche-mer du Nord.
- Lazure P. & Desmare S., 2012. Courantologie. Contribution thématique à la Directive Cadre Stratégie sur le Milieu Marin – Sous-région marine Manche-mer du Nord.
- Leblanc JC (coord.), 2006. Etude des Consommations ALimentaires de produits de la mer et Imprégnations aux éléments traces, Polluants et Oméga 3 (CALIPSO). AFSSA-DGAI-INRA, 162p.
- Le Cam H. & Baraer F., 2012. Climatologie marine. Contribution thématique à la Directive Cadre Stratégie sur le Milieu Marin – Sous-région marine Manche-mer du Nord.
- Le Gall J., Dugué O., Rodet J., Bretel P., Lesueur P., 2003. La Normandie physique. pp. 9-104. in Guérin A., La Normandie – la géologie, les milieux, la faune, la flore, les hommes. Libris (Grenoble). 359p.
- Martin D., Branelléc C., Bourrain X., Beauvais S., Blanck A., Giacomini E., 2012. Analyse des sources directes et chroniques en nutriments, en matières en suspension et en matière organique vers le milieu aquatique. Contribution thématique à la Directive Cadre Stratégie sur le Milieu Marin – Sous-région marine Manche-mer du Nord.
- Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie, 2012a. Directive Cadre Stratégie pour le Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie, 2012b. Bilan annuel des ports et des voies navigables. Résultats 2011. [En ligne] <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Bilan-annuel-du-traffic-portuaire-.html>
- Poisson E., Fisson C., Amiard-Triquet C., Burgeot T., Couteau J., Dur G., Durand F., Forget-Leray J., Letendre J., Souissi S., Xuereb B., 2011. Effets de la contamination chimique. Des organismes en danger ? Fascicule Seine-Aval 2.7, 68p. ISBN 2-84834-059-2
- Schott C., Mignolet C., Benoît M., 2009. Agriculture du bassin de la Seine : Découvrir l'agriculture du bassin de la Seine pour comprendre les enjeux de la gestion de l'eau. Programme PIREN-Seine. Agence de l'eau Seine-Normandie, Honfleur. 78p.
- Viennot P., Ducharme A., Habets F., Lamy François, Ledoux E., 2009. Hydrogéologie du bassin de la Seine : Comprendre et mieux anticiper le fonctionnement hydrodynamique du bassin pour une gestion durable de la ressource. Programme PIREN-Seine. Agence de l'eau Seine-Normandie, Honfleur. 55p.

Cette fiche thématique s'intègre dans le système d'observation de l'état de santé de l'estuaire de la Seine. Elle est éditée par le Groupement d'Intérêt Public Seine-Aval - Pôle Régional des Savoirs - 115 boulevard de l'Europe - 76100 Rouen www.seine-aval.fr

Conception, rédaction : GIP Seine-Aval - Président : Dominique Gambier - Directrice : Karine Ladiray-Gonçalves
Contact : gipsa@seine-aval.fr - Infographie : Quai 24, Le Havre - Crédits photos : GIP Seine-Aval

Le GIP Seine-Aval est financé par :

