

4.2.1.3. DESCRIPTION DES FACIES PROCHES DES BARRAGES – POTENTIALITES SALMONICOLES

En 2003, Aquascop réalise une description du secteur Roche Qui Boit - Beuvron et sur le secteur amont de la confluence Airon à St Hilaire du Harcouët (1.8 km). Sur le secteur aval en dehors de ce linéaire étudié, il est considéré que la rivière est modifiée par les ouvrages de Ducey et Quincampoix ou tributaire du fonctionnement estuarien.

Sur le secteur aval les faciès lotiques représentent 43% du linéaire. Le secteur Pont du bateau-Signy étant le secteur à plat courant et radier majoritaire. Les berges sont hautes (pour certaines supérieures à 2 m) et indiquent un encaissement du lit mineur (incision). Le secteur est ombragé avec un linéaire de ripisylve quasi-continu. Le recouvrement important de la rivière par les herbiers à renoncules entraîne un colmatage du substrat. Le secteur proche de la Roche Qui Boit est largement dominé par un substrat très grossier jusqu'au Pont du bateau indiquant un déficit du transport solide

Sur le secteur amont des barrages, qui a été étudié, la part lentique est majoritaire avec 75 % des faciès identifiés. Les pentes sont faibles avec un recouvrement de renoncules élevé rendant le secteur relativement colmaté. Les berges moins hautes sont régulièrement constituées d'une ripisylve génératrice de matière organique sur un secteur où les pentes contribuent au stockage de celle-ci sur place (colmatage).

4.2.2. TRANSPORT SEDIMENTAIRE - EROSION ET SEDIMENTATION SUR LE COURS DE LA SELUNE

4.2.2.1. TRANSPORT SOLIDE ET GRANULOMETRIE

En dehors des retenues (traitées ultérieurement) qui ont fait l'objet d'études spécifiques sur l'envasement, il n'existe pas d'études spécifiques sur les notions de transport solide. Néanmoins, il existe des données des années 2002 sur l'état des érosions de berges (Bessin, 2002). Il n'existe pas d'études spécifiques sur la granulométrie sur le cours de la Sélune.

4.2.2.2. PHENOMENES D'EROSION

Certaines observations tendent à montrer un possible élargissement du lit dans certains secteurs à l'aval des barrages (Goulmy - FDPPMA 50 - 2010). Des constats d'érosion sont connus sur le secteur aval du barrage mais également sur le secteur de St Hilaire du Harcouët. Enfin, en lien avec l'effet barrage des retenues, le secteur de Virey en queue de la retenue de Vezins est associé à un large dépôt (ce constat est détaillé par la suite).

En 2002, une reconnaissance exhaustive du secteur aval des barrages a été réalisée afin de mettre en œuvre le programme pluriannuel de travaux d'entretien (Bessin, 2002). A ce titre 26 encoches d'érosion (ponctuelles et jusqu'à 100m) ont été contactées sur ce tronçon.

L'étude 2004 Aquascop illustre un déficit de graves sur le secteur aval des barrages et des phénomènes d'incision du lit mineur

4.2.2.3. PUISSANCE SPECIFIQUE DE LA SELUNE

Les puissances spécifiques mentionnées ci-dessous ont été produites dans le cadre d'une crue morphogène (crue biennale). L'interprétation de ces valeurs ne peut uniquement se faire qu'en termes de tendances naturelles :

Le tronçon en aval des barrages présente pour un débit morphogène une faible capacité naturelle à la divagation. La puissance spécifique de ce tronçon atteint 32 W/m². Les méandres sont larges et la pente est faible.

La partie centrale, qui correspond aux secteurs aval des retenues présente un cours méandriforme rapproché avec un fort encaissement en fond de vallée. La puissance spécifique sur ce secteur atteint 69 W/m² avec une forte pente. La tendance naturelle aux phénomènes d'érosion et de divagation est relativement forte, dans les limites de l'encaissement de la vallée.

Le secteur amont depuis Virey présente un profil de pente atténué dans un relief de plateau avec un cours plus rectiligne. La puissance spécifique sur ce secteur atteint 28 W/m² et indique une plus faible tendance aux phénomènes de mobilité et divagation du lit.

4.2.3. ENVASSEMENT DES RETENUES

4.2.3.1. CARACTERISTIQUES SEDIMENTAIRES

4.2.3.1.1. RETENUE DE VEZINS

Les sédiments accumulés dans les retenues depuis la création des barrages ont fait l'objet de plusieurs analyses. Une étude est en cours sur les sédiments (échantillonnage exhaustif de 153 points sur les deux retenues avec analyse granulométrique et physico-chimique : d'après IDRA 2011 – localisation des points d'échantillonnage en annexe 6).

Les analyses granulométriques sont uniquement basées sur la fraction fine allant des argiles aux sables. La fraction constituée par des particules supérieures à 2 mm n'a pas fait l'objet d'un tri et constitue donc une classe à part. Néanmoins, cette fraction semble principalement constituée de graviers.

La répartition longitudinale des différentes fractions granulométriques dans la queue de retenue de Vezins est détaillée dans le graphique ci-après :

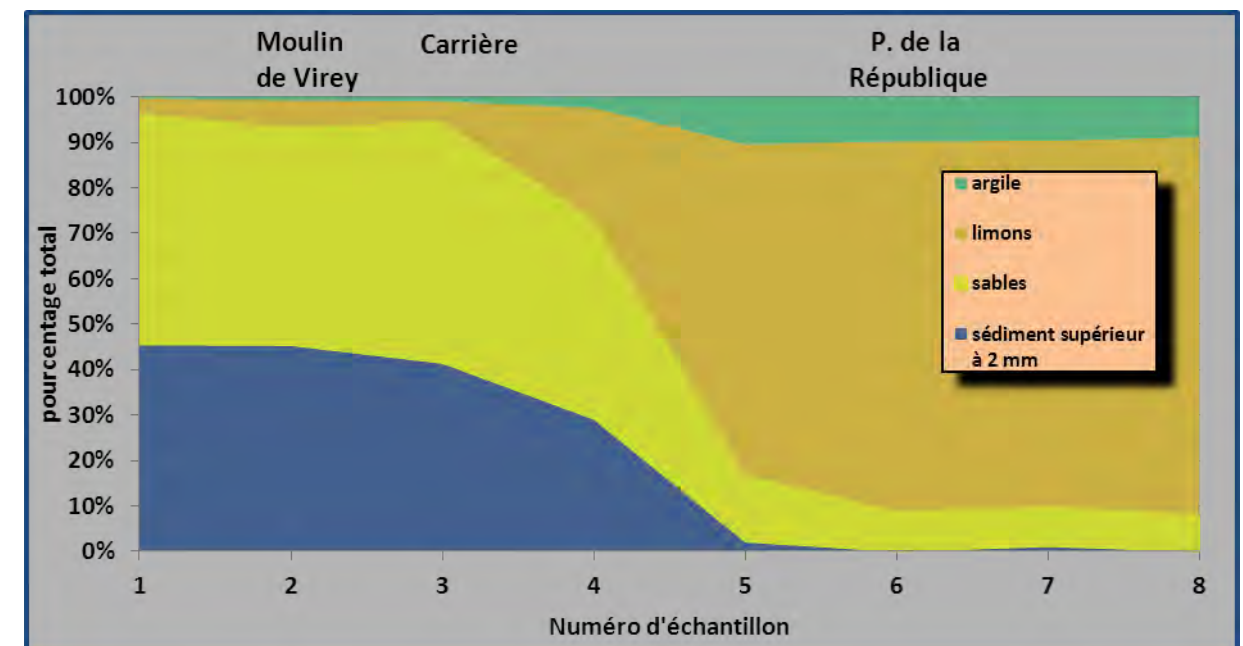


Fig. 33. REPARTITION GRANULOMETRIQUE DES SEDIMENTS EN QUEUE DE VEZINS

Dans ce secteur on distingue trois zones qui illustrent le tri granulométrique (du plus grossier au plus fin en fonction de la puissance du transport qui s'amenuise) :

- une section amont entre les points 1 et 3 où le sédiment est constitué pour moitié de sable et pour moitié de sédiments plus grossiers,
- une section aval à partir du point 5 où les limons constituent la classe dominante des sédiments,
- un secteur médian entre les points 3 et 5 avec une transition brutale entre les deux situations (passage de sédiments grossiers à fins)

C'est dans cette zone que le remous de Vezins a la plus grande influence sur la sédimentation. L'élargissement de la section et la diminution de la pente d'eau induit une perte rapide d'énergie qui se traduit par une sédimentation massive. Dans ce secteur la répartition des sédiments n'est sans doute pas identique sur toute la hauteur des dépôts.

L'hydrologie et la gestion des niveaux d'eaux peuvent induire des processus d'érosion et de dépôt, qui peuvent produire un empilement de placages de natures différentes (Chantepie, 1993). La gestion actuelle de la retenue avec une cote d'exploitation maximale abaissée de 2 mètres en période hivernale permet certainement une remobilisation dans le secteur le plus en amont ce qui minimise l'importance des dépôts.

En dehors de la queue de retenue les caractéristiques granulométriques des sédiments sont stables. Les sédiments grossiers au-delà de 2 mm sont quasi absents et dépasse rarement 1%. Ils n'ont donc pas été pris en compte.

- Dès le point 5, les limons forment la classe majoritaire entre 70 et 80%.
- La classe des argiles marque une augmentation progressive tout le long de la retenue avec des valeurs comprises entre 5 et 20%
- La classe des sables oscille en dessous de 10% sauf pour les échantillons 11 à 15 où leur part représente environ 20% des échantillons.

Les sédiments fins (argiles, limons) peuvent s'agréger sous forme de flocons (eau et particules) et rester en suspension même lorsque le courant est faible ou nul. Selon différents auteurs (Migniot, 1968 ; Gratiot and Manning, 2004 ; et Maggi, 2009) dans les écosystèmes naturels, ces propriétés sont favorisées par les sels dissous et l'activité biologique. Cette propriété explique en partie la dispersion relativement homogène des fines le long des deux retenues.

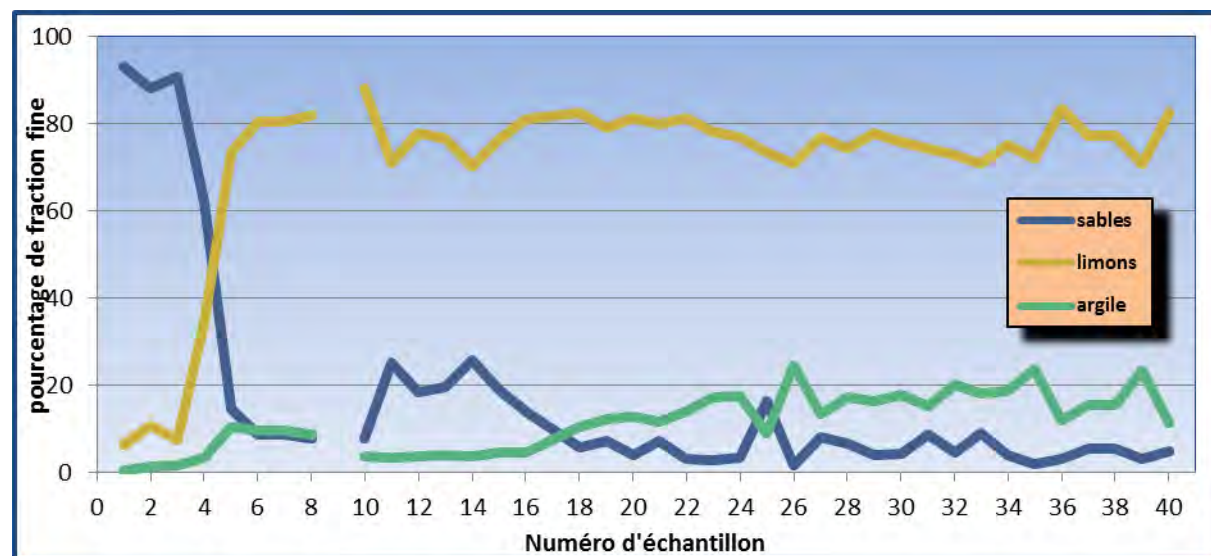


Fig. 34. REPARTITION GRANULOMETRIQUE DES SEDIMENTS EN QUEUE DE VEZINS

4.2.3.1.2. RETENUE DE LA ROCHE QUI BOIT

Sur le barrage de la Roche qui Boit, la part des sédiments les plus grossiers est très faible (moins de 10%). Le graphique suivant illustre également le processus du tri granulométrique.

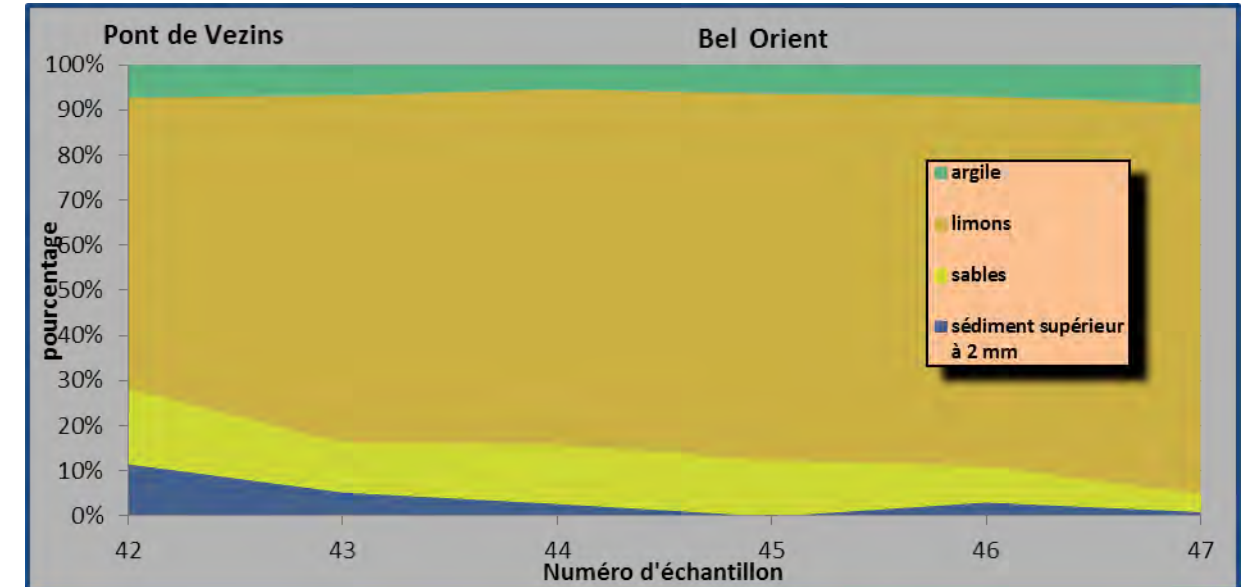


Fig. 35. REPARTITION GRANULOMETRIQUE DES SEDIMENTS DANS LA RETENUE DE LA ROCHE QUI BOIT

4.2.3.2. EVALUATION DU VOLUMES DE VASES

La caractérisation du niveau des vases contenu dans les barrages a été appréhendée à partir de différentes études, qui ont été menées depuis 1993 (dernière vidange des retenues) jusqu'en 2004 par le BRGM, EDF et l'INSA.

Différentes investigations ont été mises en place se caractérisant à chaque fois par un certain nombre de limites. Les bathymétries ne permettent pas de statuer d'une manière précise sur le niveau de sédimentation à cause du défaut de référentiel topographique et/ou bathymétrique fiable (d'après EDF 2004). Les résultats des sédimentomètres (INSA 1999) sont largement dépendants de l'hydrologie.

Au vu de ces limites, il est nécessaire d'interpréter les résultats suivants comme des tendances et des indications avec beaucoup de prudence :

4.2.3.2.1. TAUX DE SEDIMENTATION

- Il est considéré comme variable selon l'hydrologie avec une variation de 1,5 cm/an en année sèche et 2.9 cm/an en année pluvieuse.
- Le taux de sédimentation décroît de l'amont vers l'aval des retenues. Sur Vezins il est estimé à 4 cm/an en queue de retenue pour 1cm/an au droit du barrage. Sur La Roche qui boit, la sédimentation atteindrait 3 cm /an en queue de retenue pour 2 cm/an au droit du barrage.
- L'étude BRGM qui s'est attachée à produire une analyse sur la période 1933-1993 estime un taux de sédimentation moyen de 2.5 cm / an / m²

4.2.3.2.2. LOCALISATION ET HAUTEUR DES DEPOTS

Les dépôts se font préférentiellement au sein de l'ancien lit mineur de la Sélune. Les épaisseurs sont estimées entre 1.3 et 1.9 m au niveau du pont de la République (Retenue de Vezins) et supérieur à 1 m au niveau du pont de Dorière (Retenue de la Roche qui Boit). Sur les queues de retenue, les dépôts se font au-delà du lit mineur, ce constat est directement visible avec l'abaissement de la cote d'exploitation en hiver. Les observations (prises de vues) réalisées au cours de la vidange de 1993 indiquent des hauteurs d'envasement très importantes sur les secteurs proches des barrages (supérieurs à 2 m)

4.2.3.2.3. ESTIMATION DU VOLUME DE VASES – LA VIDANGE DE 1993

Deux principales estimations ont été réalisées:

- Sur Vezins, EDF s'appuie sur l'évolution de la capacité des retenues entre 1947 et 2003 et statue sur un volume de 1 400 000 m³ (+-15%) ce qui représenterait une épaisseur d'environ 0.9 m.
- Le BRGM en 1993 propose un volume supérieur avec une estimation à 1 300 000 m³ (+-15%) après vidange (et donc sans le volume de vases, qui a été mobilisé lors de la vidange). Cette estimation se base sur les levés topographiques réalisés après vidange. Sur la Roche qui boit, le BRGM propose une estimation à 295 000m³.

Ces estimations restent des hypothèses qui ne peuvent être réellement validées. L'approche du BRGM sur la période d'assec des barrages semble plus fiable. Le volume actuel peut donc être rapproché de ces valeurs en ajoutant le volume stocké sur ces quinze dernières années.

Lors de la phase d'assec de la dernière vidange complète réalisée en 1993, une crue estivale décennale s'est produite et a abouti à une importante érosion des stocks de sédiments contenus dans le barrage de Vezins. Ces remises en suspension ont ponctuellement atteint des concentrations de 100 g de sédiments par litre en aval des barrages. Le volume de vases est cependant inconnu.

4.2.4. BAIE DU MONT SAINT MICHEL : COURANTOLOGIE ET TRANSPORT SEDIMENTAIRE

4.2.4.1. FONCTIONNEMENT GENERAL DE LA BAIE

La baie du Mont Saint Michel est délimitée à l'Ouest par la pointe du Grouin à Cancale, et au Nord par la pointe du Roc à Champeaux. Ce secteur est communément appelé la grande baie au contraire de la petite baie, qui est caractérisée par le fond de baie qui est la partie orientale de la baie. C'est la partie estuarienne de la baie où se jettent les trois fleuves : le Couesnon la Sée et la Sélune. A marée basse, cette zone est complètement découverte et forme un large estran.

Une des caractéristiques majeure de la baie est la forte amplitude des marées. Celle-ci est soumise à un régime dit « mégatidal », où le marnage dépasse 5 mètres lors des marées de coefficient 75. En vive eau moyenne, l'amplitude de la marée passe de 7 m environ à l'entrée du Golfe Normand Breton à plus de 12 mètres aux abords de la grande baie entre CANCALE et GRANVILLE. En période de vive eau, la marée pénètre profondément à l'intérieur des terres : jusqu'en amont d'AVRANCHES pour la Sée, de PONTAUBAULT pour la Sélune et avant la construction du barrage de La Caserne, jusqu'en pays d'ANTRAIN pour le Couesnon. La laisse de basse-mer décrit un grand arc de cercle entre la pointe de Carolles et la pointe du Grouin de CANCALE.

| | COEFF 45 | COEFF 95 | COEFF 120 |
|--------------------------------------|----------|----------|-----------|
| Marnage théorique (en m) à Granville | 5.25 | 11.35 | 14.50 |



Fig. 36. LOCALISATION DE LA LAISSE DES PLUS BASSES MERS - SOURCE : EI PROJET DE RETABLISSEMENT DU CARACTERE MARITIME DU MONT-SAINT-MICHEL JUIN 2002

4.2.4.2. HYDRODYNAMIQUE DANS LA PETITE BAIE

Les courants de marée peuvent être décrits de la manière suivante :

- Les courants de flot qui pénètrent dans la petite baie du Mont Saint-Michel ne peuvent se produire, compte-tenu des profondeurs, qu'à partir de la mi-marée.
- La durée du flot ne peut dépasser 2 heures et ½ à 3 heures environ.
- Les courants empruntent tout d'abord les dépressions, puis s'étalent progressivement sur les bancs limitrophes et remontent vers le fond de la baie avec des vitesses très importantes pouvant atteindre 2 m/s.

Cette propagation peut se faire notamment au Nord de Tombelaine, sous l'aspect d'une lame d'eau de 0,20 m d'épaisseur qui s'amplifie au fur et à mesure de sa progression pour devenir une vague de 0,50 à 0,70 m de hauteur qui remonte rapidement le lit des rivières, formant, au moment des vives eaux, un mascaret.

Le jusant se produit après l'étalement de pleine mer, qui peut être décalée de 15 à 20 mn au fond de la baie par rapport à GRANVILLE, mais avec un abaissement du niveau des eaux beaucoup plus lent. Au Mont Saint-Michel et à TOMBELAINE, les mesures indiquent, après la pleine-mer, un abaissement du niveau de 2,60 m en 2 heures environ, suivi par une lente évolution sur plus de 5 heures pendant lesquelles les eaux ne s'écoulent que dans le lit des chenaux avec drainage très lent des estrans limitrophes. Au total, la durée du jusant, c'est-à-dire de la vidange de la petite baie, peut dépasser 9 heures. La petite baie du Mont Saint-Michel est donc caractérisée par un remplissage rapide sur l'ensemble des fonds, au flot, avec de violents courants, et une vidange plus lente au jusant en empruntant préférentiellement les chenaux issus des rivières ou formés par le drainage des fonds latéraux.

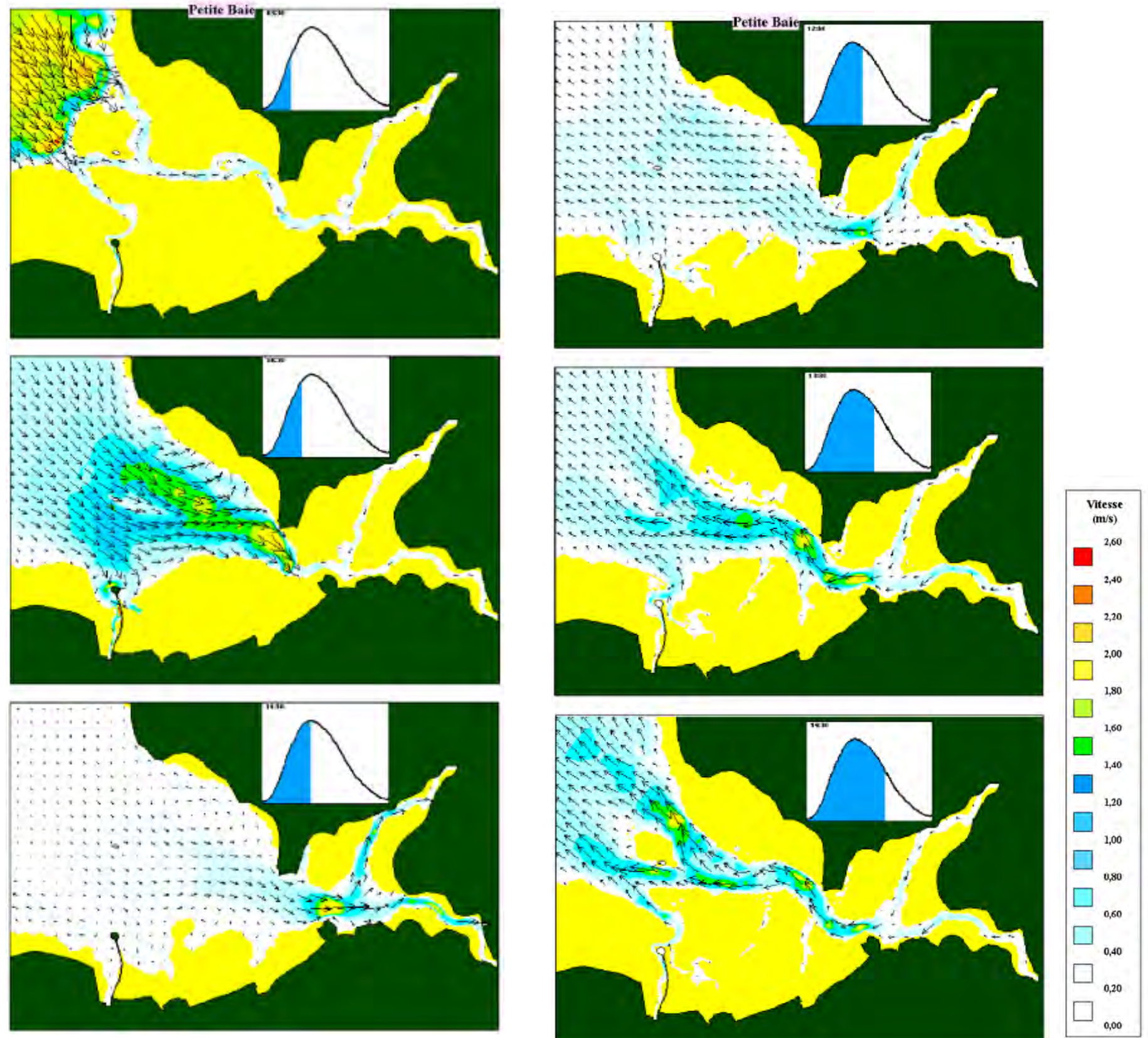


Fig. 37. COURANTOLOGIE DE LA PETITE BAIE AU FLOT ET AU JUSANT - SOURCE : EI PROJET DE RETABLISSEMENT DU CARACTERE MARITIME DU MONT-SAINT-MICHEL JUIN 2002 – MODELISATION HYDRODYNAMIQUE DE 1998 SUR DES DONNEES DE BASE DE 1975 : SOGREAH

4.2.4.3. LA SELUNE DANS LA PETITE BAIE

Le cours de la Sélune, au sein de la petite baie, est contraint par le reliquat de la digue de la Roche Torin, (arasement partiel en 1983-84). L'écoulement au jusant pique au Nord vers la direction de la pointe Grouin du Sud et bifurque sur le secteur de Tombelaine.

Les chenaux fluviaux (Sée Sélune) sont considérés comme quasi stables au jusant en lien avec les artificialisations (poldérisation et porte à flot du Couesnon). Au-delà vers Tombelaine, les lits fluviaux sont plus instables et peuvent être largement modifiés, avec des événements météorologiques exceptionnels. Les écoulements restent cependant axés au Nord de Tombelaine.

A pleine mer, les écoulements de la Sélune sont stoppés par les marées, qui peuvent remonter jusqu'à PONTAUBAULT. Les vitesses peuvent atteindre 1 m/s au flot sur moins d'une heure, tandis que les vitesses de jusant, renforcées par le débit propre de la rivière présentent une pointe à 1 m/s, mais diminuant progressivement sur plus de cinq heures.

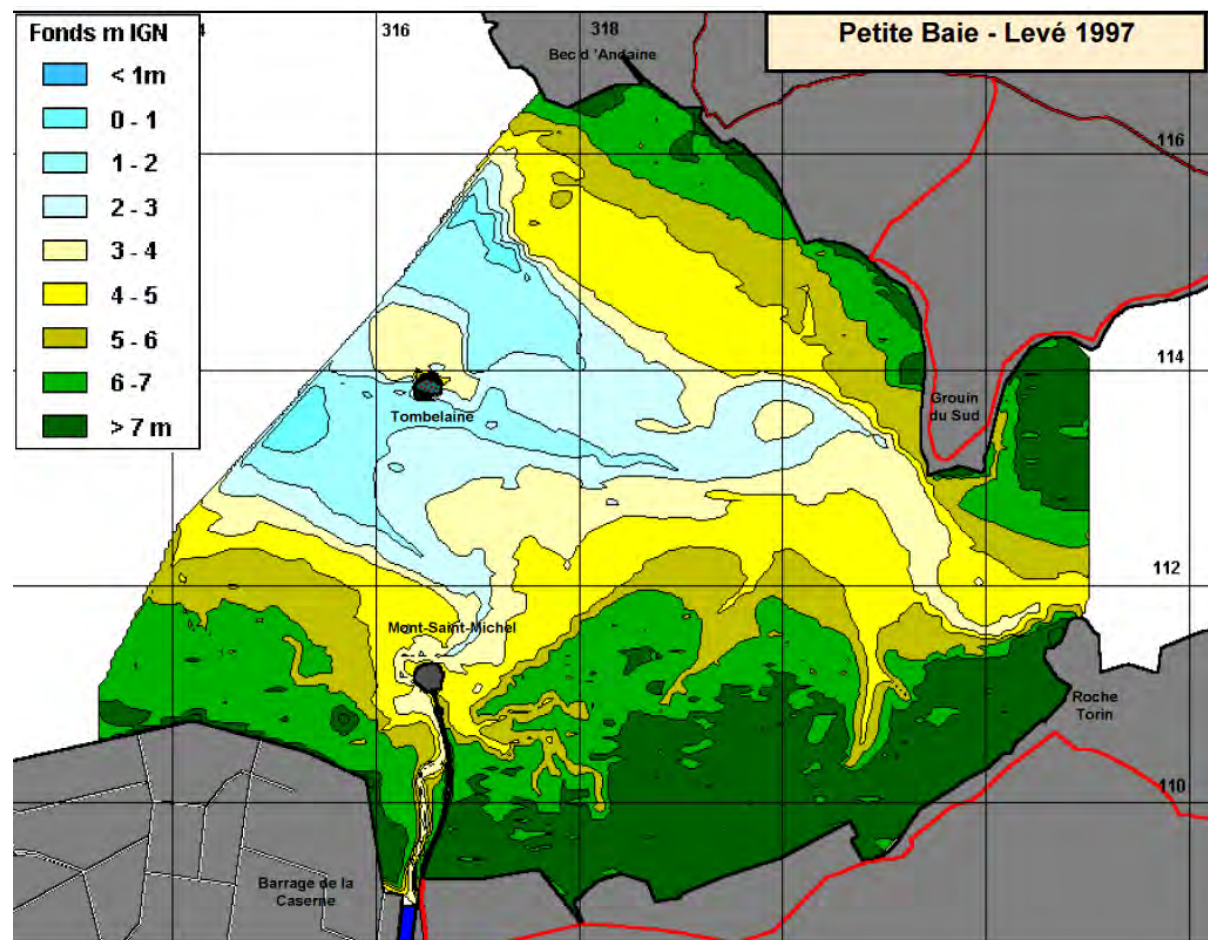


Fig. 38. LEVE BATHYMETRIQUE -SOURCE : EI PROJET DE RETABLISSEMENT DU CARACTERE MARITIME DU MONT-SAINT-MICHEL JUIN 2002

Au cours d'une année moyenne, les apports d'eau douce de toutes les rivières et ruisseaux, qui se jettent dans la petite baie du Mont Saint-Michel, atteignent 850 à 900 millions de m³/an (voir figure ci-contre). Cette valeur est à rapprocher des volumes annuels qui pénètrent et sortent de la petite baie et de la grande baie du Mont Saint-Michel par le jeu des marées (1 800 000 millions de m³).

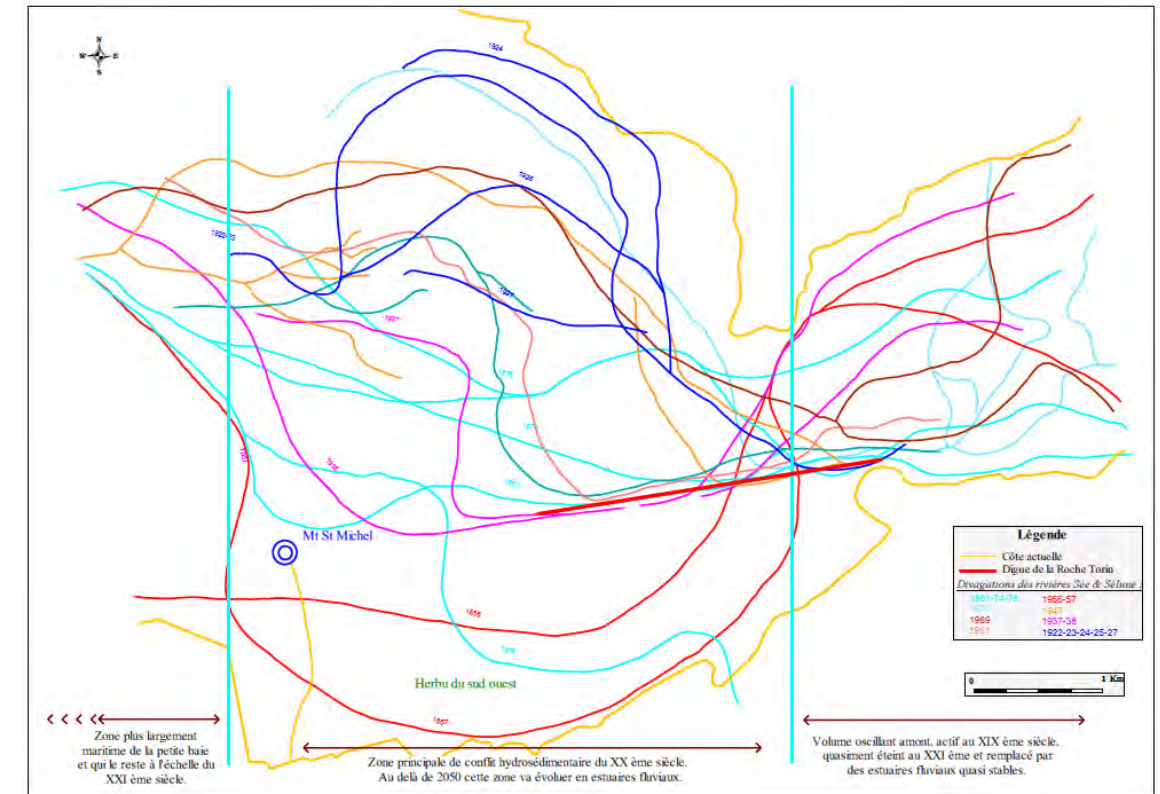


Fig. 39. DIVAGATION DE LA SEE ET LA SELUNE DANS LA PETITE BAIE - SOURCE : EI PROJET DE RETABLISSEMENT DU CARACTERE MARITIME DU MONT-SAINT-MICHEL JUIN 2002

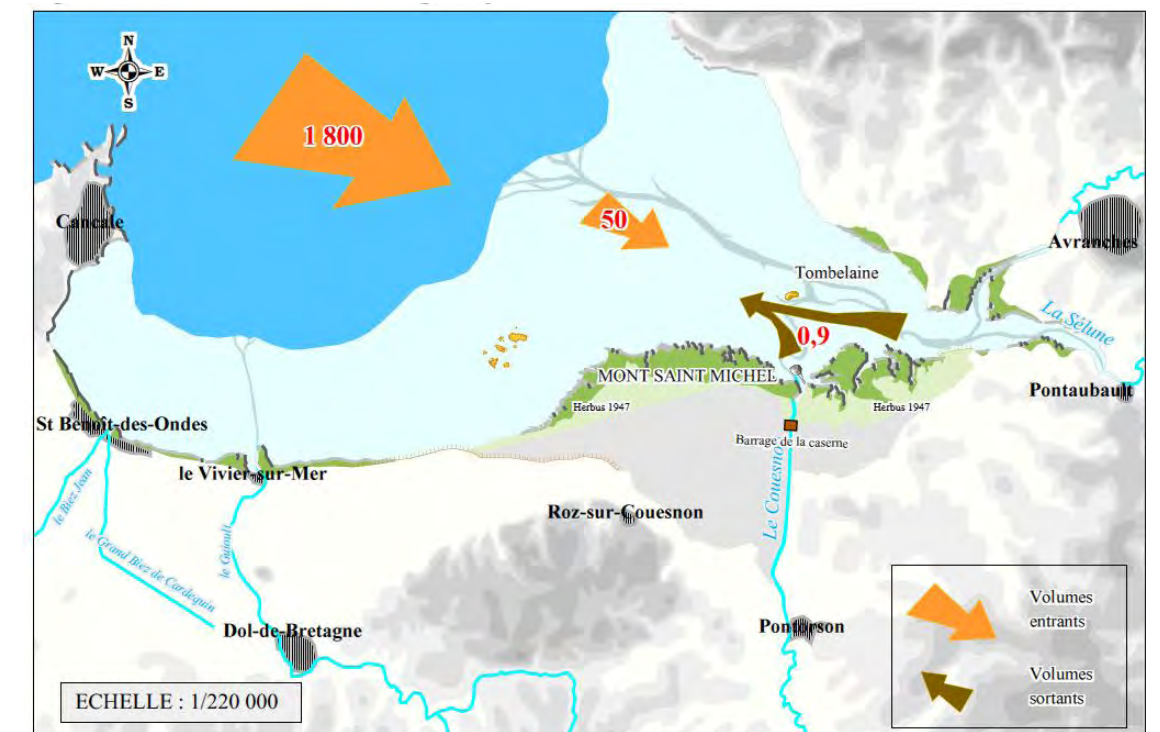


Fig. 40. ILLUSTRATION DES VOLUMES D'EAU ENTRANTS ET SORTANTS EN MILLIARDS DE M3 ANNUELS SOURCE : EI PROJET DE RETABLISSEMENT DU CARACTERE MARITIME DU MONT-SAINT-MICHEL JUIN 2002

La figure suivante illustre, au niveau de la Grande Baie, les facteurs de dilution très importants des panaches issus de la Sée et de la Sélune.

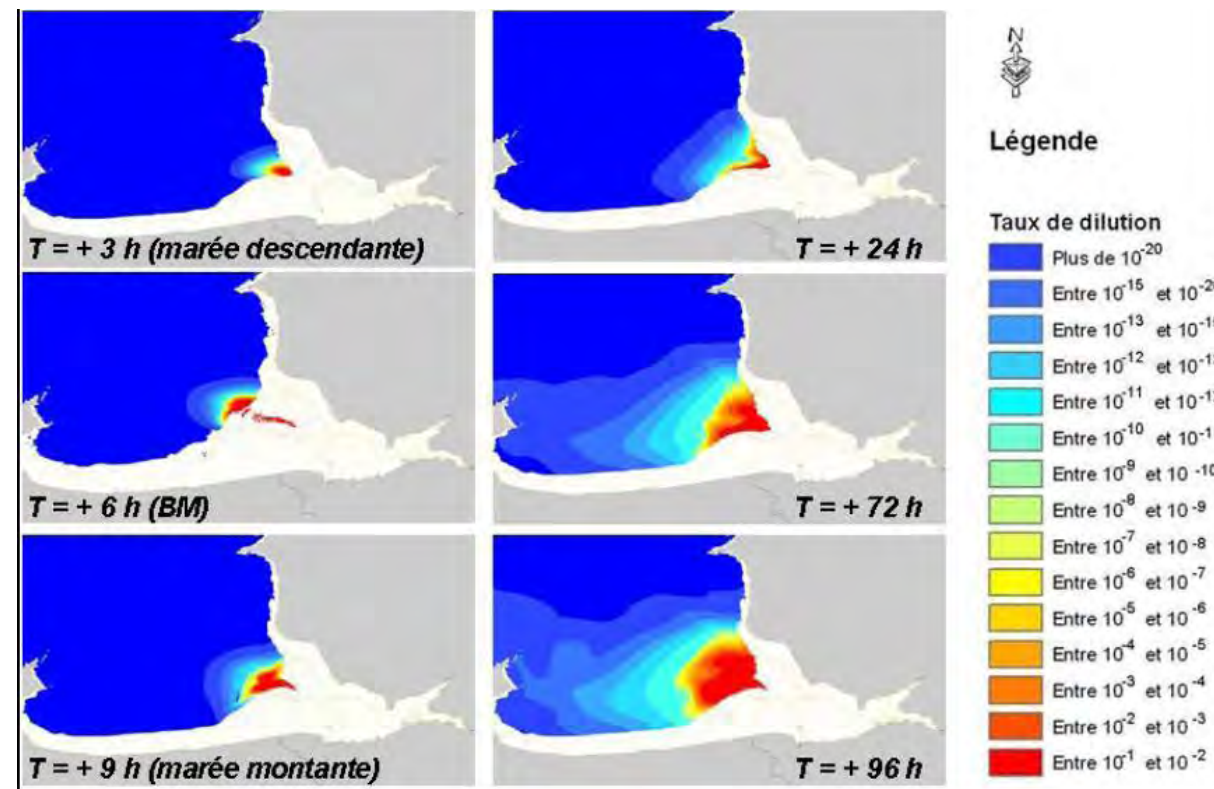


Fig. 41. MODELISATION DU PANACHE FICTIF DE LA SELUNE - SANS VENT COEFF75 REJET CONTINU LACHE A PM- IFREMER 2007

Le coefficient de marée est un facteur prépondérant dans la mise en suspension des sédiments et la turbidité en est directement dépendante (la vitesse étant le facteur induit) :

- Les turbidités varient dans des rapports de 1 à 6 lorsque l'on passe d'une marée moyenne (coefficient 70) à une marée de vive eau supérieure au coefficient 100.
- Lorsque les vitesses passent de 1 m/s à 2,5 m/s, la turbidité moyenne des eaux passe de 0,6 g/l à près de 9 g/l.
- A l'arrivée du flot entre 2 heures et 1 heure avant la pleine mer, il apparaît une très forte remise en suspension des sédiments, avec des concentrations en particules solides dépassant 7 g/l près du fond et étant en moyenne de 3 à 5 g/l pour les marées de vives eaux.

4.2.4.4. TRANSPORT SEDIMENTAIRE DANS LA BAIE

Le transport solide au jusant est très analogue à celui d'un fleuve en fin de crue, l'écoulement est décroissant dans le temps, les terrains latéraux sont saturés et alimentent le chenal par ressuyage, le débit augmente de l'amont vers l'aval. Les matériaux les plus fins sont évacués le plus au large.

Le transport solide au flot est totalement différent avec un sens d'écoulement contraire au sens de la pente. Le transport solide conduit les éléments les plus fins vers l'amont.

Cette alternance de déplacement des fines est largement tributaire des variations des marées et des débits. Toutefois, le transport sédimentaire utile, celui qui modifie la morphologie de la baie et son état d'ensablement correspond au 1/300ème de l'ensemble des mouvements de matériaux, qui montent et descendent deux fois par jour dans la Baie.

4.3. QUALITE DES SEDIMENTS

L'analyse suivante s'intéresse par paragraphe à la qualité des sédiments des trois compartiments, les retenues, le cours aval de la Sélune et l'estuaire.

4.3.1. SEDIMENTS DES RETENUES

Depuis leur mise en service, les deux barrages font l'objet d'importants phénomènes de sédimentation provoqués par la diminution de la courantologie. L'envasement s'est accéléré ces trente dernières années avec la mise en culture des terres agricoles du bassin versant. Les dernières estimations de 2004 situent le volume de sédiments présents à 1,4 millions de m³ pour Vezins et 0,4 millions de m³ pour La Roche qui Boit.

4.3.1.1. DONNEES HISTORIQUES

La qualité des sédiments a été réalisée en fonction des données disponibles et par un complément issu d'échantillonnages de terrains. 4 campagnes d'analyse de sédiments ont été menées :

- Juillet 1990 : Campagnes par le SRAE de Basse-Normandie dans le cône de sédiments de l'Yvrande
- Fin 1991 : étude de caractérisation du cône sédimentaire de l'Yvrande par le BRGM
- vidange du barrage de Vezins en 1993 : 6 prélèvements et analyses de métaux de cyanures réalisés par le BRGM
- 2003 : 11 prélèvements de sédiments pour caractériser les sédiments réalisés par EDF

Le tableau suivant synthétise les résultats des analyses précédentes :

Tabl. 7 - NOMBRE DE DEPASSEMENTS DES SEUILS REGLEMENTAIRES

| Etude SRAE 1990 | BRGM 1991 | BRGM 1993 | EDF 2003 |
|---|--|---|---|
| Dépassements des seuils S1 et seuils d'épandage des boues de STEP sur : -Cadium -Chrome -Cuivre -Nickel -Plomb -Zinc Pollution des sédiments aux Cyanure | Concentrations en métaux sur l'Yvrande | Strate superficielle des sédiments plus fortement touchée en pollution par les métaux. Concentration en polluants s'accroît pour les volumes situés en aval | Prélèvements réalisés de part et d'autre de la confluence avec l'Yvrande. Dépassements des seuils S1 pour : -Cadium -Cuivre -Nickel -Zinc |

4.3.1.2. DONNEES 2011 – ETUDE IDRA ENVIRONNEMENT

Le bureau d'études a réalisé 153 prélèvements (points d'échantillonnages localisés en annexe 6) :

- 12 d'entre eux ont été réalisés sur le secteur de la confluence avec l'Yvrande : Ces échantillons ont été prélevés par carottage lorsque cela était possible. Une analyse du haut de carotte et du bas de carotte a été engagée pour chacun de ces prélèvements ;
- Pour les 141 échantillons restants, ces derniers ont été collectés préférentiellement par carottage lorsque cela était possible et ont été rassemblés par groupe de 3 pour constituer 47 échantillons moyens pour analyse.

Les premiers prélèvements ont été réalisés début décembre 2010 et la campagne a été terminée fin janvier 2011.

4.3.1.2.1. CARACTERISTIQUES QUALITATIVES DES BOUES

Les analyses suivantes ont été engagées sur les sédiments :

- Granulométrie ;
- Micropolluants minéraux : Arsenic, Cadmium, Chrome, Cadmium, Chrome, - Cuivre, Mercure, Nickel, Plomb, Zinc Nickel ; Fer ; Manganèse, Phosphore
- Caractéristiques physiques : Matière sèche ; Masse volumique; Masse volumique après centrifugation, pH ; pH de l'éluat ; Potentiel d'oxydoréduction de l'éluat ; Conductivité de l'éluat ;
- Valeur organique : Carbone Inorganique Total ; Carbone Total ; Carbone Organique Total ;

Dans le cas présent, compte tenu de la nature des matériaux en jeu et leur potentielle utilisation future, les analyses de sédiments sont comparées aux éléments suivants :

- Bruits de fond géochimiques locaux ;
- Seuils définis dans l'arrêté du 8 janvier 1998 relatifs à l'épandage des boues de Station d'épuration des eaux usées (STEP) ;
- Seuils loi sur l'eau S1

Tabl. 8 - SEUILS S1 DISPONIBLES AU TRAVERS DE LA NOMENCLATURE LOI SUR L'EAU (DRAGAGES FLUVIAUX)

| Arrêté du 8 janvier 1998 | | | Seuil S1 (arrêté du 09/08/06) | |
|--|----------|------------------------------|-------------------------------|------------------------|
| Valeur limite (en mg/kg MS) acceptée dans les boues pour : | | | Polluant | Seuil S1 (mg/kg de MS) |
| | Épandage | Seuils limites dans les sols | | |
| Métaux traces | | | | |
| Cadmium | 15 | 2 | Arsenic | 30 |
| Chrome | 1000 | 150 | Cadmium | 2 |
| Cuivre | 1000 | 100 | Chrome | 150 |
| Mercurure | 10 | 1 | Cuivre | 100 |
| Nickel | 200 | 50 | Mercurure | 1 |
| Plomb | 800 | 100 | Nickel | 50 |
| Sélénium | 100 | 300 | Plomb | 100 |
| Zinc | 3000 | 600 | Zinc | 300 |
| Composés organiques | | | Somme des PCB | 0,68 |
| PCB | 0,8 | | Somme des HAP | 20,8 |
| Fluoranthène | 5 | | | |
| Benzo(b)fluoranthène | 2,5 | | | |
| Benzo(a)pyrène | 2 | | | |

4.3.1.2.2. LE SECTEUR DE L'YVRANDE

Les résultats historiques observés au niveau de la retenue de Vezins sont corrélés aux dernières analyses (IDRA et BRGM). Des dépassements des seuils réglementaires étant observés pour les paramètres cadmium, chrome, cuivre, nickel et zinc. Sur les 20 analyses engagées sur les sédiments de l'Yvrande, ces dépassements se répartissent de la manière suivante :

Tabl. 9 - SYNTHESE DES DEPASSEMENTS OBSERVES POUR LE SECTEUR DE L'YVRANDE

| | Seuil S1 et seuil Sol | Seuil épandage |
|----------------|-----------------------|----------------|
| Cadmium | 15 | 2 |
| Chrome | 5 | 0 |
| Cuivre | 4 | 0 |
| Nickel | 13 | 1 |
| Zinc | 8 | 0 |

Les concentrations observées ne font pas état d'une contamination importante des sédiments. Ainsi la majorité des matériaux en place montre des concentrations en métaux compatibles avec un épandage sur des parcelles agricoles par exemple. Seuls 3 dépassements des seuils autorisant l'épandage sont observés.

4.3.1.2.3. *RETENUE DE VEZINS*

Secteur en amont de la confluence avec l'Yvrande

Pour le secteur amont du barrage de Vezins et jusqu'au dernier point avant la confluence avec l'Yvrande, aucun dépassement des seuils de référence n'est observé. Sur le point Em16, la concentration en nickel dépasse le seuil S1 et le seuil sol, ce dépassement étant très probablement imputable aux apports en métaux provenant de l'Yvrande.

En effet, sur le linéaire séparant ce point des stations composant l'échantillon moyen Em5, le niveau de l'eau ne présente plus de pente. Les courants, provoqués principalement par le vent, peuvent ainsi être capables de pousser les masses d'eau en provenance de l'Yvrande en direction de la partie amont du plan d'eau. Ces phénomènes doivent toutefois être fortement ralentis dans la zone la plus amont, d'une part à cause de l'éloignement conséquent et, d'autre part, du fait du rétrécissement de la section qui se traduit par un courant plus important capable de freiner la remontée des eaux. Ceci se traduit d'ailleurs sur les résultats des analyses avec une diminution progressive des concentrations vers l'amont.

Ces phénomènes sont observés pour le nickel mais également pour cadmium, ainsi que le cuivre et le chrome en moindre mesure. Les profils de concentrations disponibles au travers de la Planche le font très bien apparaître.

Il faut toutefois noter que l'Yvrande ne semble pas constituer la seule source de métaux sur ce secteur, la concentration d'arsenic étant 13 fois plus importante que sur le secteur de l'Yvrande juste en amont de la confluence. Il en est de même concernant les concentrations en fer.

Secteur en aval de la confluence avec l'Yvrande

Des dépassements des seuils réglementaires sont observés pour le nickel et le cadmium en aval de l'Yvrande et ce jusqu'au barrage (le zinc également pour un échantillon).

Les résultats des analyses et les polluants donnent très clairement une idée de l'origine de la pollution. L'absence de polluant en amont de la retenue de Vezins ainsi que dans les autres secteurs de confluences situés en aval (au niveau du Lair et de l'Isolant) laisse peu de place au doute. L'Yvrande constitue très certainement la source de la contamination.

Il est par ailleurs probable que des apports plus diffus viennent augmenter les concentrations avec l'agrandissement du bassin versant. Il n'est toutefois pas possible en l'état de définir la part relative à ces autres apports. Ce phénomène est notamment mis en évidence pour les autres paramètres au travers des profils de concentration élaborés.

Par ailleurs, les concentrations en métaux observées au niveau des rives gauches et droites ainsi que du lit historique de la Sélune sont globalement homogènes. On peut toutefois observer 2 différences significatives :

- Un pic de concentration en cadmium en rive droite à partir de l'échantillon moyen Em27 et jusqu'au barrage de Vezins. Sur la base des usages recensés en rive droite sur ce secteur, rien ne permet de statuer sur l'origine de cette augmentation ;
- Une diminution récurrente des concentrations en métaux (sauf pour le plomb) à l'échelle de l'échantillon moyen Em25. Rien ne permet non plus d'expliquer cette diminution des concentrations en métaux.

4.3.1.2.4. *RETENUE DE LA ROCHE QUI BOIT*

En dehors d'une mesure sur l'échantillon moyen Em46, qui montre un dépassement des seuils S1 et sol pour le cadmium, aucun dépassement des seuils de référence n'est observé.

Les analyses engagées sur les prélèvements premiers ne mettent pas en évidence le dépassement des seuils de référence observés pour le cadmium sur l'échantillon moyen. En revanche les concentrations en Nickel qui étaient proches des seuils S1 et Sol sont dépassées sur 2 des prélèvements premiers.

Les dépassements observés dans les 3 cas sont très légers. Par ailleurs, les prélèvements Ep46a et Ep46c étant localisés en rive gauche, on peut supposer que la source de métaux est localisée sur ce secteur.

En dehors de ces très légers dépassements la qualité des sédiments de la retenue de la Roche qui Boit est très satisfaisante et l'ensemble des volumes est réglementairement compatible avec une valorisation à terre en épandage.

Les résultats obtenus sur l'échantillon moyen montrent par ailleurs des concentrations supérieures à toutes les valeurs des échantillons premiers pour les paramètres arsenic cadmium, et mercure notamment. Cette observation s'explique par les incertitudes associées au dosage des métaux pour les concentrations les plus faibles de la gamme (le seuil de détection de l'arsenic est égal à 1 mg/kg, celui du cadmium à 0,1 mg/kg et celui du mercure à 0,01 mg/kg).

4.3.1.2.5. *SYNTHESE*

Sur la base de ces premiers résultats, il est possible de définir 3 types de secteurs au niveau de la zone d'étude :

- **Secteurs banalisables** : Ces zones ne présentent pas de dépassement des seuils de référence, S1 et Sol. Les sédiments qui y sont localisés sont considérés comme sains. Les périmètres concernés correspondent au secteur localisé en amont du barrage de Vezins ainsi qu'aux différents affluents (en dehors de l'Yvrande) et au barrage de la Roche-qui-Boit en dehors de la rive gauche au niveau du point Em46. Les concentrations en contaminants relevées permettent, sans précautions préalables, de réaliser des terrassements dans ces matériaux et d'utiliser les sols ainsi constitués sans limitation d'usage ;

- **Secteurs pollués** : Les sédiments accumulés au niveau du secteur de l'Yvrande montrent de nombreux et importants dépassements des seuils de référence précédemment cités, et notamment des seuils d'épandage. Cette filière de gestion fréquemment mise en œuvre dans le cadre d'opération de valorisation de sédiments fluviaux n'est donc pas acceptable pour ces volumes. Par ailleurs la nature diffuse de la pollution ne permet pas d'identifier de zone plus contaminée ou de secteur épargné par la diffusion de métaux lourds ;
- **Secteurs impactés** : La qualité des sédiments qui se trouvent sur ces zones est influencée par les polluants retrouvés au niveau des secteurs pollués. Tout le secteur localisé en aval de la confluence avec l'Yvrande ainsi qu'une partie de la superficie en amont est sous influence des sédiments pollués. Il faut également y ajouter une partie de la rive gauche de la plan d'eau de la Roche qui Boit qui est visiblement en contact avec une source de métaux (cadmium et zinc). Les sédiments sont affectés par des polluants, mais le nombre de dépassements et leur niveau restent limités. Par ailleurs les concentrations en polluant observées sont bien en deçà des seuils d'épandage des boues de STEP et cette filière de valorisation reste accessible pour ces produits. Le dépassement du seuil S1 justifie que des études préalables de risque soient effectués sur ces zones afin d'y confirmer les usages possibles.

4.3.2. SEDIMENTS SUR LE COURS FLUVIAL ET ESTUARIEN DE LA SELUNE

Les données recensées proviennent du rapport de laboratoire d'hydrogéomorphologie de Dinard, dans le cadre du suivi de la vidange de 1993. Les analyses ont porté sur les paramètres minéralogiques des argiles, la teneur en matières organique et en calcaire. L'objet est de définir les impacts des apports des sédiments essentiellement par leur caractérisation et leur quantification. L'illite est dominante dans les argiles fluviales, au contraire des smectites et interstartifiés qui se retrouvent dans le secteur aval, en particulier dans la zone soumise au balancement des marées. Les teneurs en calcaire sont nulles sur le secteur fluvial, au contraire des apports coquilliers dans le secteur marin et estuarien. Les sédiments fluviaux sont par contre marqués par une concentration plus forte en matières organiques.

Aucune analyse sur les composés toxiques et paramètres physico-chimiques n'est réalisée.



Fig. 42. QUALITE GEOCHIMIQUE DES SEDIMENTS DES BARRAGES - DONNEES IDRA 2011

Données manquantes concernant les thématiques « Géomorphologie et Qualité des sédiments » :

Il n'existe pas de diagnostic géomorphologique sur le cours de la Sélune. Dans ce sens afin de dresser un état des lieux pour l'étude d'impact et pour le suivi des modifications des habitats après le démantèlement, il est nécessaire de prévoir un descriptif suffisamment détaillé du cours de la Sélune. Ce descriptif est explicité dans le rapport concernant le suivi des opérations de démantèlement.

Pour la caractérisation de l'état initial, il consistera en la réalisation de :

- Profils en travers dans les secteurs hors barrages ;
- Analyses granulométriques au niveau des profils.

Pour la qualité des sédiments, aucune analyse sur les composés toxiques et paramètres physico-chimiques n'ayant été réalisée, une campagne de mesures sera lancée au préalable de toute opération pour caractériser l'état initial. Cette campagne comprendra les analyses suivantes :

- métaux lourds (paramètres Chrome, Cobalt, Cuivre, Nickel, Cadmium, Zinc, Plomb, Mercure et Cyanure) ;
- matières organiques et teneurs en calcaire.

4.4. HYDROLOGIE

4.4.1. SOURCE DES DONNEES ET CHOIX DE STATIONS DE REFERENCE

Six stations hydrométriques recensées au sein de la Banque Hydro sont présentes sur le bassin versant de la Sélune. En fonction de leur intérêt pour caractériser les débits sur le cours de la Sélune et en particulier en amont et en aval des retenues, une sélection a été réalisée (voir carte ci-dessous). L'analyse suivante s'est donc intéressée à 4 stations :

- Deux stations en aval, la station sur le barrage de Vezins (EDF : reconstitution des débits par une loi hauteur débit) et la station de Saint Aubin de Terregatte en aval des deux retenues.
- Deux stations en amont de la retenue permettent de qualifier les débits entrants dans les retenues (La station située à Landivy a été installée pour prendre la suite de la station de Louvigné du désert, qui subissait des influences hydrauliques défavorables).



| STATION HYDROMETRIQUE | CODE | TYPE | SURFACE DE BV DRAINE | DATE DE MISE EN PLACE | DATE DE FIN |
|---------------------------------------|----------|--|----------------------|-----------------------|---------------|
| La Sélune à Notre Dame du Touchet | I9031010 | Echelle limnimétrique | 197 km ² | 07/03/1991 | En service |
| La Sélune à Vezins | I9221010 | Echelle relative: Débit reconstitué | 720 km ² | 01/01/1933 | En service |
| La Sélune à Saint Aubin de Terregatte | I9221020 | Echelle limnimétrique | 771 km ² | 15/01/1990 | En service |
| L'Airon à Landivy | I9122020 | Echelle limnimétrique | 147 km ² | 20/10/1998 | En service |
| L'Airon à Louvigné du désert | I9122010 | Echelle limnimétrique | 149 km ² | 01/12/1972 | Arrêt en 2002 |

Fig. 43. STATIONS HYDROMETRIQUES DE LA BANQUE HYDRO SITUEES SUR LE BV DE LA SELUNE

L'ensemble des données présentées ci-dessous proviennent de la Banque Hydro (www.hydro.eaufrance.fr), site internet récapitulant sur le territoire national les résultats des stations hydrométriques. Ces données ont été extraites en avril 2012.

4.4.2. DEBITS MOYENS INTERANNUELS

Les débits soulignés correspondent aux minima et maxima moyens observés. Le tableau ci-dessous illustre les moyennes et les médianes des débits mensuels moyens. Notons que les débits reconstitués sur le barrage de Vezins sont estimés comme supérieurs au débit à Saint Aubin de Terregatte, malgré une surface de bassin versant inférieure. Cette estimation est considérée comme anormalement surélevée, en lien avec la méthode. Les données de cette station ne sont finalement pas intégrées par la suite.

Tabl. 10 - MOYENNE MENSUELLE INTERANNUELLE (DONNEES BANQUE HYDRO)

| Mois | Janv. | Fév. | Mars | Avril | Mai | Juin | Juil. | Août | Sept. | Oct. | Nov. | Déc. |
|--|--------------|--------------|-------|-------|------|------|-------|-------------|-------------|------|-------|-------|
| Airon à Landivy (m ³ /s) | 2.99 | <u>3.26</u> | 2.78 | 2.17 | 1.72 | 1.27 | 0.96 | 0.74 | <u>0.72</u> | 1.11 | 1.76 | 2.52 |
| Sélune à Notre Dame du Touchet | <u>5.36</u> | 4.49 | 3.95 | 2.44 | 1.86 | 1.34 | 0.92 | <u>0.54</u> | 0.65 | 1.50 | 3.2 | 5.02 |
| Sélune à Vezins | 19.50 | <u>20.10</u> | 15.80 | 11.40 | 7.72 | 5.51 | 4.01 | <u>3.08</u> | 3.36 | 5.28 | 10.10 | 15.30 |
| Sélune à Saint Aubin de Terregatte (m ³ /s) | <u>17.40</u> | 14.90 | 12.60 | 9.20 | 7.23 | 5.77 | 4.51 | <u>2.70</u> | 3.20 | 4.97 | 9.44 | 13.20 |

Le module (ou moyenne interannuelle) doit être considéré comme situé entre 1.7 et 1.8 m³/s à Landivy, 2.4 m³/s environ à Notre dame du Touchet et environ 8.5 m³/s à Saint Aubin de Terregatte.

Tabl. 11 - MOYENNE ET MEDIANE DES DEBITS MOYENS MENSUELS

| Mois | Moyenne annuelle | Médiane |
|--|------------------|---------|
| Airon à Landivy (m ³ /s) | 1.81 | 1.80 |
| Sélune à Notre Dame du Touchet (m ³ /s) | 2.58 | 2.60 |
| Sélune à Saint Aubin de Terregatte (m ³ /s) | 8.70 | 8.70 |

Pour appréhender les caractéristiques des différents secteurs le tableau suivant illustre les débits spécifiques (l/s/km²) pour chacune des stations sur le mois le plus sec (août ou septembre) et le mois le plus humide (janvier ou février). On remarque alors la grande différence des bassins versants amont sur le plan hydrologique avec la forte contribution du secteur Nord du bassin en période hivernale et du secteur Sud en période estivale.

Tabl. 12 - DEBITS SPECIFIQUES ET CONTRIBUTION DES SOUS BASSINS VERSANTS

| | | Q spécifique du mois le plus humide (l/s/km ²) | Q spécifique du mois le plus sec (l/s/km ²) |
|-----------------------------|--|--|---|
| Secteurs amont des barrages | Airon à Landivy | 21.8 | 4.8 |
| | Sélune à Notre Dame du Touchet (m ³ /s) | 26.8 | 2.7 |
| Secteurs Aval des barrages | Sélune à Saint Aubin de Terregatte (m ³ /s) | 22.8 | 3.6 |

4.4.3. DEBITS D'ETIAGE

Les débits d'étiage connus au titre du QMNA 5 sont les suivants, ils doivent être rapprochés des débits mensuels moyens minimaux, légèrement plus élevés :

Tabl. 13 - DEBITS D'ETIAGE

| Débit (m ³ /s) | QMNA5 | Qmoy interannuel mensuel minimal |
|------------------------------------|-------|----------------------------------|
| Airon à Landivy | 0.41 | Sept : 0.71 |
| Sélune à Notre Dame du Touchet | 0.25 | Aout : 0.55 |
| Sélune à Saint Aubin de Terregatte | 1.80 | Aout : 2.74 |

4.4.4. DEBITS DE CRUE

Les débits décennaux fournis par la banque hydro ou estimés d'après ces données figurent dans le tableau 14. Les débits maximaux enregistrés figurent dans le tableau 15.

Tabl. 14 - DEBITS DE CRUE CARACTERISTIQUES

| Débit (m ³ /s) (banque Hydro) | Q2 | Q5 | Q10 | Q20 | Q50 |
|---|-----|----|-----|-----|-----|
| Airon à Landivy | 9.2 | 13 | 15 | 17 | 19 |
| Sélune à Notre Dame du Touchet | 21 | 27 | 32 | 36 | - |
| Sélune à Saint Aubin de Terregatte | 51 | 74 | 89 | 100 | - |

Tabl. 15 - DEBITS MAXIMUM ENREGISTRES

| Débit (m ³ /s) (banque Hydro) | Débit journalier max | | Débit max instantané | |
|---|----------------------|---------------------|--------------------------|---|
| | date | Q m ³ /s | date | Q m ³ /s |
| Airon à Landivy | 25/03/2001 | 15.5 | 25/03/2001 | 18.1 |
| Sélune à Notre Dame du Touchet | 12/06/1993 | 24.6 | 11/06/1993 | 37.1 |
| Sélune à Saint Aubin de Terregatte | 25/03/2001 | 113 | 25/03/2001 26/01/1995 | 122 (valeur estimée) 92.5 (mesure validée) |

La synthèse concernant l'étude préalable au PPRI donne une synthèse des crues recensées sur le cours de la Sélune, il s'agit notamment des événements : 1910 – 1932 – 1938 - 1963 - janvier 1968 - 1974 - décembre 1981 - 1990 - janvier 1995 - décembre 1996 et novembre 2000. L'annexe 3 présente le tableau les arrêtés de catastrophe naturelle lié à des inondations.

L'étude PPRI propose la méthode du gradex progressif, pour estimer à partir des débits décennaux (de la banque hydro) une estimation du débit centennal. Aucun débit enregistré n'atteint cette période de retour.

| BASSIN VERSANT | SURFACE | DEBIT DECENNAL (EXTRAPOLE) | DEBIT CENTENNAL (GRADEX PROG.) | DEBIT CENTENNAL ESTIME | Q100/Q10 |
|---------------------------|---------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------------|----------|
| Estuaire | 995 km ² | 114 m ³ /s | 189 m ³ /s | 190 m ³ /s | 1,67 |
| Saint-Aubin-de-Terregatte | 771 km ² | 88 m ³ /s | 164 m ³ /s | 165 m ³ /s | 1,86 |
| Ducey (Vezins) | 720 km ² | 82 m ³ /s | 158 m ³ /s | 160 m ³ /s | 1,92 |
| Aval confluence Airon | 622 km ² | 76 m ³ /s | 152 m ³ /s | 155 m ³ /s | 2 |
| Notre-Dame-du-Touchet | 197 km ² | 34 m ³ /s | 76 m ³ /s | 80 m ³ /s | 2,25 |

4.4.5. INONDABILITE

4.4.5.1. L'ATLAS DES ZONES INONDABLES, LE PROJET DE PPRI

Les cartes ci-après mettent en évidence les zones inondables recensées dans le secteur des barrages ou étudiées à partir d'analyses géomorphologiques. Toute la basse vallée de la Sélune en aval de la Roche Qui Boit ainsi que la zone confluence de l'Airon et de la Sélune est soumise au risque d'inondation. En amont du barrage le secteur de St Hilaire est également inondable.

4.4.5.2. L'ATLAS DES ZONES SOUS LE NIVEAU DE LA MER

Cette carte est issue d'une analyse morphologique et en particulier topographique. Au-delà de l'approche topographique de la vallée, l'atlas recense également les risques sur une largeur de 100 mètres situé derrière des ouvrages protecteurs (digue, cordon dunaire) non présents sur la carte.

Cette carte ne tient pas compte de la dynamique de l'onde de submersion ni des différents obstacles à l'intérieur des terres (routes, haies ligne de chemins de fer).

4.4.5.3. LE PLAN PARTICULIER D'INTERVENTION

Le Plan Particulier d'Intervention (PPI) est un document obligatoire pour les installations à risques comme les « grands barrages » (ouvrage de plus de 15 mètres, capacité de plus de 15 000 000 de mètres cubes). Il identifie les risques liés à une rupture de l'ouvrage ainsi que l'organisation des secours et les moyens mis en œuvre en cas d'accident. Ce plan a été approuvé par arrêté préfectoral le 12 décembre 2008. Les hypothèses retenues pour la définition du risque de submersion sont les suivantes :

- Rupture complète et instantanée du barrage de Vezins,
- Rupture complète et instantanée du barrage de la Roche Qui Boit au passage du flot.

Selon les hypothèses retenues, le front de l'onde mettrait une trentaine de minute à atteindre la ville de Ducey et environ une heure à atteindre la baie du Mont Saint Michel à la pointe de la Roche-Torin. Selon le risque associé à la submersion deux zones sont définies dans l'atlas :

- Une zone de **proximité immédiate** où la submersion provoquerait des dégâts importants. De plus le temps d'arrivée de l'onde ne permettrait pas de diffusion de l'alerte dans des délais nécessaires pour la mise en sécurité des populations. Cette zone s'étend du barrage de Vezins au Pont de Signy à Saint Aubin de Terregatte.
- Une zone **d'inondation spécifique** située en aval de la précédente et s'arrêtant où le niveau des eaux est comparable aux plus hautes eaux connues. la zone d'inondation spécifique couvre toute la zone de submersion, jusqu'à l'embouchure de la Sélune.

L'évaluation des risques fait état en 2008 d'un total de 570 personnes affectées sur l'ensemble des 11 communes touchées.

4.4.5.4. RISQUE D'INONDATION PAR REMONTEE DE NAPPE

Le risque d'inondation par remontée de nappe est globalement faible sur le secteur d'étude. Les zones les plus sensibles sont la basse vallée aval de la Sélune ainsi que plus en amont la confluence de l'Airon de la Sélune à Saint Hilaire du Harcouët.

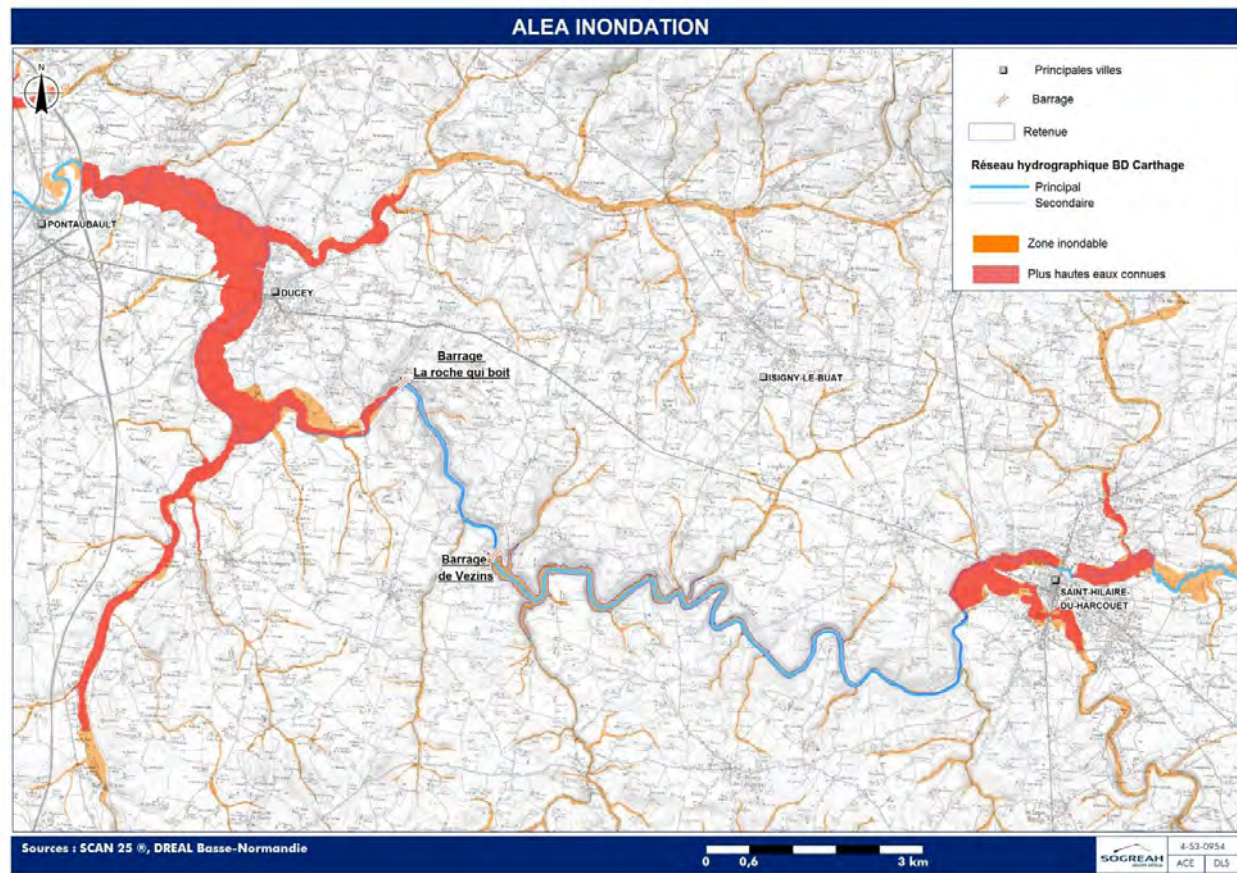


Fig. 44. CATRE DE L'ATLAS DES ZONES INONDABLES

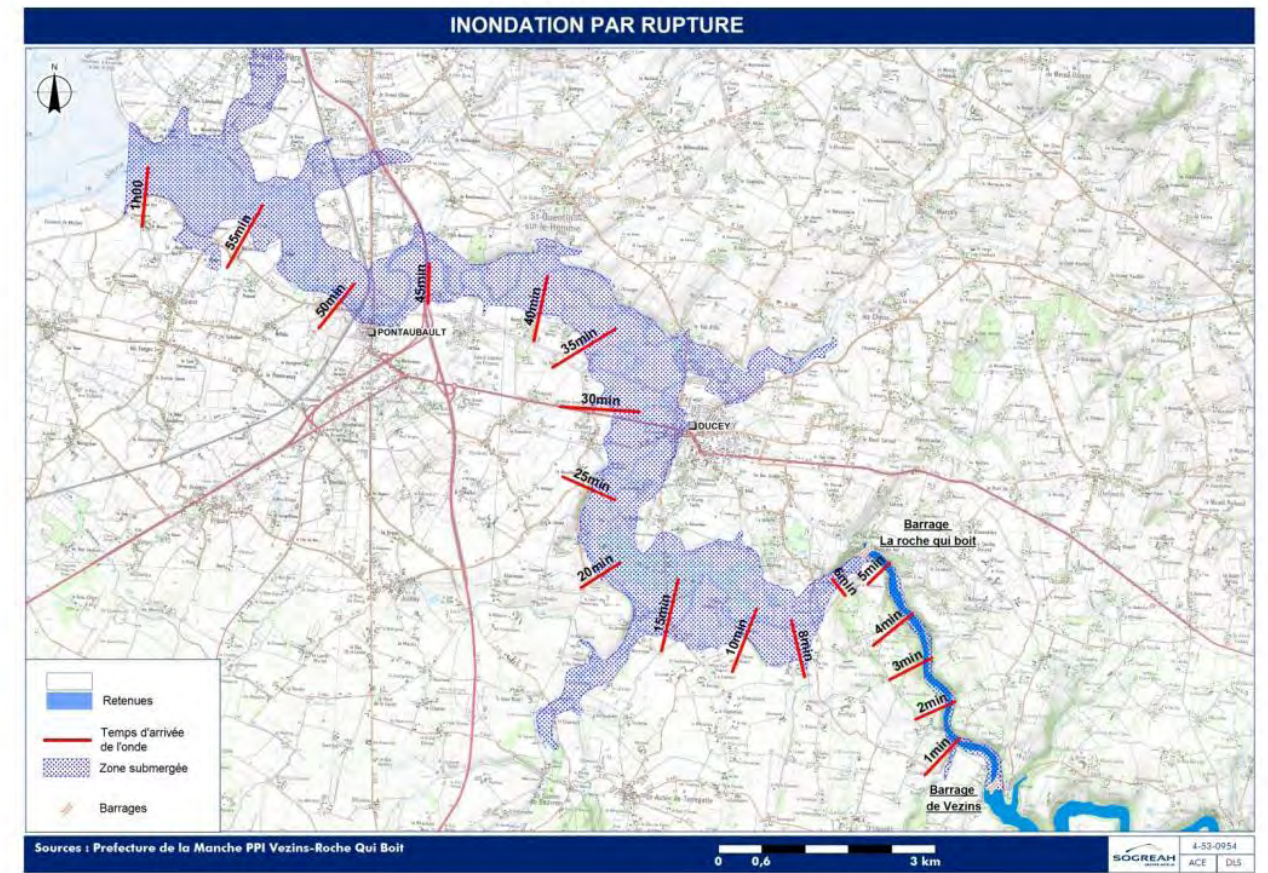


Fig. 46. ATLAS DES ZONES SUBMERGEES EN CAS DE RUPTURE

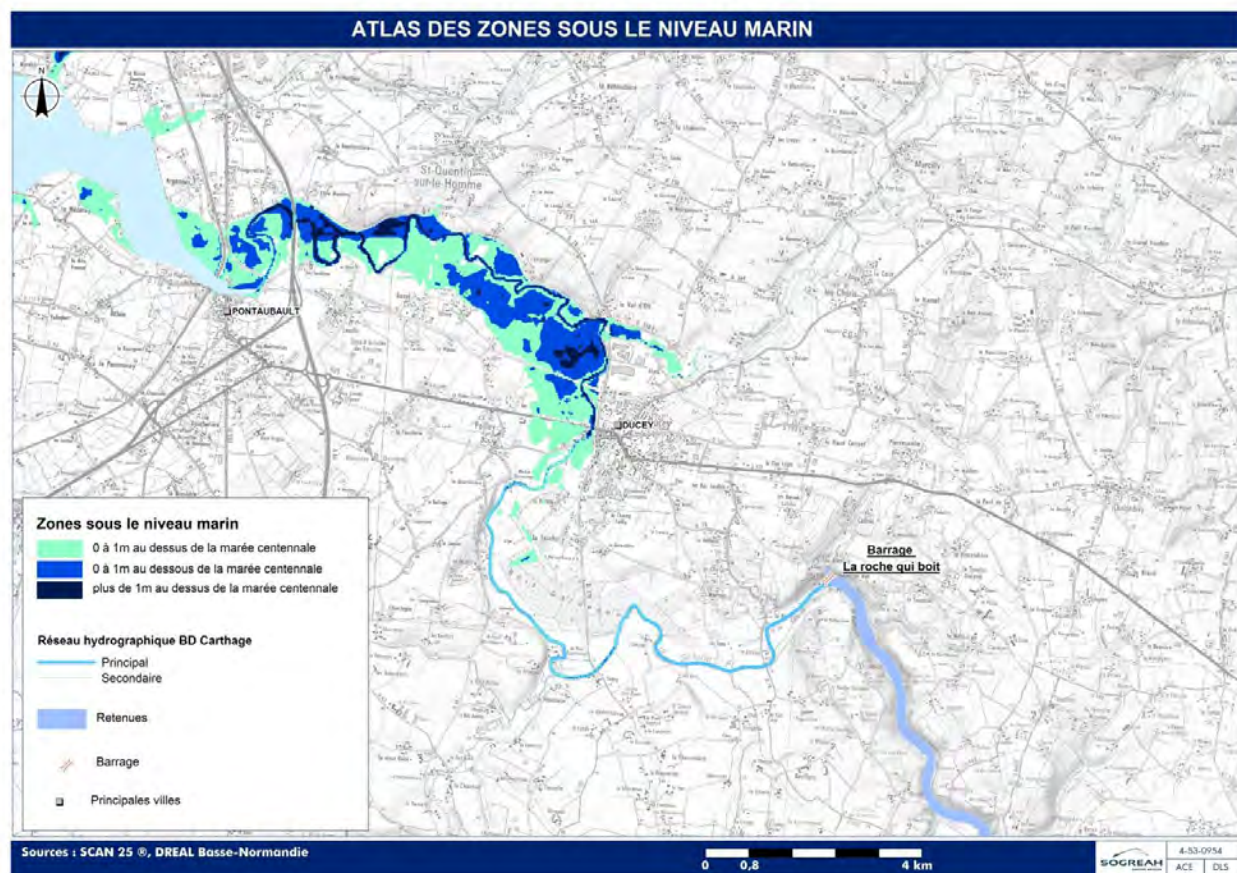


Fig. 45. ATLAS DES ZONES SOUS LE NIVEAU MARIN

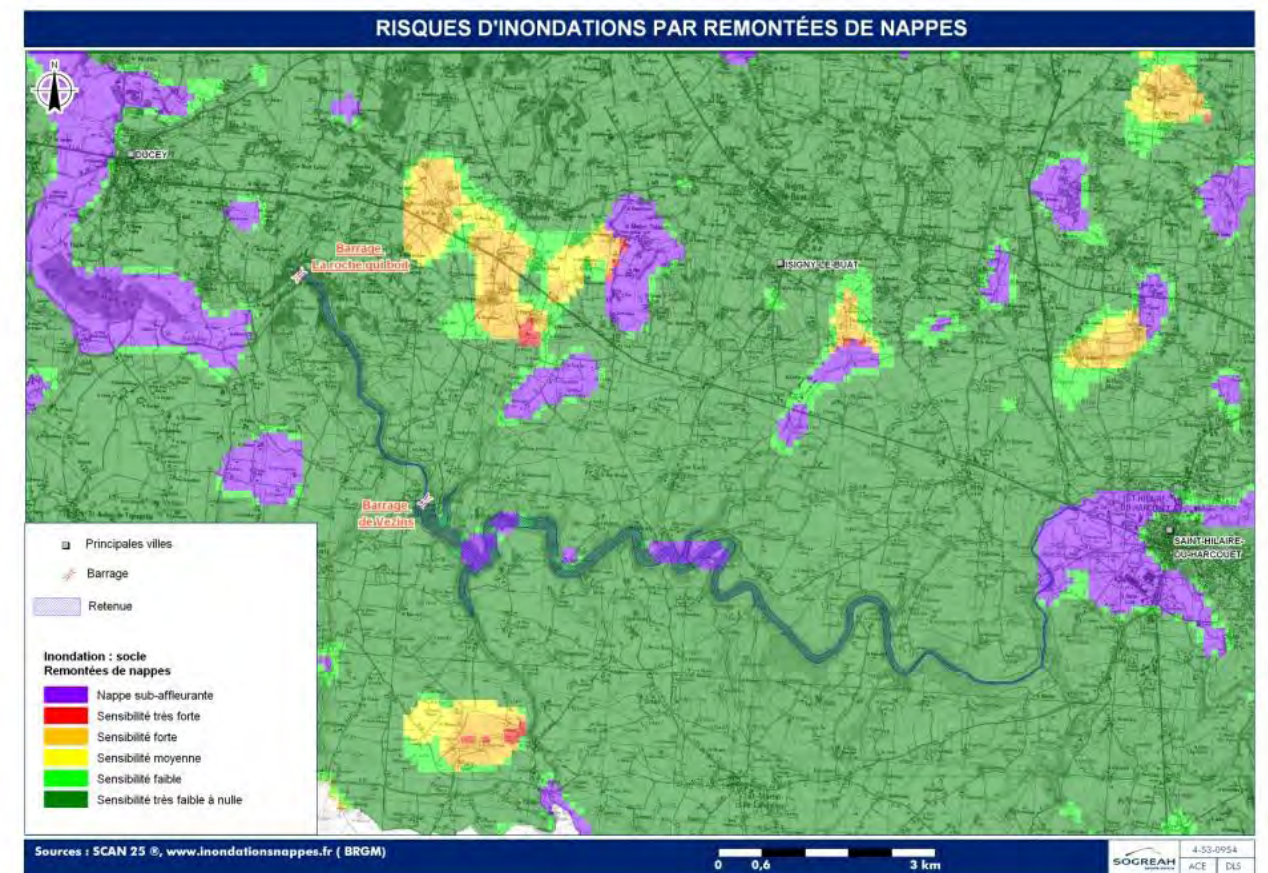


Fig. 47. ATLAS DU RISQUE DE REMONTEE DE NAPPES

4.5. QUALITE DES EAUX

Ce chapitre traite de la qualité des eaux en distinguant respectivement les différentes masses d'eau, à savoir : les retenues, le cours d'eau de la Sélune et en particulier la partie aval des barrages, ainsi que la partie estuarienne de la petite baie. Les descripteurs utilisés intègrent des indicateurs biologiques et des indicateurs physico-chimiques.

Après une description des masses d'eau identifiées au titre de la directive cadre, une description des différents réseaux de mesure est proposée ainsi que le traitement des données de qualité.

4.5.1. LES MASSES D'EAU ET LES RESEAUX DE SUIVIS

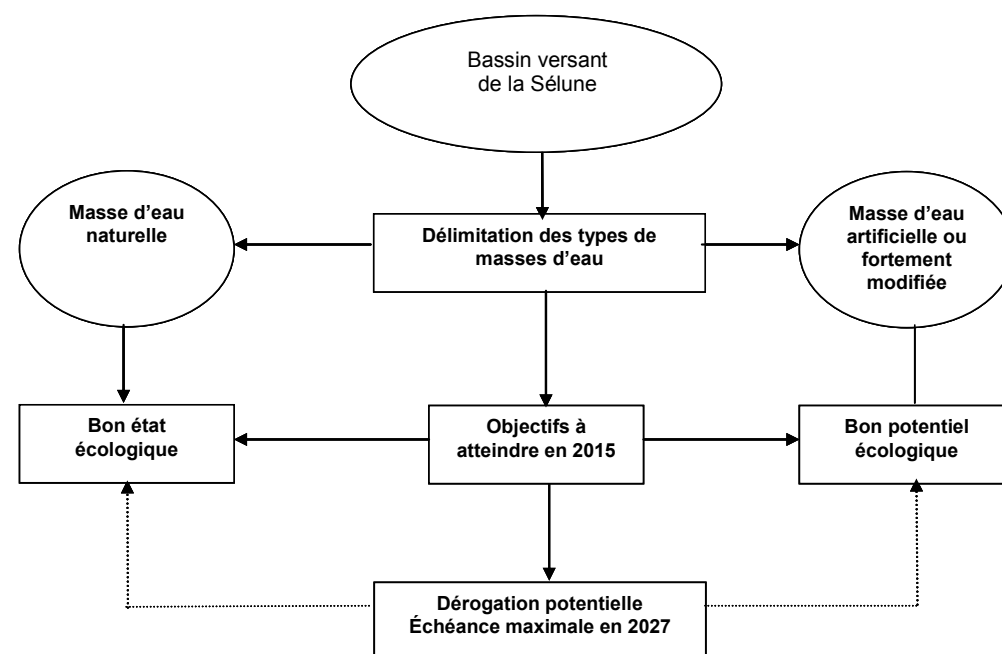
4.5.1.1. NOTION DE MASSE D'EAU ET OBJECTIFS DE QUALITE

4.5.1.1.1. APPLICATION DE LA DIRECTIVE CADRE EUROPEENNE SUR L'EAU (DCE)

La Directive Cadre Européenne sur l'Eau (DCE n° 2000/60/CEE) demande aux Etats membres de tendre vers un « bon état » des eaux et d'atteindre ce « **bon état écologique** » ou « **bon potentiel écologique** » dans le cadre d'un calendrier précis (2015 - avec une échéance maximale de 2027).

2015 constitue une date limite théorique. Dans les faits, des reports de délai peuvent être attribués, mais ils ne peuvent être obtenus que sur argumentation motivée (conditions naturelles, faisabilité technique, ...). Deux reports de six ans sont prévus par la DCE amenant le délai à 2021 ou 2027 (Article 4.4 de la DCE).

La Directive Cadre sur l'Eau a également introduit la notion de masses d'eau. **Les masses d'eau correspondent à des unités ou portions d'unités hydrographiques ou hydrogéologiques constituées d'un même type de milieu : rivière, estuaire, nappe, ...** C'est à l'échelle de ces masses d'eau que va s'appliquer l'objectif de « bon état ». Le schéma suivant décrit la méthodologie utilisée pour fixer l'objectif de qualité selon le type de « masse d'eau » :



Les prescriptions de la DCE sont transcrites en France dans les **Schémas Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE)**, ainsi que dans les **Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE)** qui définissent les actions nécessaires pour aboutir au « bon état » des cours d'eau en 2015 ou, le cas échéant, avec un report de délai.

Le MEEDAAT (Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire) a publié en mars 2009 un « **Guide technique pour l'évaluation de l'état des eaux douces de surface de métropole** ». Les objectifs définis dans ce guide ont été repris par l'**arrêté du 25 janvier 2010** relatif aux « méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface ». Bien qu'inspirés par le Système d'Evaluation de la Qualité des Eaux établi par les Agences de l'Eau, ces nouveaux objectifs se sont ainsi substitués à l'ancien « Seq-Eau ».

4.5.1.1.2. EVALUATION DE L'ETAT ECOLOGIQUE DES MASSES D'EAU DE SURFACE

L'état écologique des masses d'eau de surface est évalué à partir de deux groupes de paramètres : les paramètres biologiques et les paramètres physico-chimiques.

Les paramètres biologiques pris en compte sont les suivants :

- **Indice Biologique Global Normalisé (IBGN)** : indice permettant d'apprécier la composition du peuplement d'invertébrés : larves d'insectes, de mollusques, de crustacés, ... ressource alimentaire de nombreux poissons.
- **Indice Biologique Diatomées (IBD)** : indice basé sur l'étude des algues, en particulier les Diatomées, algues microscopiques vivant dans les lits des cours d'eau. Elles sont considérées comme les algues les plus sensibles aux conditions environnementales.
- **Indice Poisson Rivière (IPR)** : sa définition consiste globalement à comparer le peuplement de poissons en place (échantillonnage généralement effectué par pêche électrique) au peuplement attendu en situation de référence (dans des conditions pas ou peu altérées par l'action humaine).

Les seuils de qualité des indices biologiques diffèrent selon l'hydro-écorégion à laquelle appartient la masse d'eau. L'ensemble du bassin de la Sélune appartient à l'hydro-écorégion « Armoricaïn ». Les seuils de qualité correspondant sont renseignés dans le tableau 16.

L'objectif environnemental étant l'atteinte du « bon état », les seuils de qualité visés sont à minima ceux correspondant à la classe verte.

Tabl. 16 - ETAT ECOLOGIQUE DES COURS D'EAU – PARAMETRES BIOLOGIQUES (SOURCE : ARRETE DU 25 JANVIER 2010)

| PARAMETRES BIOLOGIQUES | LIMITES DES CLASSES D'ETAT | | | | |
|---|----------------------------|------|-------|----------|---------|
| | TRES BON | BON | MOYEN | MEDIOCRE | MAUVAIS |
| Indice Biologique Global Normalisé (IBGN) | 16 | 14 | 10 | 6 | 6 |
| Indice Biologique Diatomées (IBD) | 17 | 14,5 | 10,5 | 6 | 6 |
| Indice Poisson Rivière (IPR) | 7 | 16 | 25 | 36 | 36 |

Le tableau suivant présente les classes d'état pour les paramètres physico-chimiques. De la même façon que pour les paramètres biologiques, les objectifs de qualité visés sont ceux du « bon » état, correspondant à la classe verte.

Tabl. 17 - ETAT ECOLOGIQUE DES COURS D'EAU – PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES GENERAUX (SOURCE : ARRETE DU 25 JANVIER 2010)

| PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES PAR ELEMENT DE QUALITE | LIMITES DES CLASSES D'ETAT | | | | |
|--|----------------------------|------|-------|----------|---------|
| | TRES BON | BON | MOYEN | MEDIOCRE | MAUVAIS |
| Bilan de l'oxygène | | | | | |
| Oxygène dissous (mg O ₂ .l ⁻¹) | 8 | 6 | 4 | 3 | |
| Taux de saturation en O ₂ dissous (%) | 90 | 70 | 50 | 30 | |
| DBO5 (mg O ₂ .l ⁻¹) | 3 | 6 | 10 | 25 | |
| Carbone organique dissous (mg C.l ⁻¹) | 5 | 7 | 10 | 15 | |
| Température | | | | | |
| Eaux salmonicoles | 20 | 21,5 | 25 | 28 | |
| Eaux cyprinicoles | 24 | 25,5 | 27 | 28 | |
| Nutriments | | | | | |
| PO ₄ ³⁻ (mg PO ₄ ³⁻ .l ⁻¹) | 0,1 | 0,5 | 1 | 2 | |
| Phosphore total (mg P.l ⁻¹) | 0,05 | 0,2 | 0,5 | 1 | |
| NH ₄ ⁺ (mg NH ₄ ⁺ .l ⁻¹) | 0,1 | 0,5 | 2 | 5 | |
| NO ₂ ⁻ (mg NO ₂ ⁻ .l ⁻¹) | 0,1 | 0,3 | 0,5 | 1 | |
| NO ₃ ⁻ (mg NO ₃ ⁻ .l ⁻¹) | 10 | 50 | * | * | |
| Acidification | | | | | |
| pH minimum | 6,5 | 6 | 5,5 | 4,5 | |
| pH maximum | 8,2 | 9 | 9,5 | 10 | |

* : pas de valeur établie à ce stade des connaissances ; seront fixées ultérieurement.

En milieu côtier et estuarien, d'autres paramètres sont pris en compte pour qualifier les masses d'eau. Différents réseaux de mesures existants permettent de compléter les données :

- **Suivis de l'Agence Régionale de Santé (ARS)** : eaux de baignade, sites de pêche à pied récréative ;
- **Réseaux de l'Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (IFREMER)** : surveillance microbiologique, phytoplanctonique, ...

4.5.1.1.3. EVALUATION DE LA QUALITE DES MASSES D'EAU SOUTERRAINES

L'état des masses d'eau souterraines est évalué sur la base de critères à la fois quantitatifs et qualitatifs.

L'altération de l'état chimique est jugée par rapport à l'état naturel en mesurant les principaux paramètres physico-chimiques responsables d'une dégradation : nitrates, pesticides, micropolluants (minéraux comme le plomb ou l'arsenic, ou organiques tels que les hydrocarbures, aromatiques, ...).

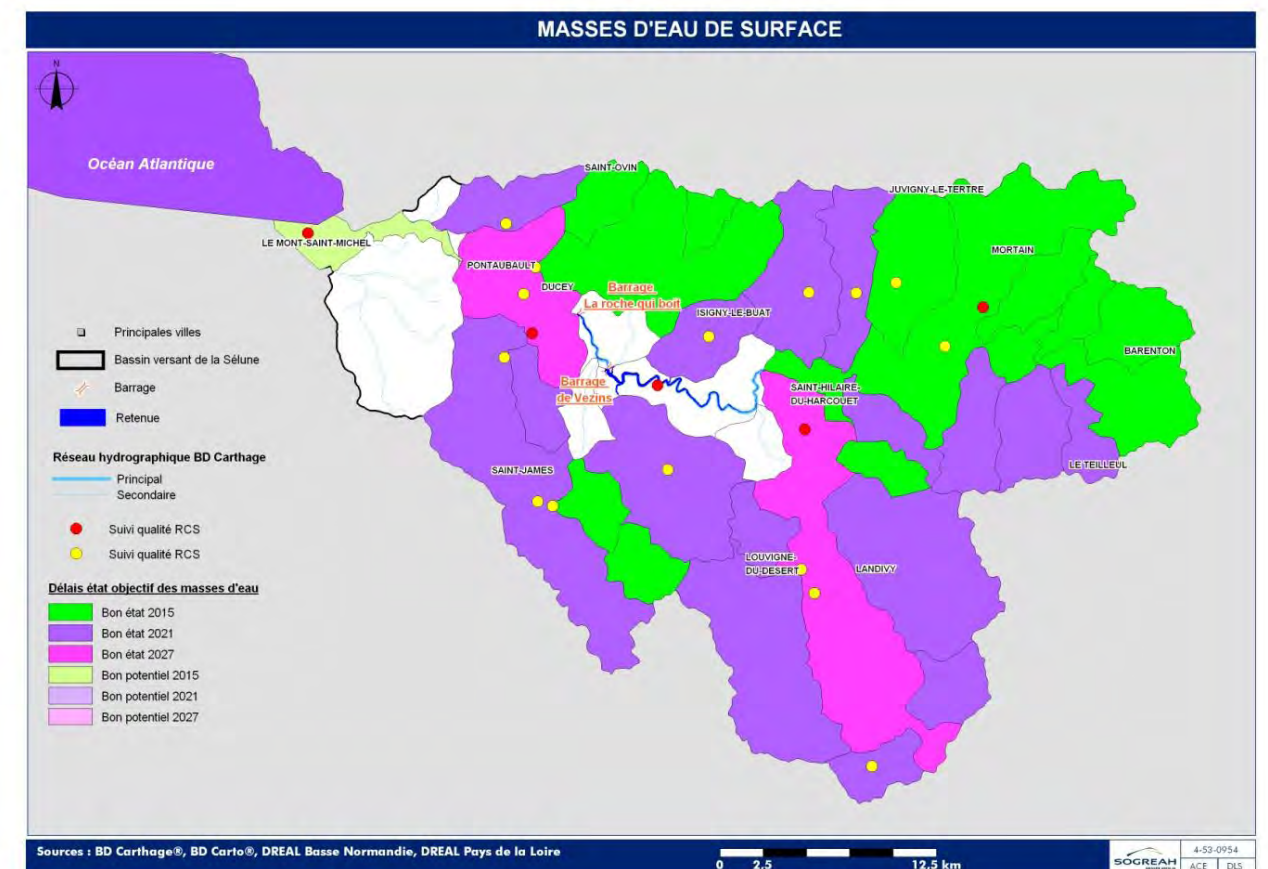
L'état quantitatif des masses d'eau se détermine quant à lui selon l'historique des niveaux des nappes mesurés dans le cadre des réseaux piézométriques.

4.5.1.2. LES MASSES D'EAU DU BASSIN DE LA SELUNE

La cartographie « Masses d'eau de surface » illustre les différentes masses d'eau de surface identifiées sur le bassin de la Sélune. Une masse d'eau souterraine a également été identifiée, elle s'étend sur l'ensemble de ce même bassin versant.

Le tableau suivant répertorie les masses d'eau de surface, leur code, leur nom, ainsi que la qualité et le délai d'atteinte du Bon Etat qui leur ont été assignés. Les masses d'eau surlignées sont celles directement concernées par le projet. Elles correspondent aux masses d'eau sur lesquelles sont situés les barrages de Vezins et de la Roche qui boit, ainsi qu'aux masses d'eau situées à l'aval de ces barrages.

Au vu du contexte spécifique de certaines masses d'eau, notamment en raison des barrages présents, leur qualité n'a pas été évaluée et aucun objectif de Bon Etat ne leur a été assigné à l'heure actuelle.



Tabl. 18 - CARACTERISTIQUES DES MASSES D'EAU DU BASSIN DE LA SELUNE (SOURCE : AGENCE DE L'EAU SEINE-NORMANDIE)

| N° de masse d'eau | Nom Masse d'eau | Type ME | Etat écologique | Objectif environnemental |
|-------------------|--|-------------|-----------------|--------------------------|
| FRHR348A | La Sélune du pied du barrage de Vezins au barrage de la Roche qui boit | Cours d'eau | - | - |
| FRHR348B | La Sélune du confluent de l'Airon (exclu) au barrage de Vezins | Cours d'eau | - | - |
| FRHR351 | La Sélune du pied du barrage de la Roche qui boit jusqu'à l'embouchure | Cours d'eau | 3 | BE 2027 |
| FRHT05 | Baie du Mont Saint-Michel : fond de baie estuarien | Transition | 3 | BP 2015 |
| HC02 | Baie du Mont Saint-Michel : centre baie | Côtière | 2 | BE 2021 |
| FRHR-346 | La Sélune de sa source au confluent de l'Airon (exclu) | Cours d'eau | 3 | BE 2015 |
| FRHR-346-I9008000 | Ruisseau du moulin Richard | Cours d'eau | 2 | BE 2015 |
| FRHR346-I9010600 | Ruisseau de la Francière | Cours d'eau | 4 | BE 2021 |
| FRHR346-I9028000 | Ruisseau de Chenilly | Cours d'eau | 2 | BE 2015 |
| FRHR346-I9029000 | Ruisseau du moulin de Pontorsier | Cours d'eau | 3 | BE 2021 |
| FRHR346-I9041000 | Rivière de Saint-Jean | Cours d'eau | 2 | BE 2015 |
| FRHR346-I9039000 | Ruisseau de Mesnelle | Cours d'eau | 3 | BE 2021 |
| FRHR346-I9080600 | La Gueuche | Cours d'eau | 3 | BE 2015 |
| FRHR346-I9098000 | Ruisseau de Bahan | Cours d'eau | 3 | BE 2021 |
| FRHR346-I9100600 | Ruisseau de la Renaudaie | Cours d'eau | 3 | BE 2021 |
| FRHR346-I9120600 | Ruisseau la Douenne | Cours d'eau | 2 | BE 2021 |
| FRHR347 | L'airon de sa source au confluent de la Sélune (exclu) | Cours d'eau | 3 | BE 2027 |
| FRHR347-I9193000 | Ruisseau d'Alence | Cours d'eau | 2 | BE 2015 |
| FRHR347-I91-0420 | Ruisseau du Moulin du Pré | Cours d'eau | 3 | BE 2021 |
| FRHR347-I9143000 | Ruisseau de la Morinière | Cours d'eau | 2 | BE 2021 |
| FRHR347-I9150600 | La Glaine | Cours d'eau | 2 | BE 2021 |
| FRHR347-I9165000 | Ruisseau de la Gasnerie | Cours d'eau | 3 | BE 2021 |
| FRHR347-I9141500 | Cours d'eau de la Roche (La Chevaucherie) | Cours d'eau | 2 | BE 2021 |
| FRHR348B-I9201000 | Ruisseau de Vaux Roux | Cours d'eau | - | - |
| FRHR348A-I9233000 | Ru du Livet | Cours d'eau | - | - |
| FRHR349 | Le Lair de sa source au confluent de la Sélune (exclu) | Cours d'eau | 3 | BE 2021 |
| FRH-L40-19206000 | Ruisseau de l'Yvrande | Cours d'eau | 5 | BE 2021 |
| FRHR350 | Le Beuvron de sa source au confluent de la Sélune (exclu) | Cours d'eau | 3 | BE 2015 |
| FRHR350-I9245000 | Le Gué Husson | Cours d'eau | 2 | BE 2015 |
| FRHR350-I9249000 | Ruisseau de Longuévé | Cours d'eau | 2 | BE 2015 |
| FRHR350-I9261000 | Cours d'eau de l'Aumerais (l'Orgueilleux) | Cours d'eau | 3 | BE 2021 |
| FRHR352 | L'Oir de sa source au confluent de la Sélune (exclu) | Cours d'eau | 3 | BE 2015 |
| FRHR352-I9282500 | Ruisseau de la Roche | Cours d'eau | 1 | BE 2015 |
| FRHR352-I9287000 | Ruisseau du Pont-Levesque | Cours d'eau | 2 | BE 2015 |
| FRHR-T05-I9294000 | Ruisseau le Moulinet | Cours d'eau | 3 | BE 2021 |

BE : Bon Etat

BP : Bon Potentiel (= objectif assigné aux masses d'eau artificielles ou fortement modifiées)

4.5.1.3. LES RESEAUX DE SURVEILLANCE DE QUALITE DE L'AGENCE DE L'EAU SEINE-NORMANDIE

L'Agence de l'Eau Seine-Normandie gère, au sein d'une base de données (BD Qualité des Eaux), les résultats de mesures de qualité effectuées sur le bassin depuis 1971.

59 stations ont été répertoriées sur l'ensemble du bassin versant, toutes périodes confondues. Ces stations sont majoritairement intégrées aux réseaux de l'agence de l'eau Seine-Normandie ainsi qu'à ceux mis en place dans le cadre de la DCE (RCO, RCS).

Sur la base de critères de sélection, ont été définies les stations qui serviront à la caractérisation de l'état initial. Ces critères sont hiérarchisés afin de répondre au mieux aux objectifs fixés.

- le critère considéré comme le plus important est la période de suivi. Les stations avec un suivi récent et/ou une longue période de recueil présentent un intérêt fort, à la fois pour caractériser l'état actuel, mais aussi évaluer les variations sur des périodes importantes : 5 stations anciennes ne possèdent pas de données (correspondant uniquement à un manque de données récentes) et 41 stations n'ont fait l'objet d'un suivi qu'entre 1984 et 1990. Seules cinq stations possèdent un suivi relativement long, certaines cependant avec des discontinuités ;
- le second critère retenu est la localisation des stations. Plusieurs emplacements apparaissent stratégiques :
 - Les stations situées sur la Sélune à proximité du projet (amont et aval immédiat) ;
 - Les stations situées sur les affluents majeurs de la Sélune en amont ;
 - Les stations les plus à l'aval du bassin versant (hors influence de la marée dynamique) sur la Sélune ;
- le troisième critère étant la liaison possible de la station de mesure avec une station hydrométrique permettant le calcul des flux de matières ou en lien avec un suivi sur des indicateurs biologiques.

Tabl. 19 - STATIONS DE SUIVI SUR LE COURS PRINCIPAL DE LA SELUNE JUGEES COMME INTERESSANTES POUR LE SUIVI DE L'OPERATION

| N° STATION | RESEAU DE SUIVI | NOM | PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES | | | PARAMETRES BIOLOGIQUES | | | |
|------------|-----------------|---------------------------------------|---|----------------------|------------------------|------------------------|-----------|-----------|-----|
| | | | période de suivi | nombre de paramètres | | IBGN | IBD | IBMR | IPR |
| 271437 | RNB-RCB | La Sélune à Notre-Dame-du-Touchet | 1984/1985/1986/1989/1997-2010 Données mensuelles | PH CH & TOX 150 | 1999-2000 et 2002-2010 | 2006-2009 | 2008-2009 | 2008-2009 | |
| 271965 | RNB-RCS | L'Airon aux Loges Marchis | 1988-1993 et 1997-2010 Données mensuelles | PH CH & TOX >150 | 1998/2000 et 2002-2008 | 2006/2007/2009 | 2008 | 2008 | |
| 272040 | RNB | La Sélune à Virey 2 (moulin de Virey) | 1984-1989 et 1994-2007 Données mensuelles | PH CH & TOX 111 | 1998-2001 | | | | |
| 272685 | RNB-RCS | La Sélune à Saint-Aubin-de-Terregatte | 1987-2010 | PH CH & TOX 144 | 98/00-09 | 2006/2007 | | 2008 | |
| 2807 | SMAEP | La sélune au pont du bateau | 2000/2011 | PH CH & TOX | | | | | |

Au final, seules 3 stations sont retenues pour qualifier l'état des eaux de surface (surlignées en jaune). Les stations de la Sélune sur Virey peuvent apporter des indications sur la retenue de Vezins sur sa partie amont. La station de Pont Bateau peut quant à elle apporter des compléments en lien avec sa proximité avec la station de Saint Aubin de Terregatte.

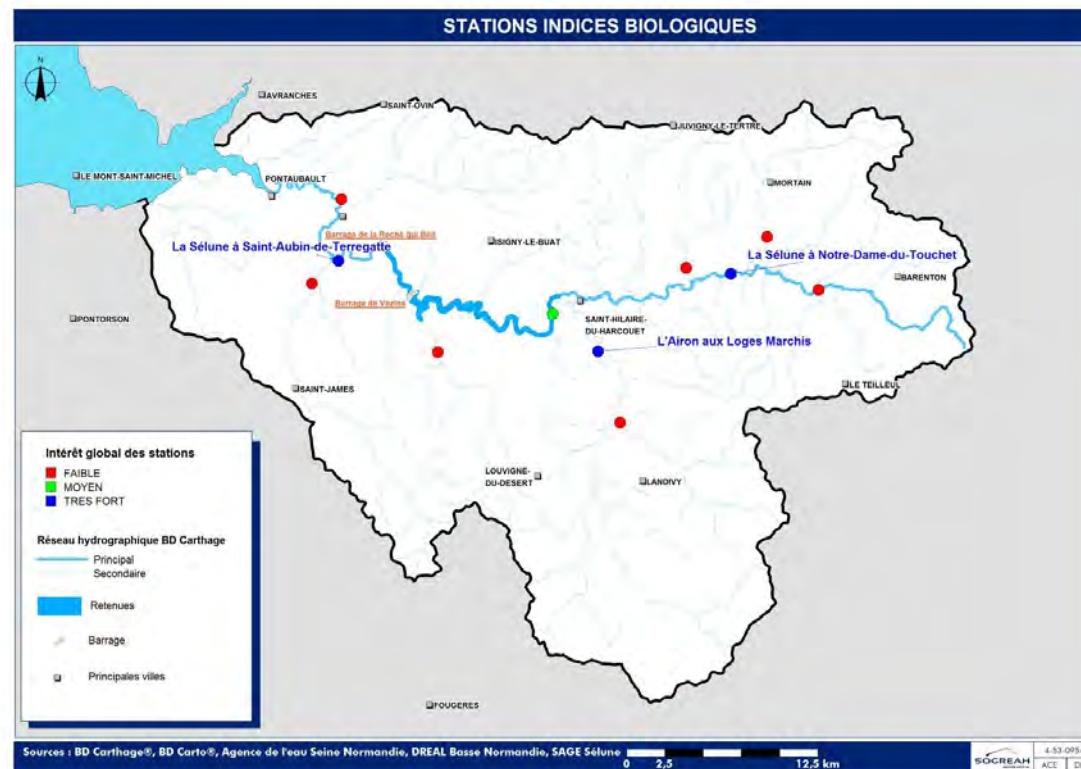


Fig. 48. INTERET DES STATIONS EAUX DE SURFACE DU BASSIN DE LA SELUNE

4.5.2. QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE DE LA SELUNE

L'analyse des éléments physico-chimiques présents dans l'eau permettent d'évaluer la qualité de la ressource et de définir l'origine des apports polluants. Les données brutes de qualité aux stations de surveillance citées précédemment ont été analysées pour les principaux paramètres suivants :

- Température et Matières en suspension (MES)
- Nitrates et composés nitrates
- Matières phosphorées
- Oxygène dissous, DBO5 (Demande Biochimique en Oxygène) et Demande Chimique en Oxygène (DCO)
- Pesticides

Les définitions des différents paramètres seront données dans les chapitres correspondant, elles sont issues de l'ouvrage *Paramètres de la qualité des eaux* (BREMOND R., PERRONDON C., 1977).

4.5.2.1. TEMPERATURE ET MES

4.5.2.1.1. TEMPERATURE

La température de l'eau est un des paramètres essentiels qui régule l'activité et les cycles biologiques dans les cours d'eau. Elle influe sur la densité, la viscosité de l'eau, mais aussi sur l'évaporation et sur la solubilité des différents gaz présents dans l'eau (en particulier l'oxygène).

Outre la qualité même de l'eau, la température naturelle des eaux joue un rôle primordial dans la distribution des espèces floristiques et faunistiques, aussi bien par ses niveaux extrêmes que par ses variations diurnes ou saisonnières.

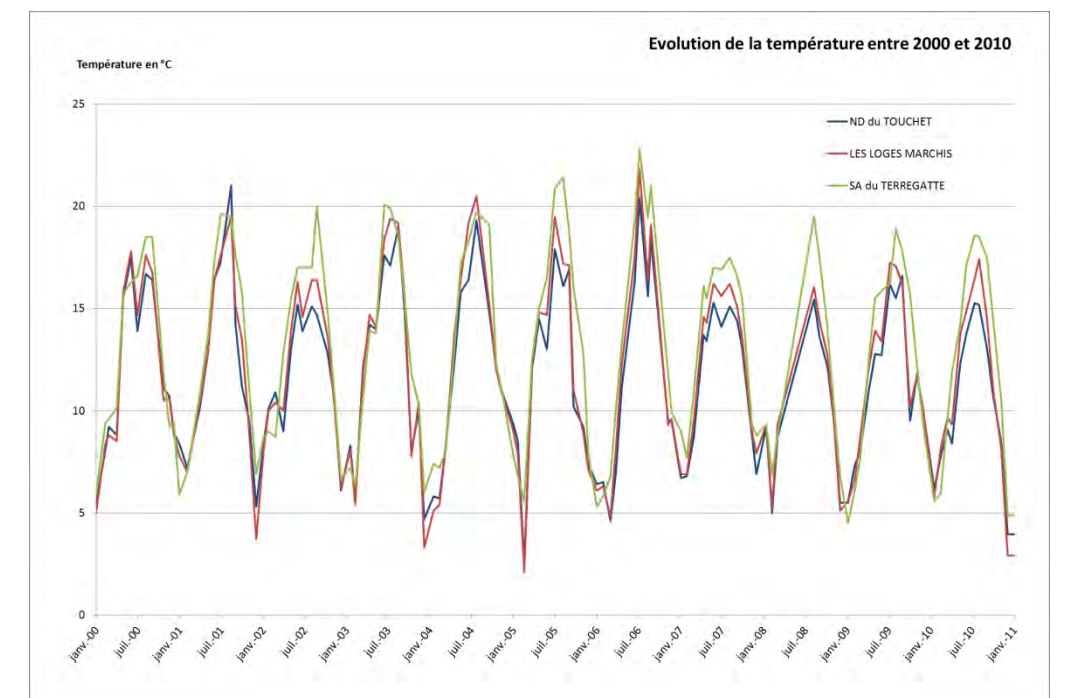


Fig. 49. TEMPERATURE DE L'EAU MOYENNE MENSUELLE SUR LA PERIODE 2000-2010

Le graphique présenté exprime la moyenne mensuelle des températures sur les trois stations. La station de Notre Dame du Touchet subit un réchauffement moindre en été ce qui peut s'expliquer par sa position à l'amont du bassin versant, les eaux n'ayant eu qu'un temps de contact plus limité avec l'air.

La température à la station de Ducey en aval des barrages est largement supérieure aux deux autres stations, en lien avec la position aval et l'impact des barrages (malgré un ouvrage de vidange à mi-hauteur du barrage). L'écart maximal de température apparaît en octobre et atteint 3 degrés entre les stations amont et la station de Ducey. Les températures sur cette station sont globalement identiques aux températures moyennes de la Sée.

Une régression linéaire ne permet pas de mettre en évidence un refroidissement ou réchauffement sur la période d'étude.

4.5.2.1.2. LES MATIERES EN SUSPENSION (MES)

Les eaux naturelles ne sont jamais exemptes de matières en suspension. Elles proviennent généralement des effets de l'érosion naturelle, des débris d'origine organique (débris végétaux, ...) et du plancton. L'augmentation des MES dans le milieu peut être liée à l'action humaine : accélération de l'érosion par le déboisement, eaux d'irrigation atteignant le cours d'eau chargée de MES, activités industrielles, ...

D'après les seuils de la grille d'évaluation de la qualité des eaux présentée par le tableau 17 (Arrêté du 25 janvier 2010), une eau en bon état présente des concentrations en MES inférieures à 50 mg/l.

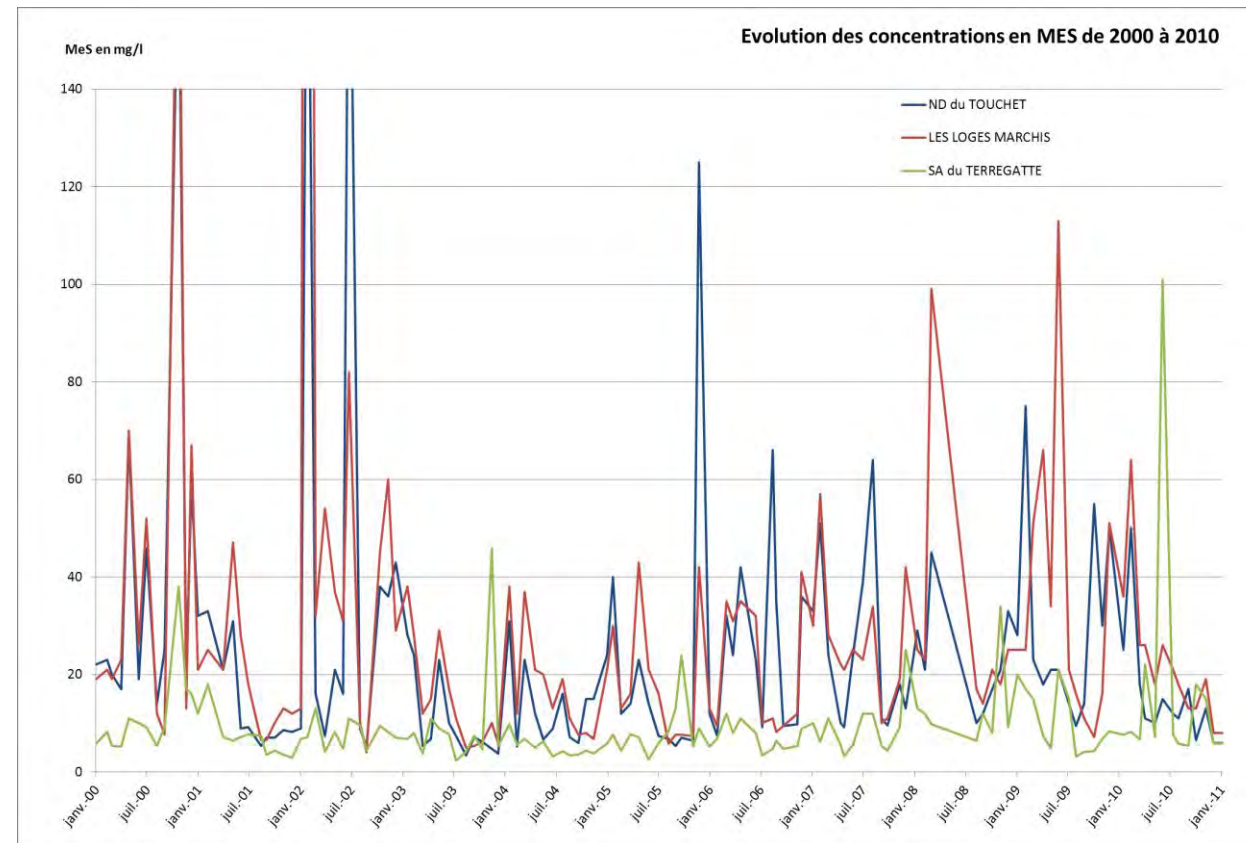


Fig. 50. MOYENNE MENSUELLE DES CONCENTRATIONS EN MES

La qualité globale liée aux MES est en nette amélioration sur les secteurs amont contrairement à l'aval des retenues où les concentrations tendent à montrer une sensible dégradation. Néanmoins, l'effet des retenues est clairement visible et permet une décantation des fines et un abaissement notable des concentrations en MES. Cependant, de fortes concentrations subsistent en aval suggérant une capture limitée des éléments fins durant lors les événements pluvieux marquants.

Aucune tendance nette n'illustre un abaissement ou une augmentation de cette concentration sur la décennie étudiée.

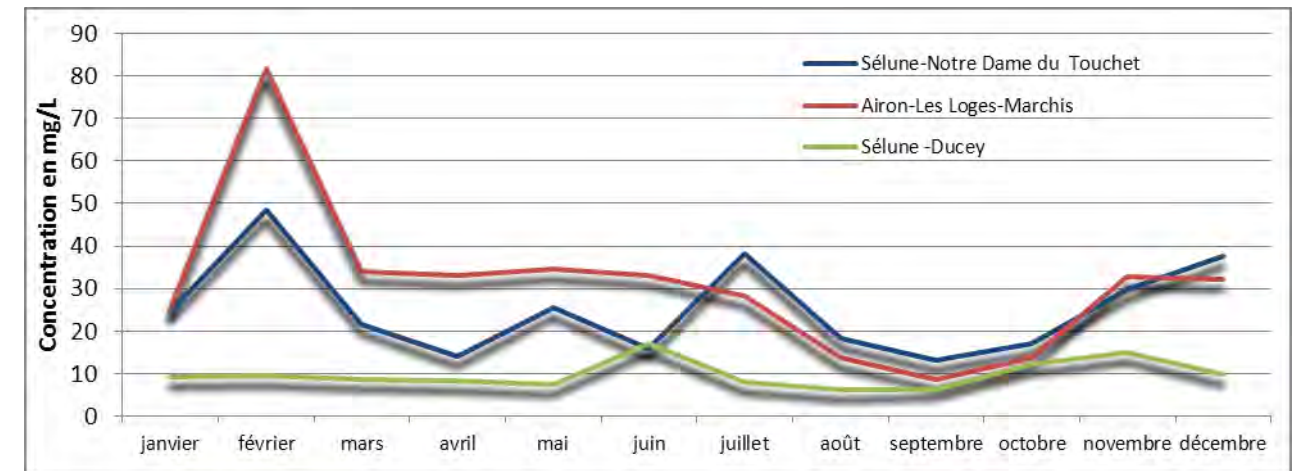


Fig. 51. MOYENNE MENSUELLE DES CONCENTRATIONS EN MES

4.5.2.2. NITRATES ET COMPOSES NITRATES

Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote. Leur présence dans l'eau atteste que, si la source de pollution est organique, l'autoépuration a joué. L'activité humaine est indubitable dès que l'on observe des concentrations dépassant 1 mg/l. Les apports proviennent du lessivage des engrais et de l'azote reminéralisé sur les zones de culture, des eaux usées domestiques et parfois industrielles.

L'azote Kjeldahl comporte l'azote présent sous les formes organiques et ammoniacales, à l'exclusion des formes nitreuse et nitrique. L'origine de l'azote organique peut être la décomposition des déchets organiques, les rejets organiques humains ou animaux, les rejets industriels et notamment fabrique d'engrais azotés, les adjuvants de certains détergents. A l'exclusion de la première des origines citées pouvant être la décomposition d'organismes aquatiques, la présence d'azote organique est donc un signe de pollution.

Les deux graphiques suivants présentent respectivement l'évolution des concentrations en Azote Kjeldahl et en Nitrates entre 2000 et 2010, aux stations de surveillance de la Sélune.

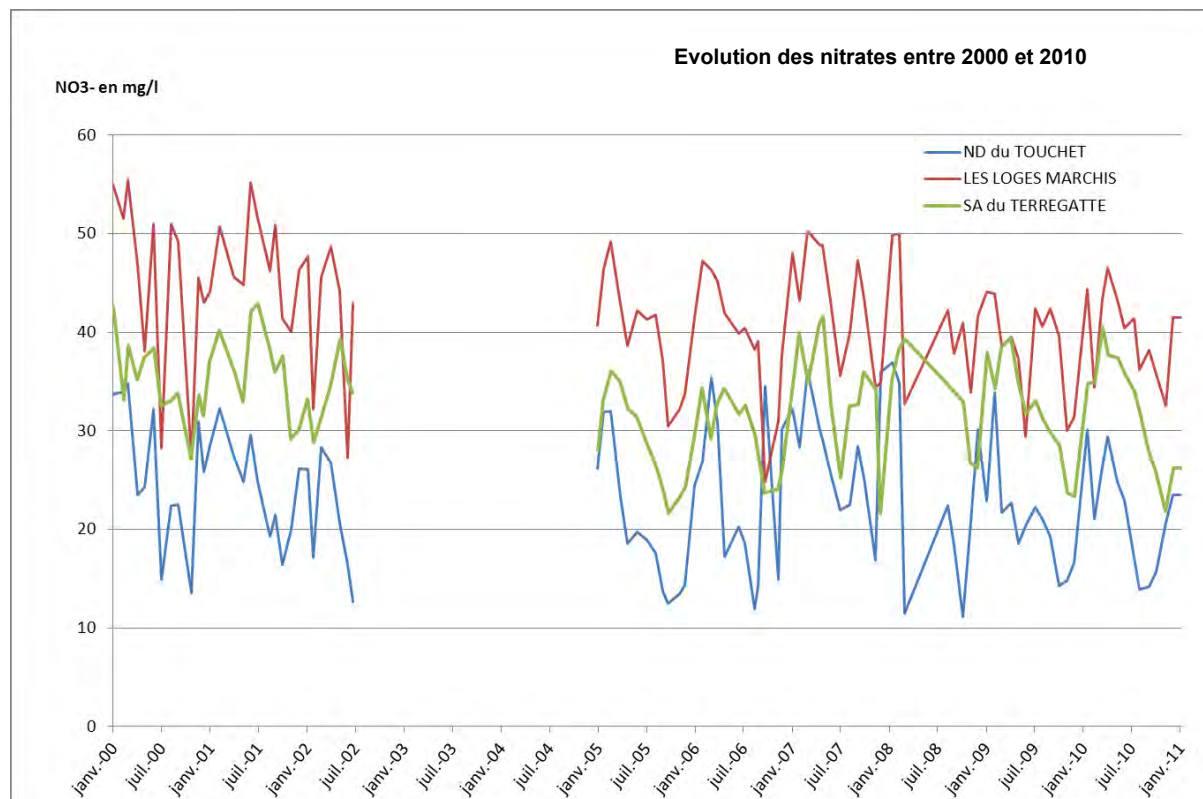
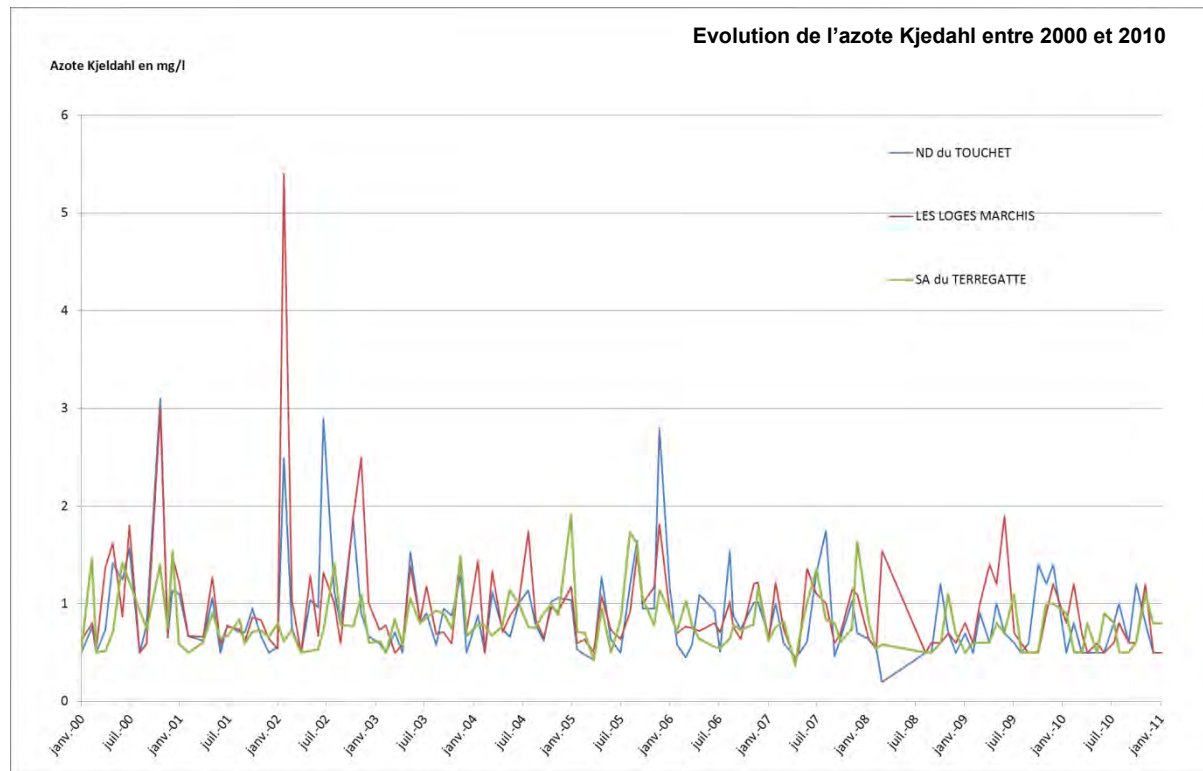


Fig. 52. EVOLUTION DE L'AZOTE KJEDAHAL ET DES NITRATES ENTRE 2000 ET 2010

Les graphiques illustrent une sensible amélioration des concentrations en azote entre 2000 et 2010. Cette amélioration est légèrement plus marquée sur l'Airon (10 points sur l'Airon et 5 points sur les deux autres stations). Cette évolution ne peut être validée par une corrélation fiable.

L'Airon possède les taux les plus forts en nitrates qui oscillent entre 35 et 45 mg/l, et restent donc inférieurs au seuil de qualité de 50 mg/l. Les taux sur le cours amont de la Sélune sont bien plus faibles et évoluent dans une gamme allant de 18 à 30 mg/l. Cet écart important peut s'expliquer par l'occupation du sol. Le relief et les sols sont plus favorables aux cultures sur le bassin granitique de l'Airon. Les concentrations sont au plus fort entre décembre et avril durant la période de lessivage des sols.

Des distinctions existent entre le paramètre nitrate Kjeldhal et Nitrates NO_3^- . En effet, en aval du barrage, bien que la concentration en NO_3^- soit la plus faible des trois stations, ce constat est différent pour l'azote Kjeldhal. En effet, ce dernier paramètre est intégrateur du paramètre MES et illustre à nouveau le rôle décanteur des barrages.

L'ammonium constitue un des maillons du cycle complexe de l'azote. L'ammonium provient de la réaction de minéraux contenant du fer avec des nitrates. C'est un bon indicateur de pollution des eaux par des rejets organiques d'origine agricole, domestique ou industrielle. Suivant la qualité physico-chimique des sols et de l'eau, sa présence peut entraîner un enrichissement en azote. Il peut également s'avérer toxique pour les biocénoses. Au-delà d'une concentration de 0.5 mg/l, la qualité est considérée comme moyenne. La figure suivante présente l'évolution des teneurs en ammonium dans la Sélune entre 2000 et 2011.

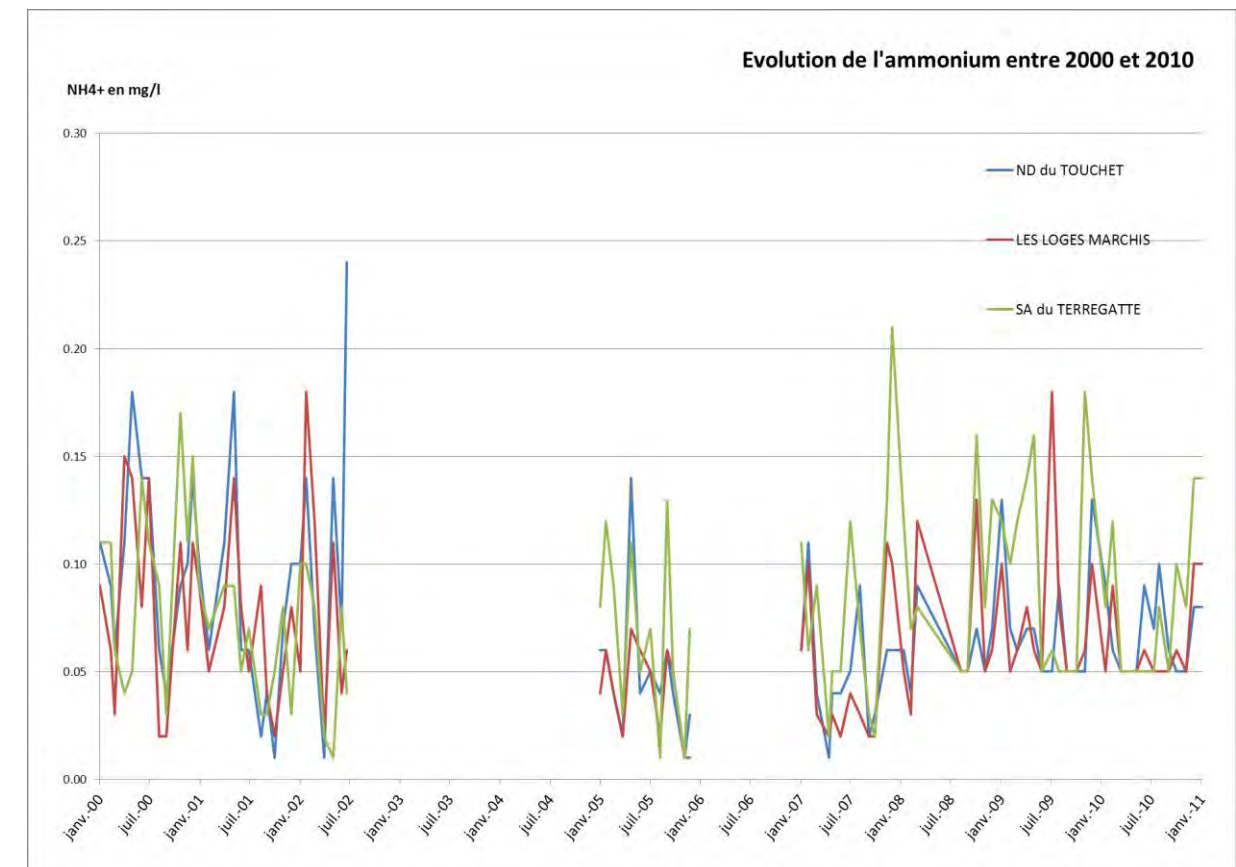


Fig. 53. EVOLUTION DE L'AMMONIUM ENTRE 2000 ET 2010

La concentration du paramètre ammonium traduit une dégradation sur le secteur aval malgré une amélioration en amont. Les impacts des retenues restent évidents dans ce cas. Néanmoins la qualité est considérée comme bonne.

Les nitrites s'insèrent dans le cycle de l'azote, entre l'ammoniac et les nitrates. Leur présence est due, soit à l'oxydation bactérienne de l'ammoniac, soit à la réduction des nitrates. Ils ne représentent qu'un stade intermédiaire et sont facilement oxydés en nitrates. La présence de nitrites d'origine naturelle est très rare. Au même titre que les nitrates, les nitrites stimulent la croissance planctonique. Les nitrites peuvent être présents dans l'eau également sous forme non ionisée d'acide nitreux (HNO₂), forme la plus toxique. La concentration des nitrites augmente avec la température. L'évolution saisonnière de ce paramètre est cyclique en lien avec les débits d'étiage et le réchauffement des masses d'eau. Cette toxicité s'exerce notamment sur les poissons, particulièrement chez les salmonidés, et ce à de faibles concentrations (valeur guide < 0.01 mg/l). Une bonne qualité est inférieure à une concentration de 0.3 mg/l.

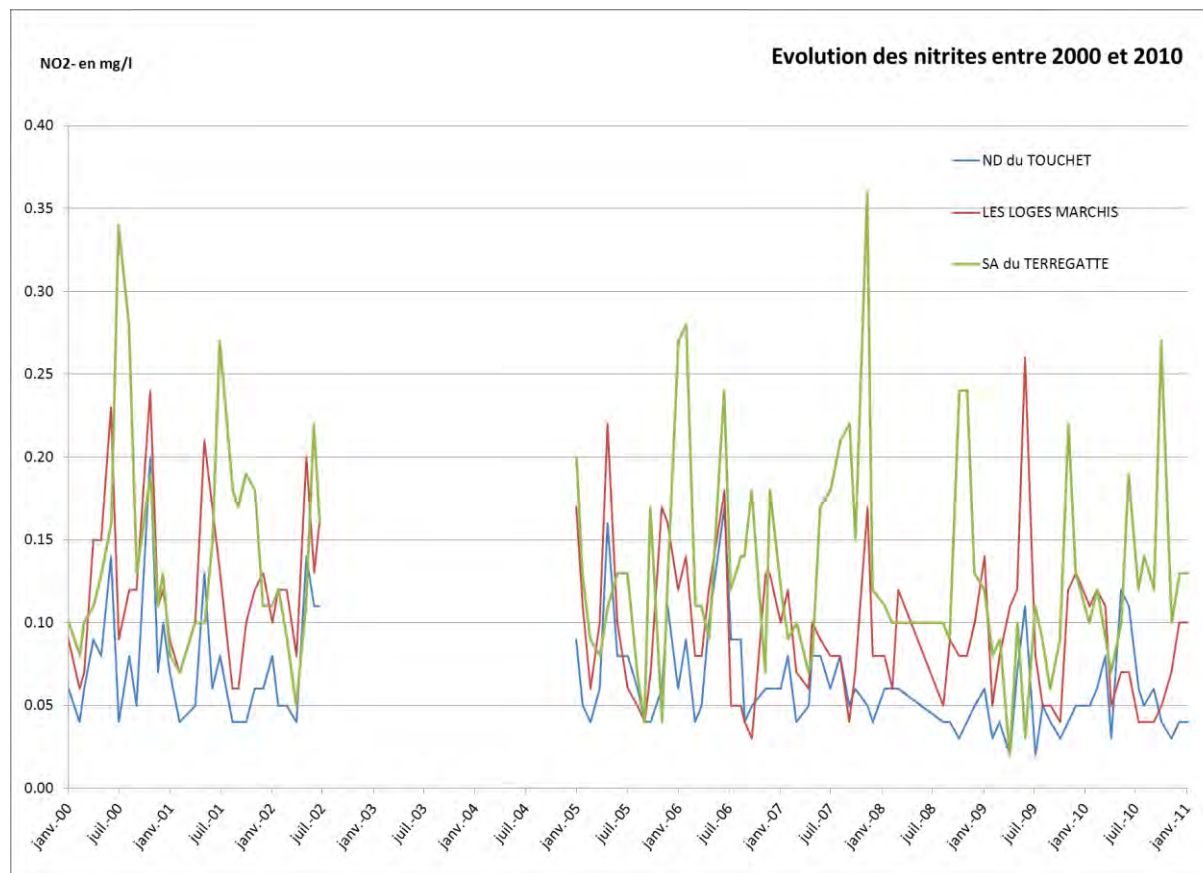


Fig. 54. EVOLUTION DES NITRITES ENTRE 2000 ET 2010

4.5.2.3. PHOSPHORE TOTAL ET COMPOSES DU PHOSPHORE

Le phosphore dans l'eau est présent soit sous forme particulaire, soit sous forme dissoute. Le phosphore total englobe ces deux formes. Les matières phosphorées sont souvent liées aux rejets d'eaux usées domestiques. Ils peuvent également avoir pour origine le lessivage des sols, par érosion, des terres agricoles. En période hivernale, ce phénomène induit des flux de phosphore parfois importants. Or, une forte augmentation des concentrations en phosphore dans un cours d'eau engendre un « hyper-développement » des plantes, pouvant être à l'origine de l'eutrophisation du milieu aquatique. Par réactions en chaîne, la prolifération des plantes aquatiques peut provoquer la chute du taux d'oxygène dissous et ainsi perturber la vie aquatique.

Afin d'analyser la détérioration de la qualité de l'eau par les éléments phosphorés, deux paramètres sont généralement étudiés : la concentration en Orthophosphates (PO₄³⁻), ainsi que le phosphore total (dissous et particulaire). Les figures suivantes illustrent l'évolution de ces deux paramètres.

Sur la période des dix dernières années, d'importants manques de données induisent des résultats peu fiables. Le graphique suivant montre l'évolution de la concentration en phosphore total. L'observation des deux paramètres montre des évolutions similaires.

Les stations amont connaissent une importante augmentation des concentrations durant la période estivale. La station de Ducey ne semble pas subir l'augmentation saisonnière entre avril et octobre remarquée sur les stations amont. Cet état peut s'expliquer d'une part par la consommation par le phytoplancton dans les retenues, mais aussi par la sédimentation d'une part importante du phosphore total lié à la fraction solide, ce qui expliquerait le niveau général très bas même en hiver.

Depuis 2004 les concentrations ont connues une baisse sensible sur l'ensemble des stations.

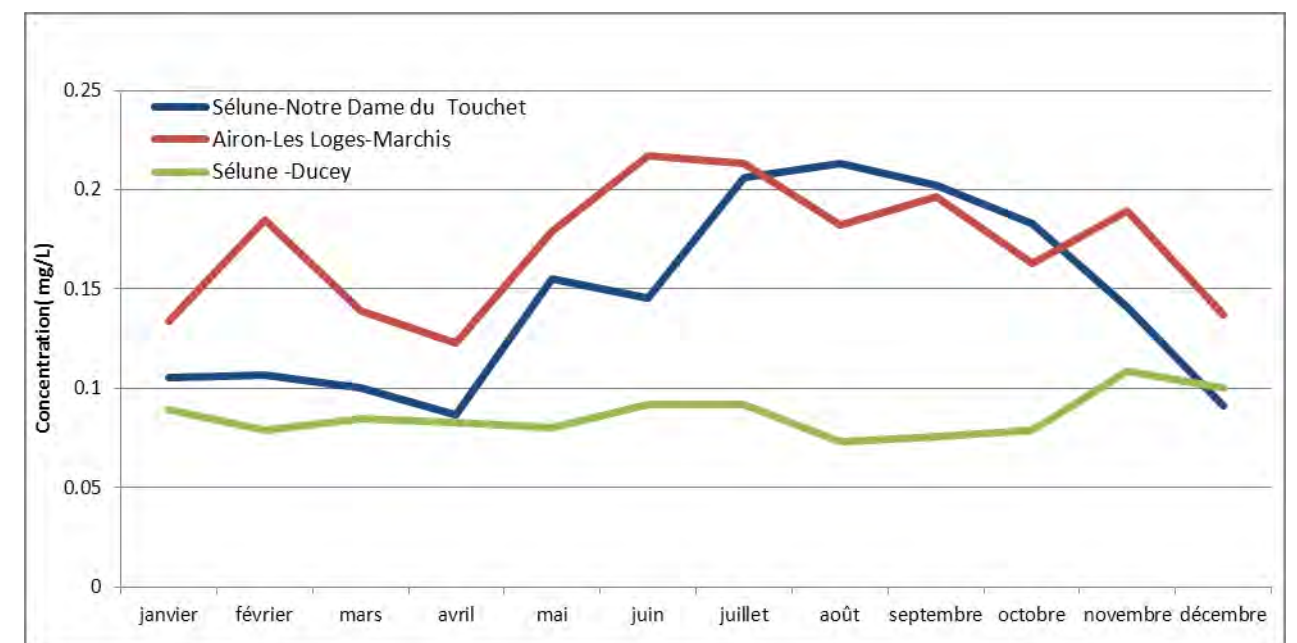


Fig. 55. MOYENNE MENSUELLE DES CONCENTRATION EN PHOSPHORE TOTAL ENTRE 2000 ET 2010

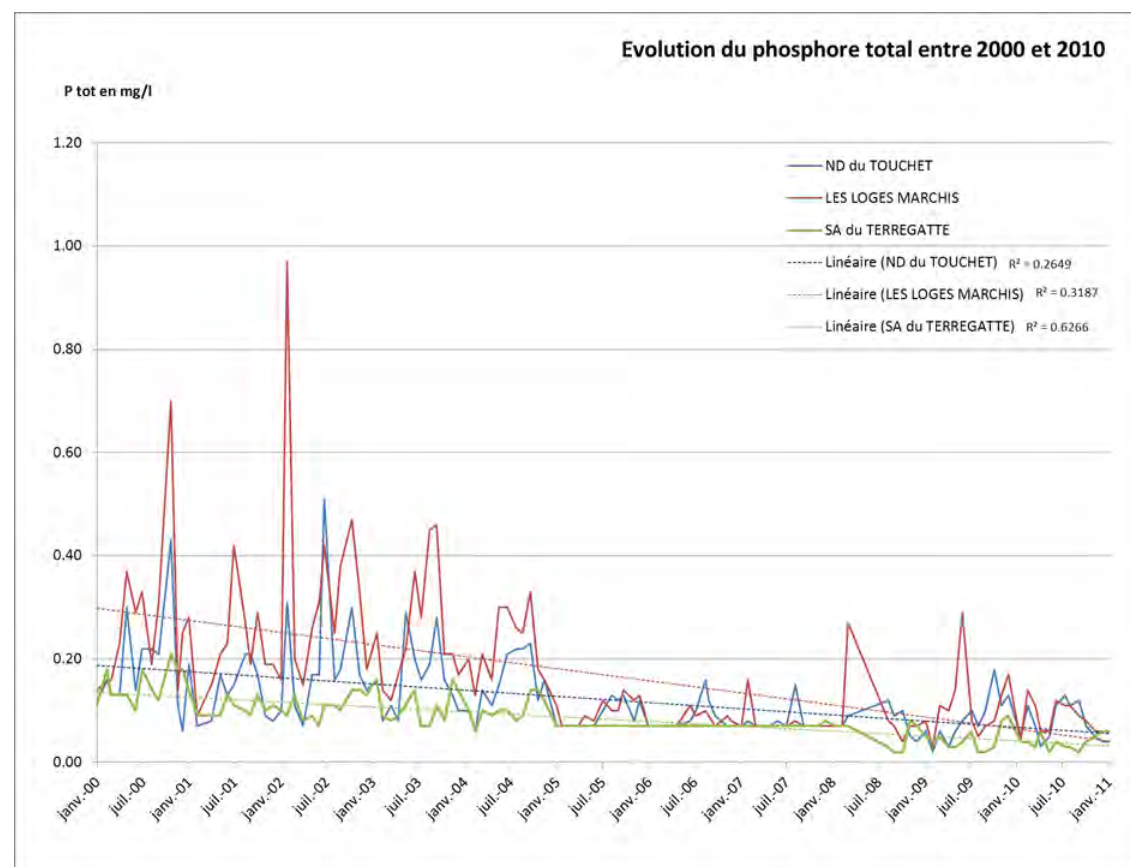
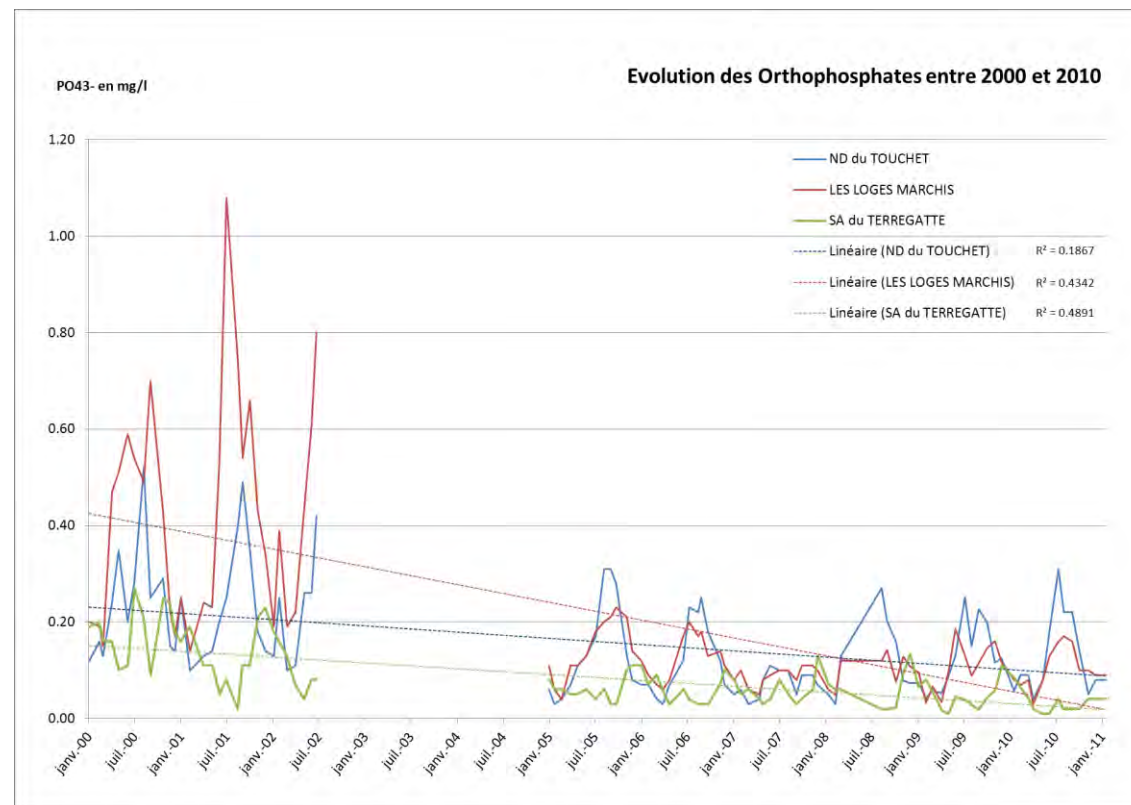


Fig. 56. EVOLUTION DES TENEURS PHOSPHORE ENTRE 2000 ET 2010

4.5.2.4. OXYGENE DISSOUS ET DEMANDE EN OXYGENE

4.5.2.4.1. OXYGENE DISSOUS

La présence d'oxygène dans les eaux de surface joue un rôle primordial dans le maintien de la vie aquatique et dans l'autoépuration. La qualité est considérée comme bonne pour des concentrations supérieures à 6 mg/l. La concentration en oxygène dissous à l'aval des ouvrages est relativement bonne. Cependant, durant la période estivale, certains prélèvements indiquent de faibles concentrations, inférieures au seuil requis pour les eaux salmonicoles comme la Sélune. Ces faibles concentrations ne sont moins marquées à l'amont des retenues. La concentration minimale pour les eaux salmonicoles est de 7 mg/l et 9mg/l pour 50 % du temps. (Valeur guide Décret n°2008-990 du 18 septembre 2008 - art. 5)

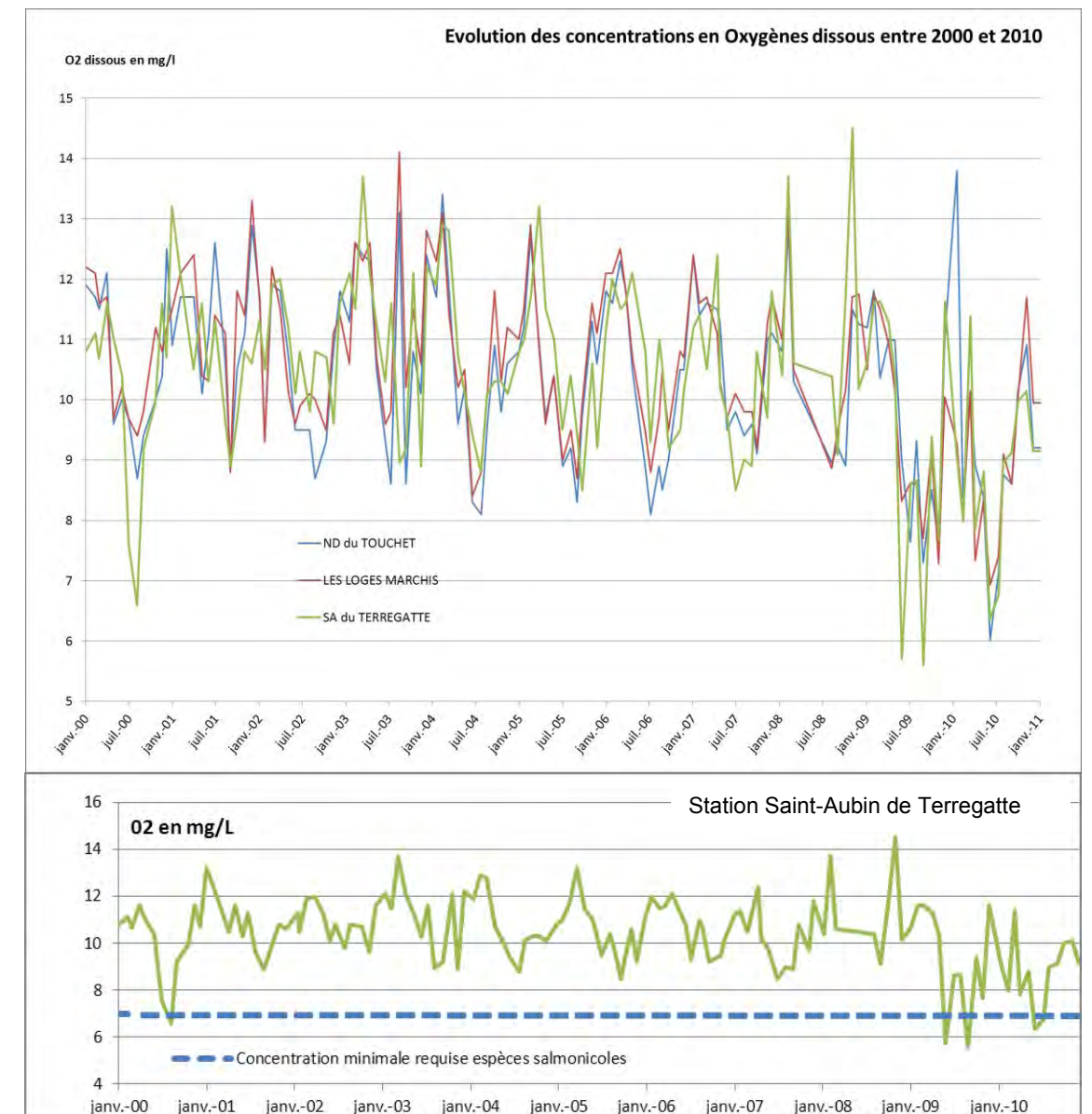
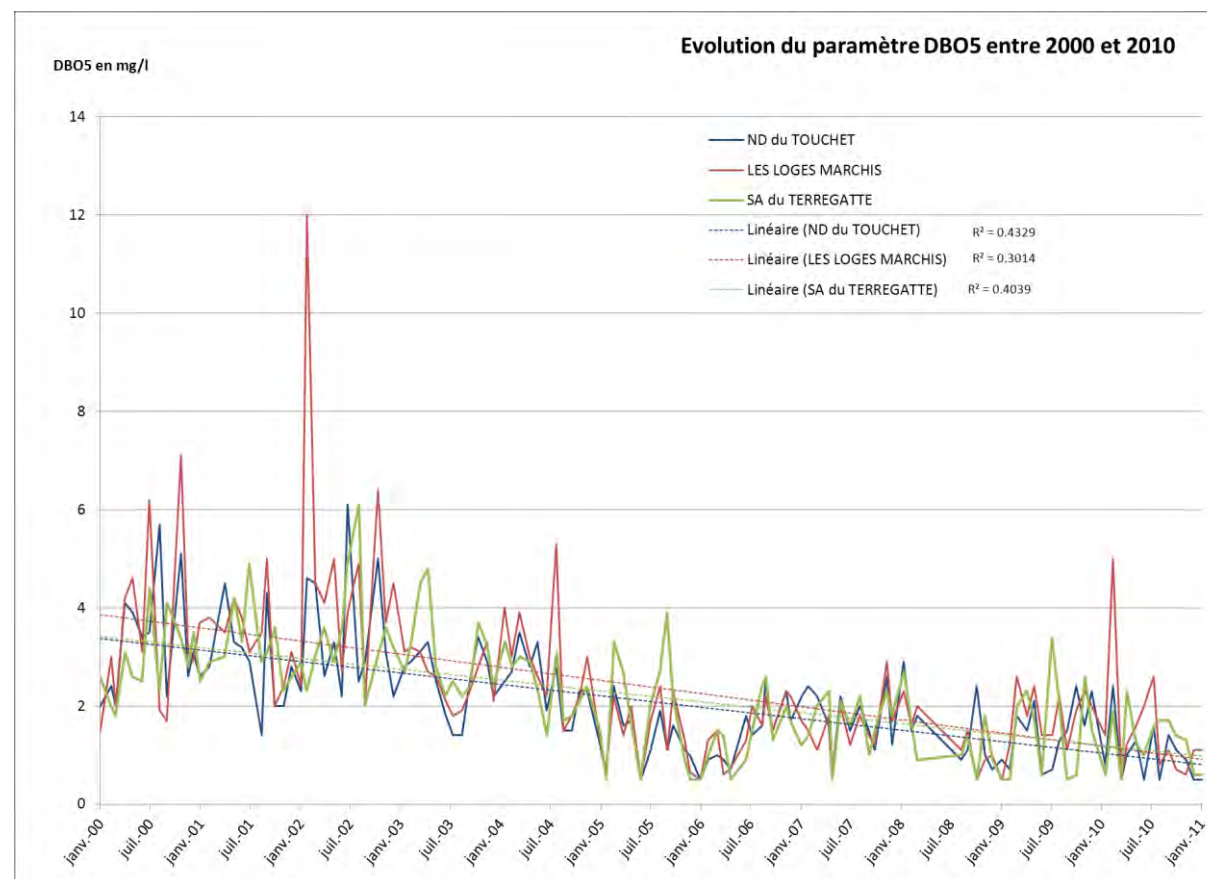


Fig. 57. EVOLUTION DE L'OXYGENE DISSOUS ENTRE 2000 ET 2010

4.5.2.4.2. DBO5 ET DCO

La Demande Biochimique en Oxygène exprime la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction ou à la dégradation des matières organiques d'une eau. Il a été convenu d'évaluer la demande biochimique en oxygène pendant 5 jours à 20°C qu'on désigne par le sigle DBO5. Le résultat est exprimé en mg/l consommé pendant ces 5 jours. Il doit être inférieur à 6 mg/l pour assurer une bonne qualité, ce seuil est globalement respecté.

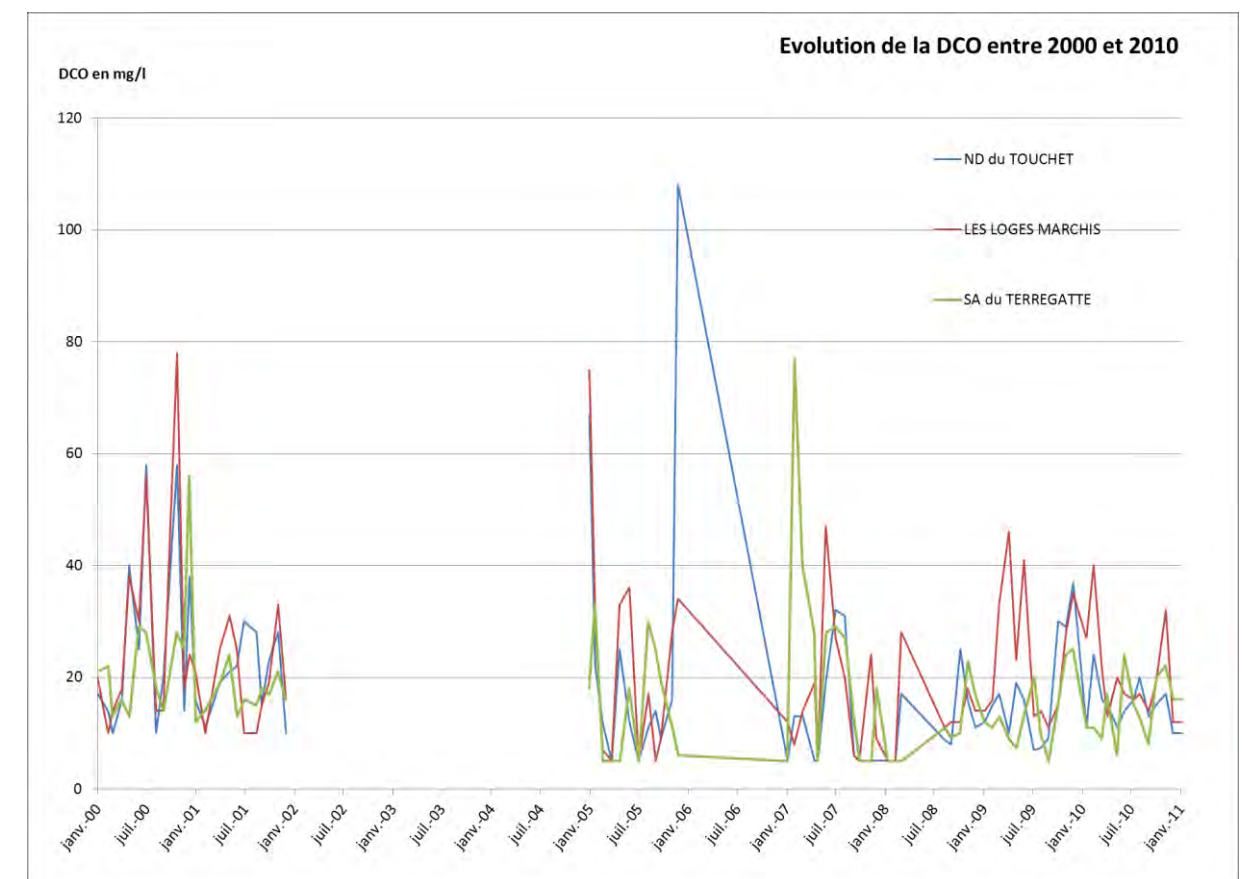
L'effet principal d'un rejet de matières organiques dans le milieu naturel est la consommation d'oxygène qui en résulte par les organismes pour assurer sa dégradation. L'oxygène est un élément fondamental du maintien et du développement de la flore et de la faune présents dans le milieu naturel. Les estimations de la demande biochimique en oxygène ont donc pour but d'évaluer cette nuisance et d'en estimer les effets.



Les régressions illustrent une tendance à l'amélioration des besoins en oxygène sur les trois stations indiquant des apports en matière organiques moindres.

La Demande Chimique en Oxygène (DCO) est la quantité d'oxygène, exprimée en milligrammes, qui est consommée par les matières oxydables dans les conditions de l'essai, contenues dans 1 litre d'eau. Les substances organiques naturelles proviennent du lessivage des sols et surtout des résultats du métabolisme des organismes aquatiques. La pollution par les matières organiques est essentiellement due aux rejets industriels (industries chimiques, pharmaceutiques, pétrolières, agricoles, ...), et aux rejets des populations urbaines.

Une qualité dite bonne se situe en dessous du seuil de 30 mg/l. ce seuil est dépassé de manière récurrente.



Aucune tendance d'évolution notable n'est perceptible.

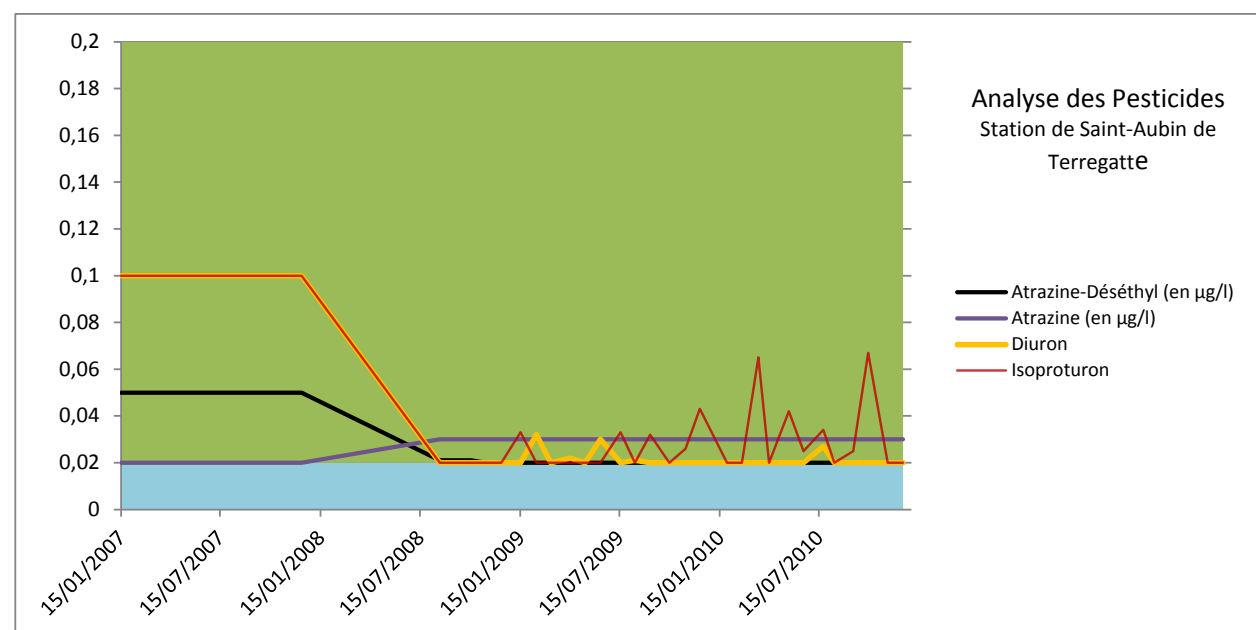
4.5.2.5. PESTICIDES

Les pesticides sont des produits utilisés pour lutter contre les organismes qui sont nuisibles à la santé ou qui s'attaquent aux ressources végétales ou animales nécessaires à l'alimentation (insecticides, fongicides, ...).

Afin d'évaluer la pollution des eaux par les pesticides, les concentrations de 4 d'entre eux ont été analysées, et comparées aux seuils de qualité du SEQ-Eau. Le graphique suivant présente les valeurs mesurées entre 2007 et 2010 à la station de Saint-Aubin de Terregatte, sur la Sélune.

Les seuils de qualité du SEQ-Eau pour ces 4 paramètres sont les suivants :

| | |
|---------------|---------------|
| Très bon état | < 0,02 µg/l |
| Bon état | [0,02 ; 0,22[|
| Etat moyen | [0,2 ; 2[|
| Etat médiocre | [2 ; 20[|
| Etat mauvais | > 20 |



Les analyses réalisées en aval des barrages illustrent une bonne à très bonne qualité.

4.5.2.6. METAUX LOURDS

Les données disponibles sur les métaux lourds ont été fournies par l'Agence de l'Eau Seine-Normandie avec une fréquence d'analyse mensuelle entre août 2008 et décembre 2010 pour les deux stations suivantes :

- La Sélune à Saint-Aubin-de-Terregatte
- L'Airon au niveau des Loges du Marchis

Ces données sont comparées aux seuils réglementaires. Ceux-ci sont précisés au sein de l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface. Cet arrêté se substitue à la grille du SEQ-EAU (version 2), ancien Système d'Evaluation de la Qualité de l'eau des cours d'eau créé par l'Agence de l'Eau.

Néanmoins, l'arrêté du 25 janvier 2010 ne précise pas les seuils pour l'ensemble des paramètres analysés ici. C'est pourquoi, les seuils du SEQ-EAU (version 2) sont présentés à titre indicatif.

4.5.2.6.1. ARSENIC (AS)

Les valeurs obtenues pour les concentrations en arsenic sont constantes à la fois dans le temps (sur l'ensemble de la période d'analyse de 2008 à 2010) et dans l'espace (sur les deux stations de mesure analysées). La concentration des eaux est de 2 µg/l.

L'arrêté du 25 janvier 2010 fixe la norme de qualité environnementale (NQE) pour l'arsenic à 4,2 µg/l. Les eaux de la Sélune et de l'Airon respectent donc la norme de qualité pour le paramètre « arsenic ».

A titre indicatif, les seuils du SEQ-EAU sont présentés ci-dessous et classaient les eaux de la Sélune et de l'Airon en « bonne qualité » pour l'arsenic.

| Classe d'aptitude → | Bleu | Vert | Jaune | Orange | Rouge |
|---------------------|------------|-------|---------|----------|---------------|
| Qualité | Très bonne | Bonne | Moyenne | Mauvaise | Très mauvaise |
| Arsenic (µg/l) | 1 | 10 | 100 | 270 | |

4.5.2.6.2. CADMIUM (Cd)

Les valeurs obtenues pour les concentrations en cadmium sont constantes à la fois dans le temps (sur l'ensemble de la période d'analyse de 2008 à 2010) et dans l'espace (sur les deux stations de mesure analysées). La concentration des eaux est de 1 µg/l.

L'arrêté du 25 janvier 2010 ne fixe aucune norme de qualité environnementale (NQE) pour le cadmium. Ainsi, les seuils du SEQ-EAU sont présentés ci-après à titre indicatif et classaient les eaux de la Sélune et de l'Airon en qualité mauvaise à très mauvaise (dépendant de la dureté de l'eau).

| Classe d'aptitude → | Bleu | Vert | Jaune | Orange | Rouge |
|-----------------------|------------|-------|---------|----------|---------------|
| Qualité | Très bonne | Bonne | Moyenne | Mauvaise | Très mauvaise |
| Cadmium (µg/l) | | | | | |
| Dureté faible | 0,001 | 0,01 | 0,1 | 0,37 | |
| Dureté moyenne | 0,004 | 0,04 | 0,37 | 1,3 | |
| Dureté forte | 0,009 | 0,09 | 0,85 | 3 | |

4.5.2.6.3. CHROME (Cr)

Les valeurs obtenues pour les concentrations en chrome sont globalement constantes dans le temps (sur l'ensemble de la période d'analyse de 2008 à 2010) et dans l'espace (sur les deux stations de mesure analysées). La concentration des eaux est de 2,5 µg/l. Seules trois mesures indiquent une concentration différente :

- Pour la Sélune à Sant-Aubin-de-Terregatte : concentration de 4 µg/l observée le 15 janvier 2009 ;
- Pour l'Airon aux Loges-du-Marchis :
 - concentration de 3,6 µg/l observée le 10 juin 2009
 - concentration de 3 µg/l observée le 24 février 2010

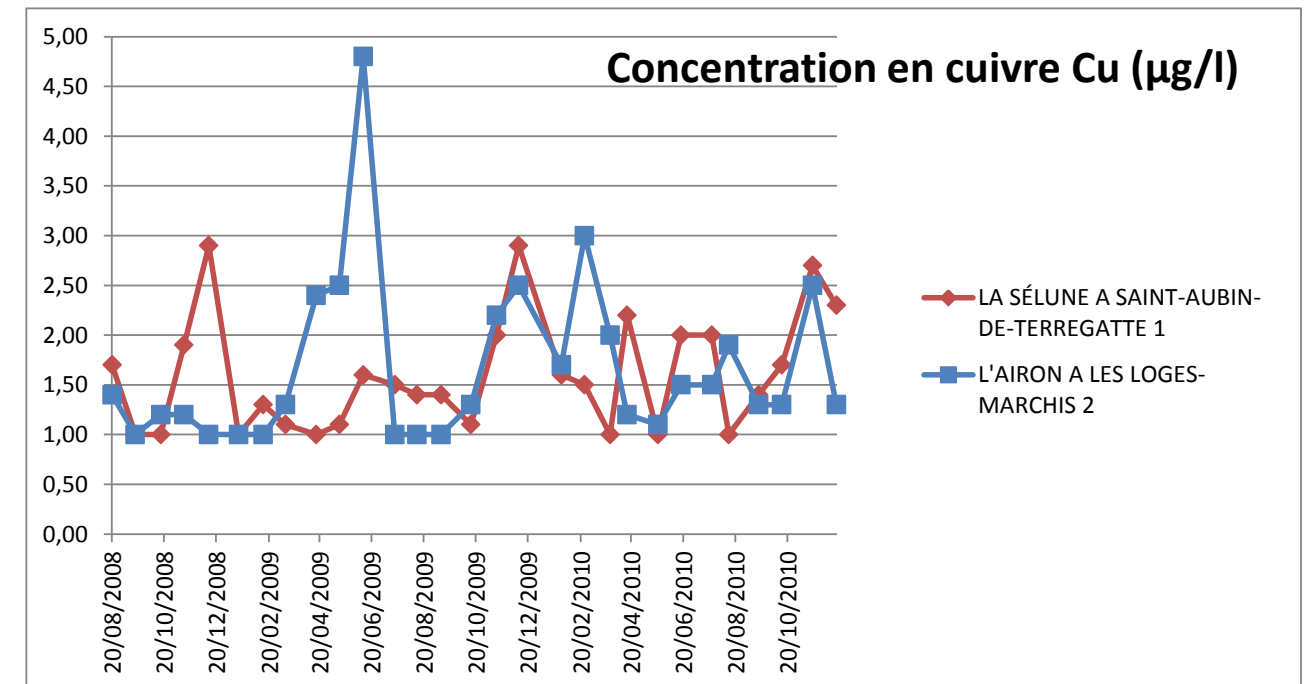
L'arrêté du 25 janvier 2010 fixe la norme de qualité environnementale (NQE) pour le chrome à 3,4 µg/l. Hormis deux valeurs de concentration légèrement supérieures à ce seuil (15 janvier 2009 pour la Sélune et 10 juin 2009 pour l'Airon), les eaux respectent donc la norme de qualité pour le paramètre « chrome ».

A titre indicatif, les seuils du SEQ-EAU sont présentés ci-dessous et classaient les eaux de la Sélune et de l'Airon en qualité bonne à moyenne (dépendant de la dureté de l'eau).

| Classe d'aptitude → | Bleu | Vert | Jaune | Orange | Rouge |
|----------------------------|------------|-------|---------|----------|---------------|
| Qualité | Très bonne | Bonne | Moyenne | Mauvaise | Très mauvaise |
| Chrome total (µg/l) | | | | | |
| Dureté faible | 0,04 | 0,4 | 3,6 | 70 | |
| Dureté moyenne | 0,18 | 1,8 | 18 | 350 | |
| Dureté forte | 0,36 | 3,6 | 36 | 700 | |

4.5.2.6.4. CUIVRE (Cu)

La concentration en cuivre varie sur la période d'analyse et selon la station de mesure (cf. graphe) :



L'arrêté du 25 janvier 2010 fixe la norme de qualité environnementale (NQE) pour le cuivre à 1,4 µg/l. Les valeurs obtenues indiquent donc des concentrations régulièrement supérieures à ce seuil, ne dépassant toutefois pas la valeur de 3 µg/l (excepté un pic de concentration pour l'Airon).

A titre indicatif, les seuils du SEQ-EAU sont présentés ci-dessous. Ces seuils étant dépendants de la dureté de l'eau, et au vu de l'importante fluctuation des concentrations mesurées, les eaux de la Sélune et de l'Airon ne correspondent pas à une seule classe de qualité (qualité bonne à très mauvaise).

| Classe d'aptitude → | Bleu | Vert | Jaune | Orange | Rouge |
|----------------------|------------|-------|---------|----------|---------------|
| Qualité | Très bonne | Bonne | Moyenne | Mauvaise | Très mauvaise |
| Cuivre (µg/l) | | | | | |
| Dureté faible | 0,017 | 0,17 | 1,7 | 2,5 | |
| Dureté moyenne | 0,1 | 1 | 10 | 15 | |
| Dureté forte | 0,27 | 2,7 | 27 | 40 | |

4.5.2.6.5. MERCURE (Hg)

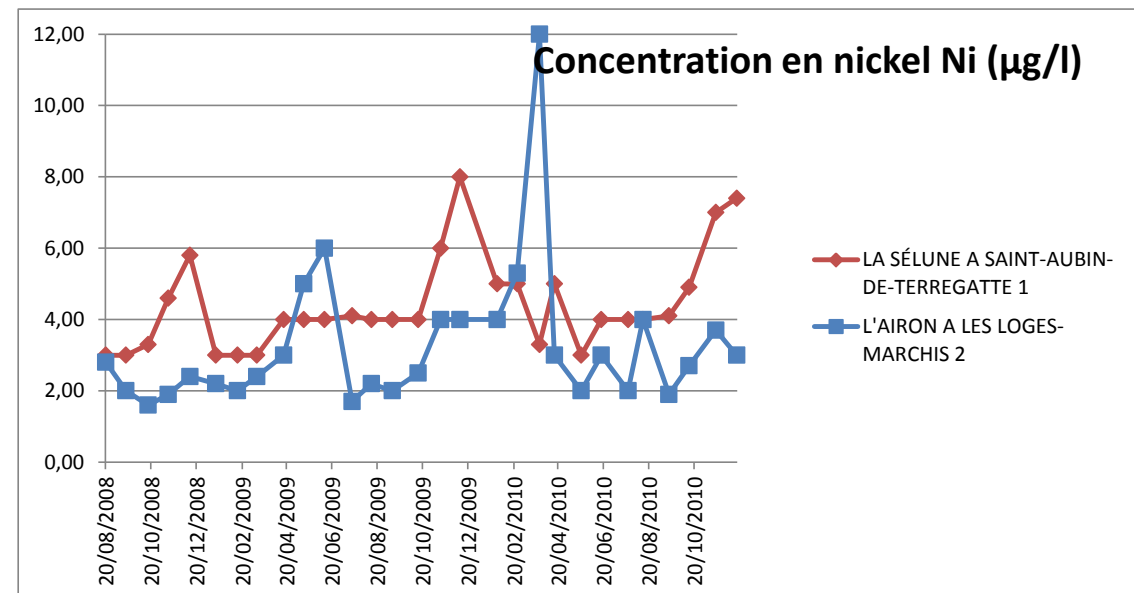
Les valeurs obtenues pour les concentrations en mercure sont constantes à la fois dans le temps (sur l'ensemble de la période d'analyse de 2008 à 2010) et dans l'espace (sur les deux stations de mesure analysées). La concentration des eaux est de 0,5 µg/l.

L'arrêté du 25 janvier 2010 ne fixe aucune norme de qualité environnementale (NQE) pour le mercure. Ainsi, les seuils du SEQ-EAU sont présentés ci-dessous à titre indicatif et classaient les eaux de la Sélune et de l'Airon en qualité moyenne.

| Classe d'aptitude → | Bleu | Vert | Jaune | Orange | Rouge |
|---------------------|------------|-------|---------|----------|---------------|
| Qualité | Très bonne | Bonne | Moyenne | Mauvaise | Très mauvaise |
| Mercure (µg/l) | 0,007 | 0,07 | 0,7 | 3 | |

4.5.2.6.6. NICKEL (Ni)

La concentration en nickel varie sur la période d'analyse et selon la station de mesure (cf. graphe) :

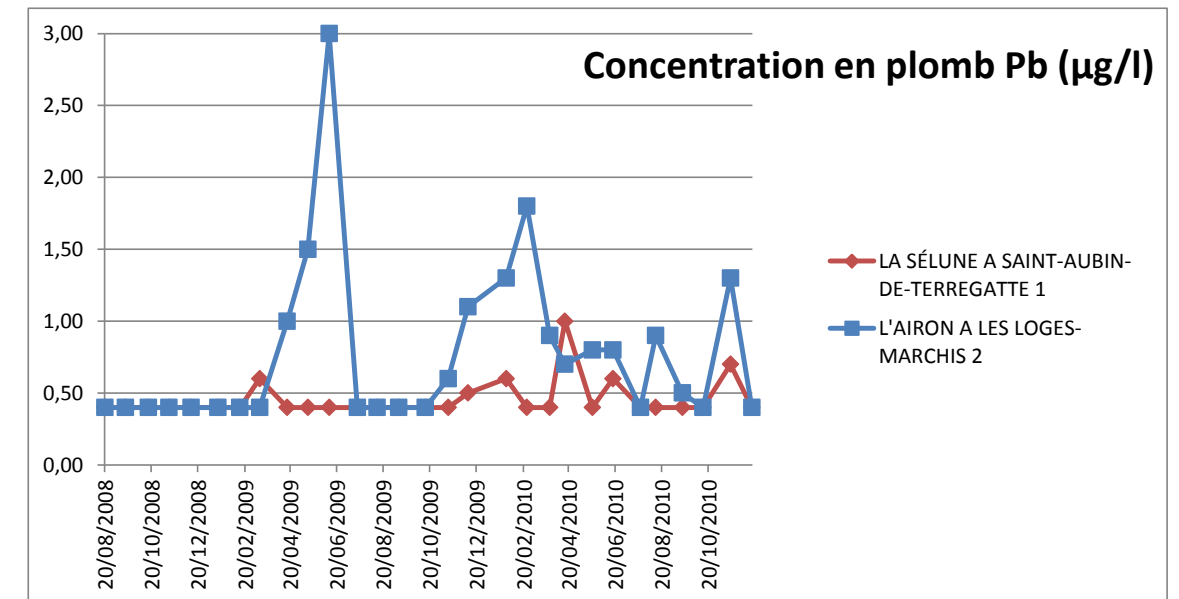


L'arrêté du 25 janvier 2010 ne fixe aucune norme de qualité environnementale (NQE) pour le nickel. Ainsi, les seuils du SEQ-EAU sont présentés ci-après à titre indicatif et classaient les eaux de la Sélune et de l'Airon en qualité moyenne à bonne (dépendant de la dureté de l'eau).

| Classe d'aptitude → | Bleu | Vert | Jaune | Orange | Rouge |
|---------------------|------------|-------|---------|----------|---------------|
| Qualité | Très bonne | Bonne | Moyenne | Mauvaise | Très mauvaise |
| Nickel (µg/l) | | | | | |
| Dureté faible | 0,25 | 2,5 | 25 | 140 | |
| Dureté moyenne | 0,62 | 6,2 | 62 | 360 | |
| Dureté forte | 1,2 | 12 | 120 | 720 | |

4.5.2.6.7. PLOMB (Pb)

La concentration en plomb varie sur la période d'analyse et selon la station de mesure (cf. graphe) :

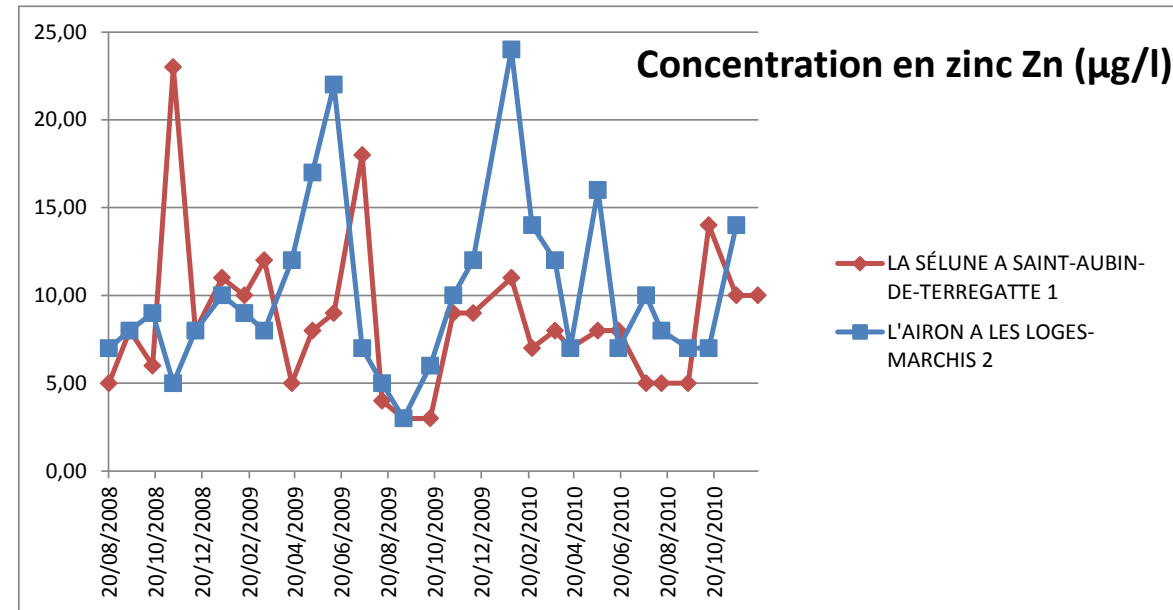


L'arrêté du 25 janvier 2010 ne fixe aucune norme de qualité environnementale (NQE) pour le plomb. Ainsi, les seuils du SEQ-EAU sont présentés ci-après à titre indicatif et classaient les eaux de la Sélune et de l'Airon en qualité bonne à très bonne (dépendant de la dureté de l'eau), excepté un pic pour l'Airon à 3 µg/l.

| Classe d'aptitude → | Bleu | Vert | Jaune | Orange | Rouge |
|---------------------|------------|-------|---------|----------|---------------|
| Qualité | Très bonne | Bonne | Moyenne | Mauvaise | Très mauvaise |
| Plomb (µg/l) | | | | | |
| Dureté faible | 0,21 | 2,1 | 21 | 100 | |
| Dureté moyenne | 0,52 | 5,2 | 52 | 250 | |
| Dureté forte | 1 | 10 | 100 | 500 | |

4.5.2.6.8. ZINC (ZN)

La concentration en zinc varie sur la période d'analyse et selon la station de mesure (cf. graphe) :



L'arrêté du 25 janvier 2010 fixe une norme de qualité environnementale (NQE) pour le zinc selon la dureté de l'eau :

- Seuil à 3,1 µg/l si la dureté de l'eau est inférieur ou égale à 24 µg CaCO3/l
- Seuil à 7,8 µg/l si la dureté de l'eau est supérieure à 24 µg CaCO3/l

Quel que ce soit le seuil retenu, les valeurs obtenues indiquent des concentrations régulièrement supérieures, ne dépassant toutefois pas la valeur de 24 µg/l.

A titre indicatif, les seuils du SEQ-EAU sont présentés ci-dessous et classaient les eaux de la Sélune et de l'Airon en qualité bonne à moyenne (dépendant de la dureté de l'eau), excepté le pic à 24 µg/l pour l'Airon.

| Classe d'aptitude → | Bleu | Vert | Jaune | Orange | Rouge |
|---------------------|------------|-------|---------|----------|---------------|
| Qualité | Très bonne | Bonne | Moyenne | Mauvaise | Très mauvaise |
| Zinc (µg/l) | | | | | |
| Dureté faible | 0,23 | 2,3 | 23 | 52 | |
| Dureté moyenne | 0,43 | 4,3 | 43 | 98 | |
| Dureté forte | 1,4 | 14 | 140 | 330 | |

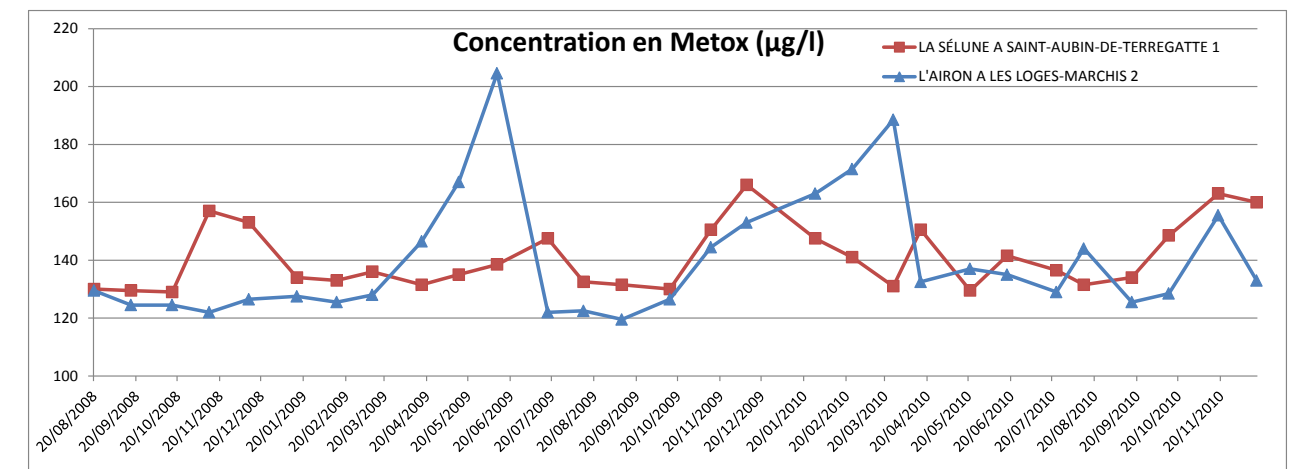
4.5.2.6.9. METOX

Le Métox (métaux toxiques) est un indice global calculé à partir des concentrations en métaux et métalloïdes, pondérées par des coefficients multiplicateurs en fonction de leur degré de toxicité selon la formule suivante :

$$[METOX] = 10 [As] + 50 [Cd] + [Cr] + 5 [Cu] + 50 [Hg] + 5 [Ni] + 10 [Pb] + [Zn]$$

Il n'existe pas de seuil de qualité réglementaire associé. Cependant, il permet de synthétiser l'ensemble des éléments présentés précédemment et est utilisé dans le domaine des rejets vis-à-vis des redevances des Agences de l'Eau (il est l'un des 11 paramètres constitutifs du SRR – Suivi Régulier des Rejets).

Les résultats obtenus sont présentés sur le graphique suivant :



Les valeurs de concentration obtenues pour les métox varient essentiellement entre 120 et 160 µg/l pour les eaux de la Sélune et de l'Airon. Hormis un ordre de grandeur des valeurs commun, l'évolution des concentrations sur ces deux cours d'eau ne présente pas de corrélation significative.

On observe quelques pics, plus marqués pour l'Airon où les concentrations montent jusqu'à environ 200 µg/l.

Une saisonnalité est difficilement décelable. Néanmoins, on remarque que les pics de concentration pour les eaux de la Sélune sont présents à chaque automne (pic centré sur le mois de novembre) sur l'ensemble la période d'analyse (trois années consécutives).

Nota : Les données présentées au sein de ce chapitre étant disponibles sur une période d'étude restreinte, l'analyse réalisée sur les métaux lourds et métox est à relativiser. En effet, on manque de recul pour mettre en évidence des grandes tendances dans l'évolution de leurs concentrations sur la Sélune et l'Airon.

4.5.3. QUALITE BIOLOGIQUE DE LA SELUNE

4.5.3.1. CONTEXTE GENERAL

Basés sur le principe de sélection des organismes résistant aux pollutions au détriment des organismes sensibles, ils rendent compte de l'état de santé d'un peuplement en considérant la diversité des espèces, l'abondance (effectif total et effectif par espèce), l'absence/présence des organismes indicateurs de pollution, la morphologie des individus (taille, poids). Les indicateurs biologiques communément utilisés sont :

- IBGN : L'indice Biologique Global Normalisé, cet indicateur traite des macroinvertébrés benthiques, il peut être complété avec l'IOBS : Indice Oligochète de Bio-indication des Sédiments
- IBMR : L'indice Biologique Macrophytique en Rivière traite des phanérogames hydrophytes et hélophytes, des bryophytes, des lichens et des macro-algues
- IPR : L'indice Poisson en Rivière, sur le secteur il est complété par un indice Saumon
- IBD, L'Indice Biologique Diatomées, les diatomées sont des algues microscopiques

Ces indicateurs sont mis en œuvre sur les stations étudiées précédemment, les résultats qui ne peuvent être extrapolés sont uniquement représentatifs de la station au moment donné du prélèvement, en effet des variations saisonnières sont inévitables. Ces résultats sont détaillés dans les paragraphes suivants

| Indices | Taille de cours d'eau | Limites des classes d'état | | | | |
|---------|-----------------------|----------------------------|-------------|-------------|------------|------------|
| | | Très bon | Bon | Moyen | Médiocre | Mauvais |
| IBGN | Grand et moyen | 20 à 14 | 13 à 12 | 11 à 9 | 8 à 5 | 4 à 0 |
| | Petit et très petit | 20 à 16 | 15 à 14 | 13 à 10 | 9 à 6 | 5 à 0 |
| IBD | | 20 à 17 | 16,9 à 14,5 | 14,4 à 10,5 | 10,4 à 6 | 5,9 à 0 |
| IPR | | 0 à 7 | 7,01 à 16 | 16,01 à 25 | 25,01 à 36 | 36,01 et + |

| Indice | Niveau trophique | | | | |
|--------|------------------|-----------|-----------|----------|------------|
| | Très faible | Faible | Moyen | Fort | Très élevé |
| IBMR | 20 à 14,1 | 14 à 12,1 | 12 à 10,1 | 10 à 8,1 | 8 à 0 |

4.5.3.2. IBD

Les indices diatomiques sont destinés à appréhender la qualité de l'eau et s'appliquent à des algues microscopiques fixées (Diatomées benthiques) qui fournissent une information différente de celles qui dérivent en suspension dans l'eau. Les diatomées sont des algues à paroi siliceuses. Chaque taxon représente une valeur indicatrice qui intervient dans le calcul de l'IBD. Il existe 11 indices diatomiques mais deux sont le plus souvent utilisés :

- IPS (Indice de polluo-sensibilité) calculés sur 10000 espèces environ
- **IBD (Indice Biologique Diatomique) calculés sur 209 espèces**

Les échantillons sont prélevés en grattant les pierres puis ils sont traités à l'eau oxygénée. Les lames d'échantillon sont ensuite observées au microscope afin d'identifier et dénombrer les espèces. Cette identification permet de calculer des indices diatomiques et interpréter les résultats. La variation des indices diatomiques correspond aux phases de récupération d'un cours d'eau (autoépuration).

- Méthode normalisée (NT T 90-354, décembre 2007)
- 1 seul échantillon par station avec 1 seul type de support par échantillon
- Prélèvement sur au moins 100 cm²
- Analyse floristiques après préparation des lame (détermination à l'espèce voire la sous-espèce)
- Comptage sur au moins 400 individus
- Calcul d'un indice (note /20)

Ces analyses sont réalisées depuis 2006 sur le cours de la Sélune avec des indices qui indiquent une bonne qualité des eaux sur le secteur amont de la Sélune (et qui tend à se détériorer en 2008-2009),

Les cours de l'Airon et de la Sélune en aval des barrages illustrent une qualité un peu moins bonne mais qui tend au contraire de la Sélune amont à s'améliorer en particulier en aval des barrages.

| Code ME | Code station | Rivière | Commune | Date prélèvement | IBD 2007 | IPS (Indice de Polluosensibilité Spécifique) | Code couleur de qualité IBD |
|---------|--------------|-----------|-----------------------|------------------|----------|--|-----------------------------|
| FRHR346 | 03271437 | La Sélune | NOTRE-DAME-DU-TOUCHET | 04/09/06 | 17.6 | | Très bon |
| FRHR346 | 03271437 | La Sélune | NOTRE-DAME-DU-TOUCHET | 10/09/07 | 17.2 | | Très bon |
| FRHR347 | 03271438 | La Sélune | NOTRE-DAME-DU-TOUCHET | 15/09/08 | 14.7 | 14.4 | Bon |
| FRHR348 | 03271439 | La Sélune | NOTRE-DAME-DU-TOUCHET | 11/08/09 | 15.4 | 14.9 | Bon |
| FRHR347 | 03271965 | l'Airon | LES LOGES-MARCHIS | 04/09/06 | 12.5 | | Moyen |
| FRHR347 | 03271965 | l'Airon | LES LOGES-MARCHIS | 18/10/07 | 13.2 | | Moyen |
| FRHR348 | 03271966 | l'Airon | LES LOGES-MARCHIS | 06/10/08 | 14.2 | 14.2 | Moyen |
| FRHR351 | 03272685 | La Sélune | TERREGATTE | 04/09/06 | 12.9 | | Moyen |
| FRHR351 | 03272685 | La Sélune | TERREGATTE | 18/10/07 | 14.8 | | Bon |
| FRHR352 | 03272686 | La Sélune | TERREGATTE | 16/09/08 | 15.2 | 14.8 | Bon |
| FRHR353 | 03272687 | La Sélune | TERREGATTE | 29/09/09 | 16 | | Bon |

4.5.3.3. IBMR

Les macrophytes correspondent à l'ensemble des végétaux aquatiques ou amphibies visibles à l'œil nu. Ils comprennent des phanérogames, des ptéridophytes, des bryophytes, des lichens, des macro-algues et par extension des colonies de cyanobactéries ainsi que des colonies hétérotrophes de bactéries et champignons. Cette méthode, en cours d'adaptation pour répondre aux prescriptions de la DCE, consiste en :

- Réalisation d'un relevé in-situ complet des macrophytes présents avec identifications des taxons (à l'espèce ou au genre selon les groupes), sur de 2 faciès, 1 faciès courant et 1 faciès lent
- Estimation de leurs recouvrements, et prélèvement d'échantillons pour vérification taxonomique au laboratoire pour les taxons délicats, déterminer au laboratoire les échantillons non identifiés sur le terrain, établir une liste des taxons inventoriés sur le site,
- Déterminer les valeurs de l'IBMR. Il est calculé à partir de la liste floristique complète obtenue en tenant compte des taxons dits « contributifs » c'est-à-dire des taxons qui sont définis dans la liste de référence fournie par la norme.

Le calcul repose sur la combinaison :

- d'une cote affectée à chaque taxon contributif, correspondant à un statut trophique et d'un coefficient de valeur indicatrice traduisant l'amplitude écologique de chaque taxon,
- et de la part que prend chaque taxon dans le milieu La valeur résultante définit un niveau trophique sur une échelle de 0 à 20.

- Méthode normalisée (NT T 90-395, octobre 2003)
- Relevé de terrain : repérage du tronçon,
- Relevé et échantillonnage de la végétation aquatique
- Détermination au laboratoire sous loupe ou microscope
- Etablissement de la liste floristique
- 208 taxons utilisés pour le calcul de l'indice (dont 10 phanérogames, 52 bryophytes)
- Calcul d'un indice (note /20)

Les analyses sont peu nombreuses avec un suivi initié en 2008 sur les deux sites amont (Airon aux Loges Marchis et Sélune à notre Dame du Touchet). Les notes indiquent des niveaux de trophie moyens à élevés.

| Code ME | Code station | Rivière | Commune | Date prélèvement | IBMR |
|---------|--------------|-----------|-----------------------|------------------|-------|
| FRHR346 | 03271437 | La Sélune | NOTRE-DAME-DU-TOUCHET | 11/09/08 | 9.7 |
| FRHR347 | 03271438 | La Sélune | NOTRE-DAME-DU-TOUCHET | 27/07/09 | 10.75 |
| FRHR349 | 03271967 | l'Airon | LES LOGES-MARCHIS | 11/09/08 | 10.7 |

Des relevés ont également été réalisés par l'INRA (Bernez et al) sur la Sélune à des fins IBMR et plus largement de bioévaluation de la rivière par les macrophytes, ces données n'ont pas pu être collectées.

4.5.3.4. IBGN

L'Indice Biologique Global Normalisé (I.B.G.N.) est une norme française, homologuée par décision de l'AFNOR le 20 novembre 1992 et applicable depuis 1993.

Les macroinvertébrés benthiques sont considérés comme de très bons indicateurs biologiques, et en Europe, ce sont les éléments de qualité biologique les plus utilisés pour révéler les pressions anthropiques. En effet, ils sont relativement sédentaires (comparés à certains poissons), et pour beaucoup d'entre eux, inféodés à certains types de substrats (ce qui en fait également une limite). Pour la plupart, dans des conditions normales, ils ont une mobilité réduite sur les supports aquatiques (quelques mètres). Certains compensent toutefois ce handicap par des capacités de dérive active (mise en suspension dans le courant). Face à des perturbations ou des pollutions majeures, mis à part cette possibilité de dérive, ils ne peuvent que subir ou mourir. Ils sont donc représentatifs des conditions environnementales d'un milieu donné.

Pour le protocole, il s'agit de prélever la macrofaune benthique (diamètre > à 500 microns) par station selon un protocole d'échantillonnage qui tient compte des différents type d'habitats, définis par la nature du support et la vitesse d'écoulement. L'échantillonnage est constitué de huit prélèvements qui doivent être réalisés sur des substrats différents (supports et vitesse).

Une liste de cent cinquante-deux taxons est fixée, et c'est à partir de cette liste que seront estimés les différents paramètres nécessaires au calcul de l'indice. Parmi ces taxons, trente-huit sont définis comme taxons indicateurs ; ils permettent de définir neuf groupes faunistiques indicateurs correspondant à une polluosensibilité décroissante (de 9 à 1).

Le calcul de l'indice se fait en trois étapes :

- 1- la détermination de la « classe de variété taxonomique » qui, sur la base des cent cinquante-deux taxons potentiellement présents, est égale au nombre de taxons récoltés même s'ils ne sont représentés que par un seul individu, quatorze classes de variétés sont définies ;
- 2- le groupe faunistique indicateur, en ne prenant en compte que les taxons indicateurs représentés dans les échantillons par au moins trois individus ou dix selon les taxons ;
- 3- le calcul de l'indice en lui-même est obtenu par la formule suivante : $IBGN = N^{\circ} \text{ du groupe faunistique indicateur} + (N^{\circ} \text{ de classe de variété} - 1)$ avec $IBGN \leq 20$

Dans le cadre de la directive cadre européenne sur l'eau (DCE ; 2000/60/EC), il est préconisé de mesurer l'écart entre les peuplements observés et les peuplements de référence, d'un point de vue de la composition, de l'abondance, de la diversité mais aussi du ratio entre taxons sensibles et taxons résistants aux pressions de toutes natures. L'objectif est également d'assurer, pour chaque État membre, la comparabilité des résultats. Enfin, l'IBGN échantillonne les habitats en fonction de leurs caractères biogènes (les habitats les plus biogènes sont échantillonnés en priorité) de façon à maximiser la diversité biologique présente sur la station, ce qui n'est pas le cas en Europe.

Ce nouveau protocole est appelé protocole RCS (Réseau de contrôle de surveillance) (circulaire DE/MAGE/BEMA 07/n° 4 - BO du 11/04/2007). Il est maintenant traduit en deux normes AFNOR : la norme XP T 90-333 (AFNOR, 2009) pour le protocole de terrain, et la prénorme XP T 90-388 (AFNOR, 2010) pour la phase de laboratoire.

Ce qu'il faut retenir :

- Norme NFT 90-350 Outil diagnostic complémentaire à la physico-chimique par une indication sur les effets et non les causes
- Prélèvement sur 8 habitats sur une surface de 1/20 m²
- Tri, détermination (à la famille et dénombrement faunistique)
- 152 taxons utilisés
- Détermination d'un indice

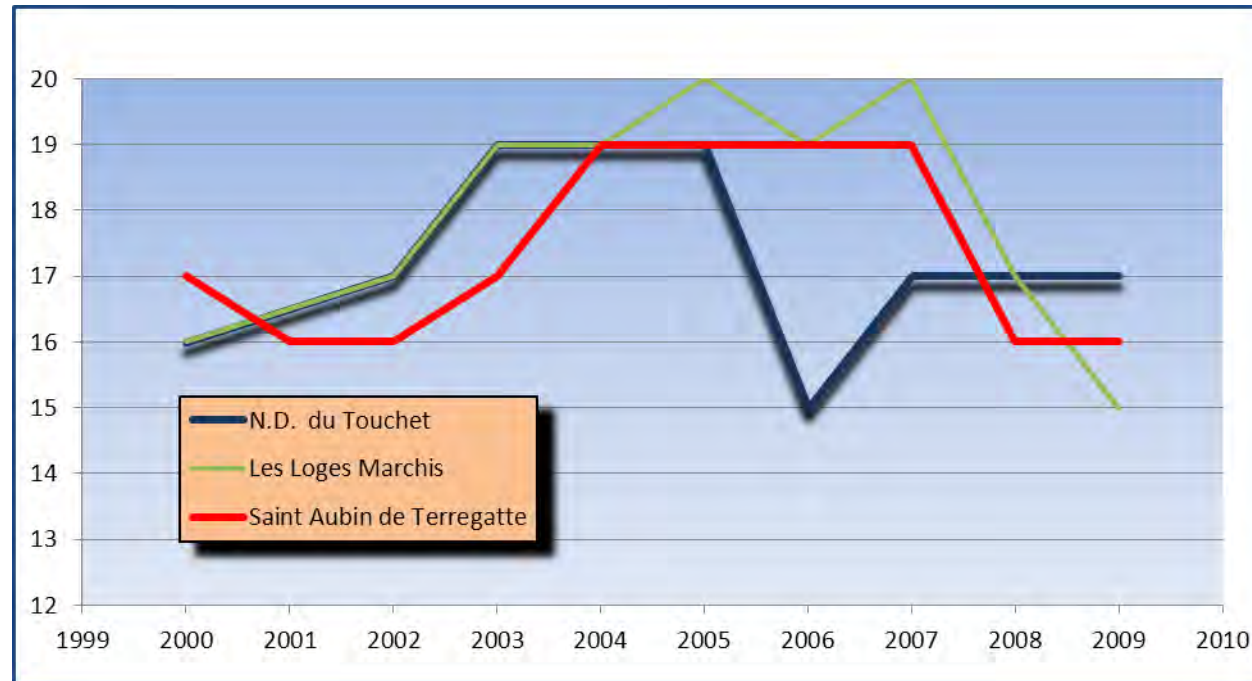


Fig. 58. EVOLUTION DES NOTES IBGN

Les notes font apparaître un niveau de qualité considéré comme bonne (classe de qualité > 14). L'année 2007 fait apparaître une baisse ou une stagnation des notes. Une évolution vers de moins bonnes aptitudes du milieu est notée ces dernières années sur l'Airon et la Sélune

4.5.3.5. IPR

L'IPR consiste globalement à mesurer l'écart entre la composition du peuplement piscicole sur une station donnée (observée à partir d'un échantillonnage par pêche électrique) et la composition du peuplement attendu en situation de référence, c'est-à-dire dans des conditions pas ou très peu modifiées par l'homme.

Les données utilisées pour caractériser les peuplements piscicoles proviennent des stations de contrôle du Réseau Hydrobiologique et Piscicole.

La valeur de l'IPR correspond à la somme des scores obtenus par 7 métriques. Sa valeur est de 0 lorsque le peuplement évalué est, en tous points, conforme au peuplement attendu en situation de référence. Elle devient d'autant plus élevée que les caractéristiques du peuplement échantillonné s'éloignent de celles du peuplement de référence.

Ce qu'il faut retenir :

1. Données nécessaires au calcul de l'indice :
 - Résultats de l'échantillonnage piscicole :
 - surface échantillonnée ;
 - nombre d'individus pour chaque espèce ou groupe d'espèces ;
 - Données environnementales nécessaires :
 - surface du bassin-versant, distance à la source, largeur, pente et profondeur moyenne du cours d'eau, altitude ;
 - Température moyenne interannuelle de l'air en juillet et janvier ;
 - Unité hydrographique ;
2. Calcul de l'indice :
 - Somme des scores associés aux 7 métriques, varie de 0 (conforme à la référence) à l'infini.

La figure suivante met en évidence l'évolution des notes de l'Indice poissons rivière sur les stations de Romagny sur la Cance, un affluent du cours amont de la Sélune, et de Ducey en aval des barrages.

La forte variabilité de la note de l'Indice Poisson Rivière à Ducey met en évidence les perturbations au niveau des populations dues aux barrages. Ceci s'explique surtout par la présence récurrente d'espèces ubiquistes ou non adaptées au milieu. En 2007, la note très mauvaise est due à la forte proportion de deux espèces ubiquistes que sont le gardon et le chevaine. Au total, 22 espèces ont été inventoriées dont 8 espèces qui ne correspondent pas à la typologie de ce cours d'eau. Il s'agit d'espèces cyprinicoles. Les espèces les plus souvent retrouvées sont les brèmes les gardons les perches les carpes et brochets. Sur la période 2000-2009, les espèces cyprinicoles représentent 12% du nombre d'individus inventoriés et 21% de la biomasse totale. Selon l'hypothèse la plus probable, ces poissons proviennent des barrages et peuvent dévaler lorsque les vannes le permettent. Ce secteur est classé dans le PDPG de la Manche comme salmonicole dégradé. Mais globalement, l'IPR indique une bonne qualité (années 1996 et 2007 exceptées).

Le peuplement de la station de Romagny est beaucoup plus équilibré et comporte en moyenne moins de 8 espèces. La note de l'IPR montre une plus grande stabilité des peuplements et les espèces sont caractéristiques du milieu en présence. Seules 3 espèces cyprinicoles ont été répertoriées mais leur présence reste faible.

Cette station témoigne aussi de l'infranchissabilité des barrages pour le saumon mais aussi pour d'autres espèces migratrices comme l'anguille. Les populations d'anguille sont très importantes en aval alors que moins de cinq individus ont été comptabilisés à Romagny depuis 1990.

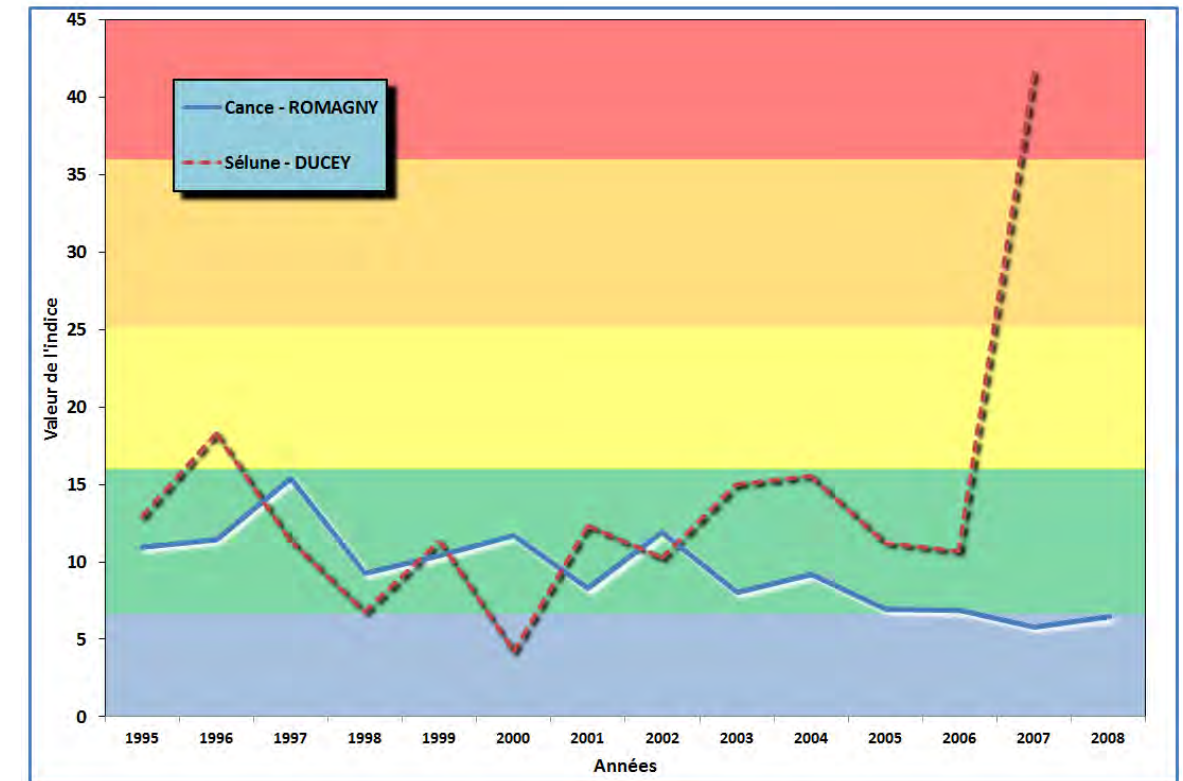


Fig. 59. EVOLUTION DES NOTES IPR (ONEMA)

Les inventaires illustrent une bonne qualité (zonage en vert) sur le secteur de Ducey en dehors des années 1996 et 2007.

4.6. QUALITE DES EAUX DES RETENUES

4.6.1.1. PHYSICO-CHEMIE - THERMOCLINE

Les données proviennent de l'étude Aquascop 2004. La qualité des eaux sur les plans d'eau est largement régie par le temps de séjour des eaux. Différentes méthodes permettent d'estimer ce paramètre, l'approche mensuelle (volume et débits) permet de proposer un renouvellement théorique suivant :

Tabl. 20 - TEMPS DE SEJOUR DES MASSES D'EAU DANS LES RETENUES

| | Avril - Mai | Juin - Septembre |
|----------------|-------------|------------------|
| Veziens | 25 jours | 60 jours |
| Roche Qui Boit | 2 jours | 5 jours |

Cette étude fait apparaître la présence d'une thermocline (stratification thermique qui empêche le mélange des eaux) sur les deux barrages. Bien que des différences apparaissent dans le fonctionnement des deux retenues (profondeur des thermoclines), la synthèse suivante illustre le fonctionnement général des masses d'eau sur l'année 2004 :

Tabl. 21 - EVOLUTION TYPIQUE DE LA THERMOCLINE DANS LES RETENUES

| | Avril | Mai | Juin | Juillet-Aout | Septembre | Décembre |
|-------------------------------------|----------|----------|--|--|--------------------------|---|
| Thermocline | -5 m | -11/13 m | -11/13 m | -11/14 m | -11/14 | Mélange |
| % saturation surface et thermocline | 100-50 % | 120-20% | <10% à 5 m du fond | <20% à 5 m de la surface | <20% à 5 m de la surface | |
| remarques | | | Clarification des eaux par sénescence du premier bloom algal | Désoxygénation nocturne en surface en lien avec la consommation des algues | | Surconsommation de l'O ₂ dissous devenant limitant pour les cyprinidés |

Aucun relargage de phosphore n'est décelé sur les mesures en 2004. Au vu des teneurs en chlorophylle, le barrage de Veziens est considéré comme hypereutrophe et eutrophe pour le barrage de la Roche Qui Boit, illustrant le rôle décanteur des barrages.

4.6.1.2. LES CYANOPHYCEES

Les données sont principalement tirées de la Thèse Feuillade de 1965 et des données brutes de l'ARS : Résultats des campagnes de prélèvement (2003-2009)

Les cyanobactéries ou cyanophycées font partie d'un groupe ancien de micro-organismes très diversifiés colonisant presque tous les milieux. Ce ne sont pas des algues mais des bactéries photosynthétiques. Dans le milieu aquatique, elles peuvent être benthiques (fixé sur le substrat) ou pélagiques (en suspension dans la masse d'eau). Elles se présentent sous la forme de cellules isolées, amassées ou en filament.

Les cyanobactéries ont la particularité de pouvoir se développer de manière massive lorsque certaines conditions du milieu sont réunies. Ces développements s'expriment souvent par une coloration de l'eau dû aux pigments contenus dans les cellules, voir même par des efflorescences, formant un dépôt d'écume colorée visible à la surface. Ces phénomènes se produisent en grande majorité dans des milieux eutrophes où l'azote et le phosphore sont disponibles en quantité suffisante. D'autres facteurs comme une température élevée au-delà de 18 C° ainsi qu'une exposition lumineuse modérée sont nécessaires. Lors de ces forts développements, certaines cyanobactéries peuvent aussi produire des toxines. Cette production semble être favorisée par de bonnes conditions lumineuses associée à une température de l'eau élevée entre 15 et 25 C° selon les espèces. Cependant c'est à la mort des cellules ou lors d'épisodes de stress que ces substances sont majoritairement relarguées dans l'eau.

Les effets de ces toxines sur la santé humaine sont variables selon le type de toxine, le mode, la durée et la chronicité de l'exposition et dépend aussi du sujet atteint. Les jeunes enfants sont particulièrement vulnérables.

L'O.M.S. a défini trois niveaux de risques au-delà desquels certains effets sur la santé peuvent apparaître. Ils sont basés sur la concentration en cyanobactéries, l'identification des espèces et éventuellement le dosage des toxines. La Direction Générale de la Santé reprenant les recommandations de l'O.M.S. et du Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France (C.S.H.P.F.) a rédigé en 2003 une circulaire portant sur l'évaluation et la gestion des risques dus aux cyanobactéries dans les eaux de baignade et de loisirs nautiques. Les modalités de surveillance, d'information du public et éventuellement de restriction varient selon les seuils précités.

| Classement des cyanotoxines |
|---|
| Hépatotoxines (foie) : microcystines, nodularines, cylindrospermopsines. |
| Neurotoxines (système nerveux) : anatoxines, saxitoxines. |
| Dermatotoxines (peau) : lipopolysaccharides, lyngbyatoxines, aplysiatoxines |

Fig. 60. CLASSEMENT DES CYANOTOXINES (LAVOI 2007)

| Nombre de cellules de cyanobactéries par millilitre | Niveau de risque | Pathologies |
|---|------------------|---|
| 20 000 | Niveau 1 | <ul style="list-style-type: none"> A court terme : irritation de la peau, gastro-entérite probablement avec une faible fréquence |
| 100 000 | Niveau 2 | <ul style="list-style-type: none"> A court terme : irritation de la peau, gastro-entérite A long terme : développement de maladies (avec certaines espèces de cyanobactéries) |
| Couche mousseuse à la surface | Niveau 3 | <ul style="list-style-type: none"> A court terme : irritation de la peau, gastro-entérite A long terme : développement de maladies (avec certaines espèces de cyanobactéries) empoisonnement aigu, voire mortalité |

Fig. 61. RISQUES LIES A UNE PROLIFERATION DE CYANOBACTERIES DANS LES EAUX DE BAINNADE