



Inter-SAGE Baie du Mont-Saint-Michel

7, BLD WILLY STEIN
50240 SAINT-JAMES

Inter-SAGE Baie du Mont-Saint-Michel

Profils de vulnérabilité des zones conchylicoles et
des zones de pêche à pied

PARTIE III b

Résultats du suivi complémentaire 2019-2020



Sommaire général

PARTIE 1 - Géographie et usages de la Baie du Mont-Saint-Michel

PARTIE 2 - Sources de contamination microbiologique

PARTIE 3 - Transferts jusqu'aux exutoires et suivi complémentaire

PARTIE 4 - Dispersion des flux dans la Baie et impact sur les zones conchylicoles

PARTIE 5 – Programme d'actions

Sommaire spécifique

PARTIE 3b : Suivi complémentaire.....	1
Méthode.....	1
1. Les données disponibles.....	1
2. La pré-campagne.....	3
3. Les stations du suivi complémentaire.....	4
4. Les conditions hydrologiques et pluviométriques.....	5
Résultats.....	6
1. Les campagnes complètes.....	6
1.1 Le 30 octobre 2019.....	6
1.2 Le 27 novembre 2019.....	9
1.3 Le 15 janvier 2020.....	11
1.4 Le 29 avril 2020.....	14
1.5 Synthèse.....	17
2. Les écoulements particuliers.....	19
2.1 Pluviaux de Cancale, campagne du 12 juin 2020.....	19
2.1 Ruissellement et érosion, campagne du 16 juin 2020.....	21
2.2 Remise en suspension du sédiment, expérimentation du 30 octobre 2019.....	23
2.3 Synthèse.....	23
3. Bilan.....	24
Annexe.....	26
1. Tableau de résultats des points fixes 4 campagnes (E.coli/100mL).....	26

2. Estimation du flux instantané aux exutoires, pour chaque campagne (E.coli/s) 27
3. Cartes de résultats des points fixes 4 campagnes (E.coli/100mL) 28

PARTIE 3b : Suivi complémentaire

La contamination par les germes fécaux nécessite un transfert actif, depuis la source de contamination (animale ou humaine) jusqu'au réseau hydrographique. Cette contamination fécale peut être directe (rejet au cours d'eau), ou indirecte (animaux au champ, assainissement diffus...).

Le transfert est nécessairement **superficiel**. Il faut une **connexion hydraulique** entre la source de pollution (fosse, bouse au champ, stockage sur siège d'exploitation ...) et le réseau hydrographique pour provoquer cette contamination. L'intensité de l'impact est donc fonction de la charge brute mais également de la capacité de transfert jusqu'au cours d'eau.

La nature directe et indirecte de la source est donc déterminante pour définir le degré de contamination. Si le rejet (autorisé ou non) n'est pas directement dirigé dans le réseau hydrographique, le contaminant sera relié au cours d'eau par ruissellement de surface. Cette connexion nécessite alors une pluie d'intensité suffisante pour créer cet écoulement. La période et l'intensité des pluies conditionnent l'intensité de la contamination.

Méthode

1. Les données disponibles

Le réseau de suivi de la qualité des eaux superficielles, à l'échelle des bassins versants de la Baie du Mont Saint Michel, est dense mais n'intègre que rarement les paramètres microbiologiques. Si la recherche des traceurs de pollution fécale menée historiquement aux exutoires des cours d'eau du département de la Manche, les chroniques sont beaucoup moins fournies côté Ille-et-Vilaine. L'appréhension de la contamination bactérienne (*E.coli* / streptocoques f.) est ici ponctuelle, déclenchée lors de problématiques locales.

Le suivi le plus fourni est développé par le département de la Manche (CD50) aux exutoires des bassins versants côtiers (Figure 1). Les chroniques sont longues (suivi mensuel depuis plus de 30 ans) et permettent donc de dégager des niveaux médians et maximums de contamination des eaux superficielles en fonction des conditions pluviométriques et hydrométriques.

Le Couesnon était intégré dans ce panel jusqu'en 2012, puis les analyses au niveau de son exutoire ont été interrompues.

Côté marais de Dol, les biez ont été échantillonnés pour suivre les contaminations fécales lors d'une approche saisonnière au cours de l'année 2015 (Etude ACCETEM°).

Les secteurs amont de la Banche et du canal des Planches ont également fait l'objet d'une étude qualitative en 2017, portée par les services de l'Etat. Ces analyses ont permis d'identifier les origines d'une contamination aux Salmonelles de la lagune de stockage d'eau de mer du port du Vivier. Ces analyses qualitatives, très spécifiques, ne peuvent toutefois pas être généralisées.



Figure 1 : Les stations de prélèvement intégrant une analyse bactériologique

Le jeu de données du CD50 permet directement d’identifier des relations entre le niveau de contamination bactérienne des eaux douces et l’intensité des pluies et les saisons hydrologiques. Le suivi historique de cette contamination fécale (par les animaux à sang chaud, l’Homme inclu) construit depuis plus de 30 ans permet d’approcher les niveaux de contamination type, par bassin versant.

La relation pluie cumulée/niveau de contamination est ici illustrée (Figure 2) pour des pluies hivernales.

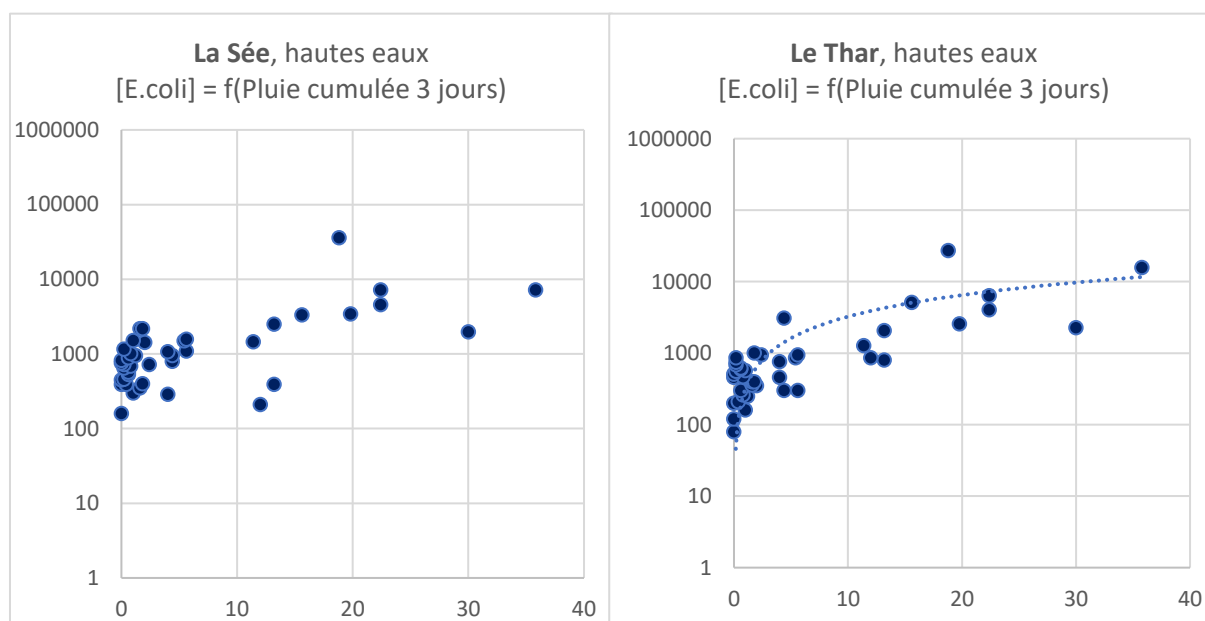


Figure 2 : Evolution de la concentration en E.coli en période de hautes eaux, lors d’épisodes pluvieux significatifs (d’après les données du CD50)

Les données du CD50, complétées par l'approche de la CRA Normandie sur le bassin rural du Saultbesnon, permettent de définir les concentrations attendues pour la majorité de situations pluviométriques et hydrologiques et d'extrapoler aux bassins versants qui ne font pas l'objet d'un suivi régulier.

2. La pré-campagne

Une pré-campagne a été réalisée le 25 mai 2019. Elle est venue compléter la vision générale des niveaux de contamination en basses eaux et hors pluies, par une approche longitudinale et sélective. La recherche de situations type (bruit de fond et rejet) était ici visée.

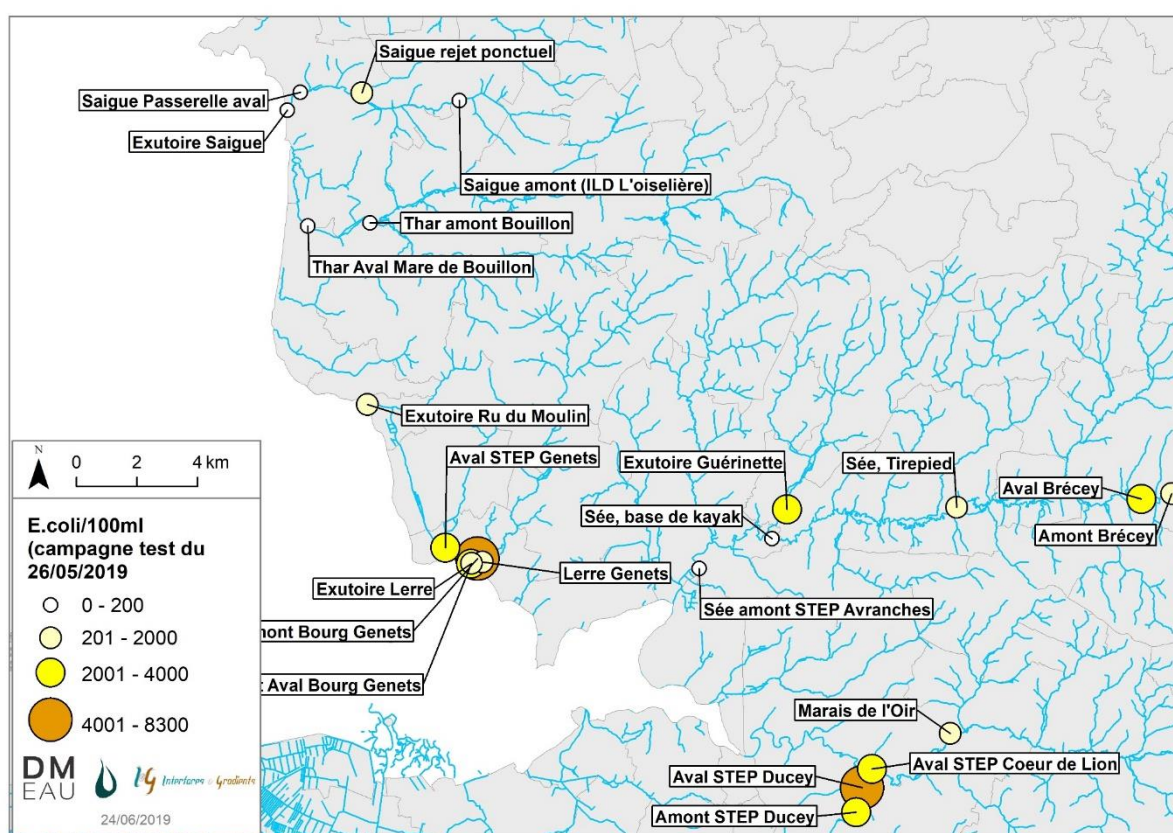


Figure 3 : Campagne ponctuelle du 25/05/2019, hors pluie (Analyses : E.coli, conductivité, MES)

Cette campagne préparatoire au suivi complémentaire a mis en évidence des variations significatives, sous un contexte hydrologique calme, sans apport par ruissellement de surface. Des contaminations peuvent être mesurées à l'aval des agglomérations (attendues) mais d'autres n'ont pas de cause identifiée. Les cas particuliers peuvent donc être nombreux hors période de ruissellement par la présence de nombreux rejets non recensés. Ils le seront d'autant plus lorsque les connexions hydrauliques de surface seront rétablies en période de nappe haute et sous pluie efficace.

Nous devons donc déterminer les stations les plus pertinentes pour confirmer les hypothèses de calculs de flux en différents points du sous Bassins Versants. Le choix final a été validé en COTECH.

3. Les stations du suivi complémentaire

Un panel de 31 stations d'échantillonnage sur les cours d'eau, sur leur tronçon aval, a été sélectionné pour compléter le niveau de connaissance de contamination fécale des eaux superficielles se jetant dans la Baie. Il n'est pas question ici de définir une chronologie exhaustive des contaminations aux exutoires.

Les efforts d'investigation portent sur **la bande des 10 km du littoral** sur des eaux superficielles qui ont été peu surveillées (exutoires breilliens et secteurs amont), dans le but de préciser le domaine de variation de contamination, en fonction du contexte hydrologique (taille du ruisseau, saison) et également des sources de pollution attendues.

Ce panel est renforcé par un pool de points volants dans le but de caractériser des eaux caractéristiques de dysfonctionnements et d'écoulements particuliers, en fonction des conditions pluviométriques des campagnes : rejet inconnu, ruissellement urbain, ruissellement agricole...



Figure 4 : Localisation des stations de prélèvement fixes pour les campagnes du suivi complémentaire du profil et localisation des points volants prélevés ponctuellement

Un maximum de 7 campagnes était fixé. Quatre campagnes complètes ont été nécessaires pour obtenir les niveaux de concentrations extrêmes attendus sur la période de hautes et moyennes eaux (Résultats annexés). Les deux premières campagnes ont pu être calées avec les campagnes mensuelles du CD50 afin d'avoir une vision à l'échelle du territoire littoral de l'ensemble de la Baie.

Remarque : La période de confinement a limité la poursuite des investigations terrain au début du printemps (mars – avril). Des campagnes ponctuelles sont venues préciser ce diagnostic terrain et illustrer des contaminations particulières (rejets avérés, phénomènes d'érosion ...).

4. Les conditions hydrologiques et pluviométriques

Cette année 2 correspond à une période de hautes eaux fortement humide (Figure 5). Les niveaux de nappe ont grimpé tôt en saison grâce aux pluies de l'automne 2019. Les toits de nappe ont été exceptionnellement hauts dès décembre. Les phénomènes de ruissellement sont ensuite rapidement apparus lors des fortes pluies hivernales. Les conditions hydrologiques et pluviométriques de l'hiver 2019-2020 étaient par conséquent favorables aux contaminations fécales des eaux superficielles par rejets directs (connus et accidentels) et par ruissellement des aires contaminées (pâtures, épandages, fosses ...).

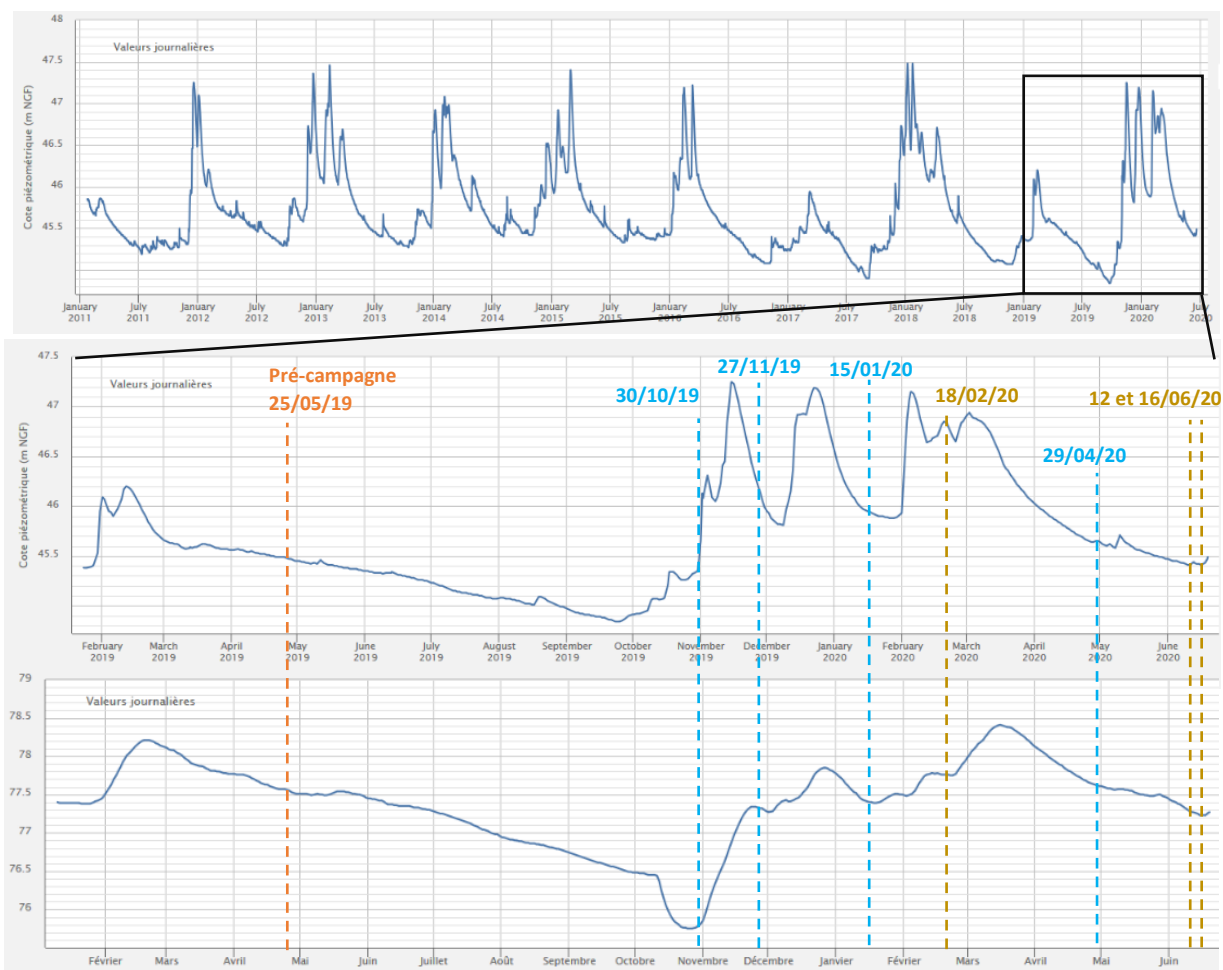
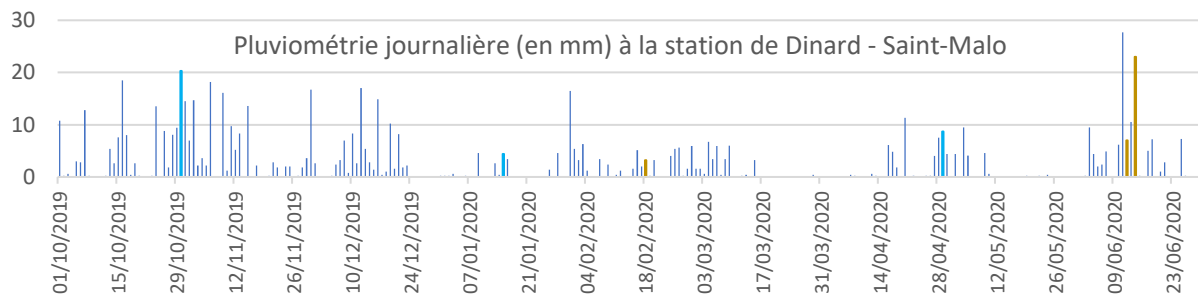


Figure 5 : Hauteur du toit de la nappe à Saint-Laurent-de-Terregatte (en haut) et à Bonnemain (en bas) lors de la pré-campagne, des 4 campagnes complètes et des campagnes spécifiques (source : ADES)



Les campagnes de prélèvements ont été déclenchées en fonction de précipitation. Les relevés de la station de référence de Dinard sont présentés ci-dessus.

Résultats

Le territoire est vaste et la pluviométrie est particulièrement hétérogène sur ce territoire littoral. Les conditions locales sont changeantes. Les pluies varient fortement depuis Cancale jusqu'à Granville. La cartographie des radars pluviométriques (www.infoclimat.fr) apparaît être l'illustration la plus représentative des conditions de ces prélèvements d'échantillons (campagne de 2 à 3 heures). Les résultats d'analyse, point par point, sont présentés en annexe.

1. Les campagnes complètes

1.1 Le 30 octobre 2019

Cette campagne est réalisée en parallèle du suivi mensuel du CD50. Les concentrations en *E.coli* ([E.coli]) sont ainsi présentées sur l'ensemble de ces stations (Figure 8).

30 oct. 2019 Pluies	Aucune	Les jours précédents	Pendant la campagne
Basses eaux		X	
Hautes eaux			
Rejets traités peu dilués + effet des fortes pluies			

La campagne a eu lieu après 2 journées pluvieuses consécutives (respectivement 8.1 mm et 9.4 mm à Dinard le 28/10 et le 29/10). Les pluies prévues le 30/10 se sont finalement décalées en soirée (pluies intenses entre 18h et 21h à Avranches). La campagne ne s'est donc pas déroulée sous pluie (hors ruissellement). Les cumuls de pluie sur 24h étaient compris entre 7 et 10 mm sur les têtes de bassin versant des côtiers de Dol et du Couesnon. Ils étaient plus faibles sur la Sélune et les côtiers granvillais (entre 4 et 7 mm) et quasi-nuls sur la Sée. (Figure 6)

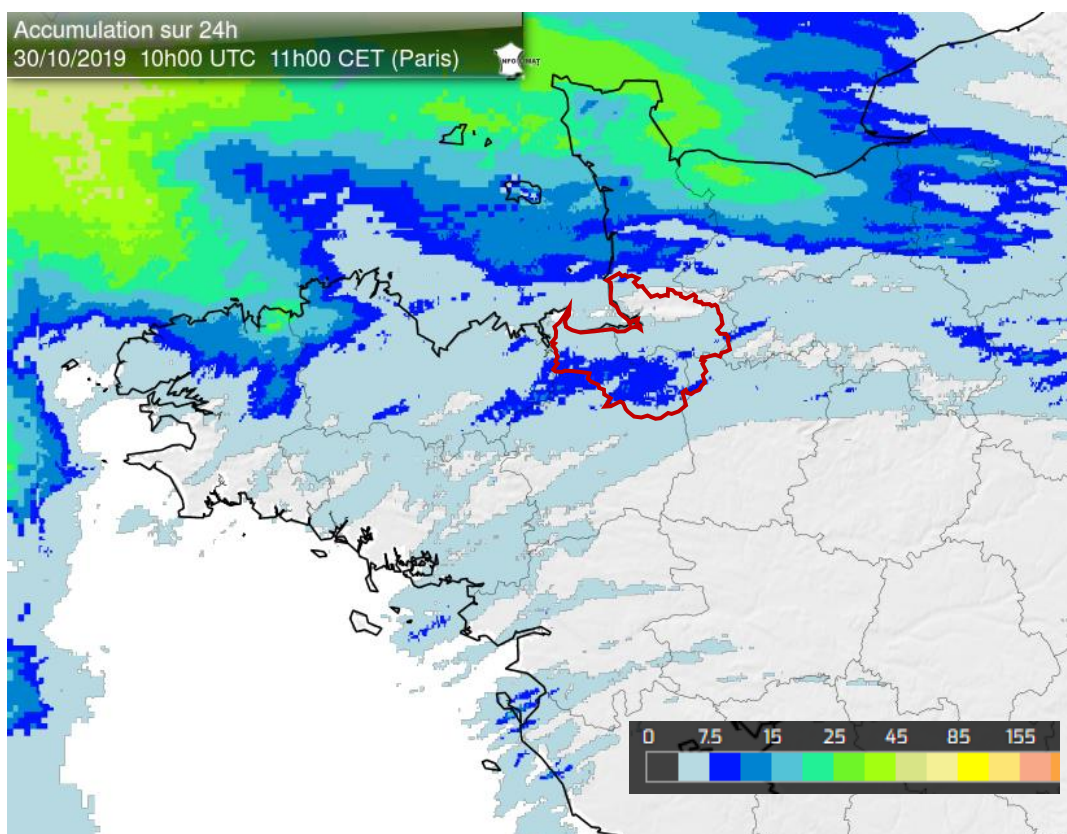


Figure 6 : Conditions pluviométriques des 24h précédant la campagne du 30/10/2019 (www.infoclimat.fr)

Cette première campagne avant la période de crue, et après quelques jours de pluie présente le niveau de concentrations le plus élevé des 4 campagnes ([*E.coli*] médiane à 2000 *E.coli*/100mL). Les concentrations observées dans ces eaux de surface (cours d'eau) fluctuent alors de 120 et 55200 *E.coli*/100mL, confirmant la disparité et le caractère pollution directe liée à cette problématique *E.coli*.

Les concentrations les plus fortes sont rencontrées sur les secteurs les plus amont du réseau hydrographique du marais de Dol de Bretagne.

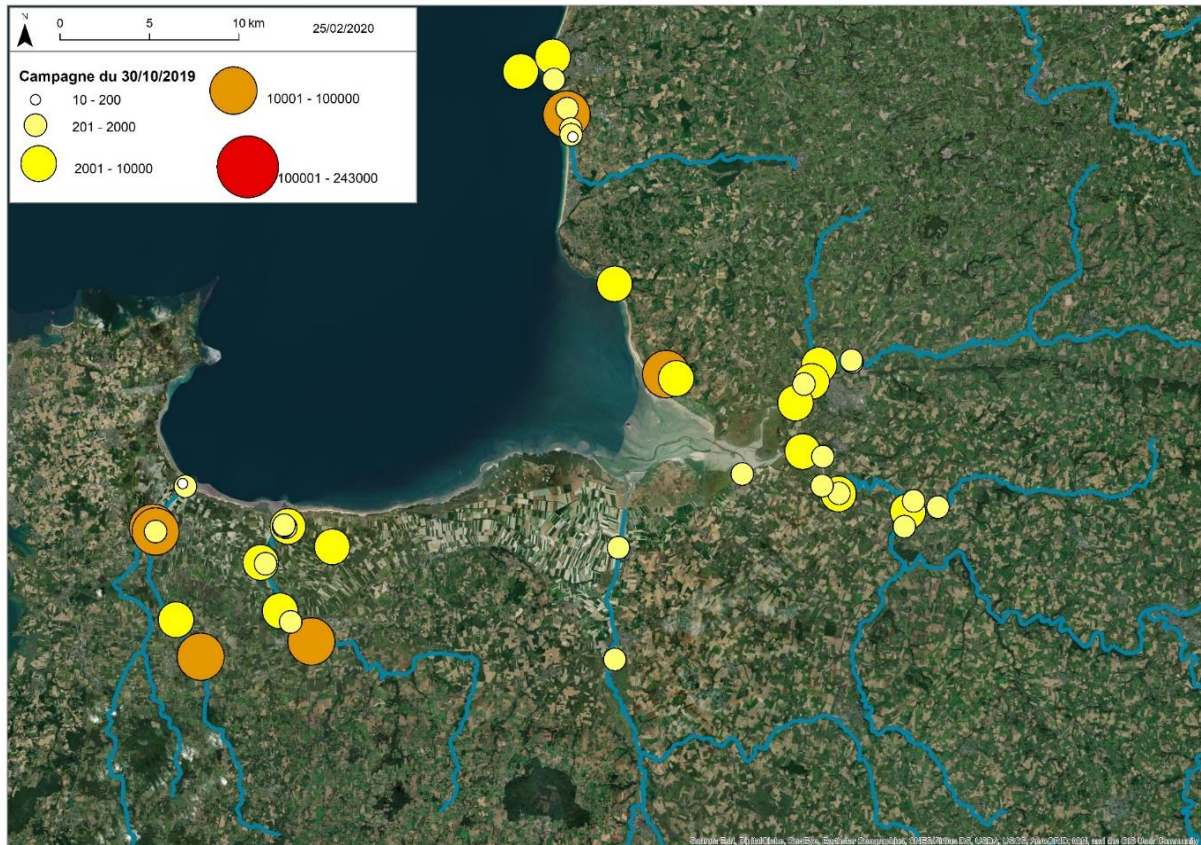


Figure 7 : Répartition spatiales des [*E.coli*] le 30/10/2019 (en *E.coli*/100ml)

La conductivité électrique de l'eau est l'un des paramètres terrain qui nous guide dans le choix du prélèvement à réaliser. Faible, elle correspond à des eaux de pluie. Généralement, dans un domaine de variation compris entre 200 et 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$ nous sommes sur des résurgences et nappe, peu ou pas altérées par les éléments majeurs (nitrates, chlorures). Les effluents présentent des niveaux de conductivités élevées (supérieures à 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

Cependant, dès que nous approchons des milieux saumâtres, la conductivité n'est plus pertinente pour pister les eaux contaminées parce qu'elle devient proportionnelle à la concentration en chlorures (sel...) ! La conductivité dépasse quelques milliers de $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour atteindre plus de 45000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ dans l'eau de mer.

Les photos suivantes présentent quelques illustrations des conductivités mesurées pendant la phase terrain et des sources associées.



Figure 8 : Conductivités mesurées sur le terrain pour différents types d'eaux et de rejets

1.2 Le 27 novembre 2019

Cette deuxième campagne a également pu être déclenchée le jour de la campagne CD50. Il ne pleut pas la matinée de prélèvements.

27 nov. 2019 Pluies	Aucune	Les jours précédents	Pendant la campagne
Basses eaux			
Hautes eaux	X		
Dilution des rejets traités			

Les cumuls de pluies des jours précédents ne sont pas élevés sur la frange littorale et sur les petits cours d'eau côtiers. Ils sont plus élevés en tête de bassin versant des grands fleuves (Couesnon, Sélune et Sée avec 8 à 20 mm en 24h. (Figure 9)

Les pluies de la première quinzaine de novembre, après recharge de la nappe, ont déclenché la période de crue. Les concentrations en MES restent pourtant faibles élevées (maximum à 35,5 mg/L) au matin du 27 novembre.

Les concentrations sont nettement plus faibles que lors de la campagne d'octobre en basses/moyennes eaux. La valeur médiane du panel des stations tombe à 200 *E.coli*/100mL. Le débit des ruisseaux et rivières échantillonnés est nettement plus fort. L'**effet dilution** doit être la cause première de cette chute des concentrations.

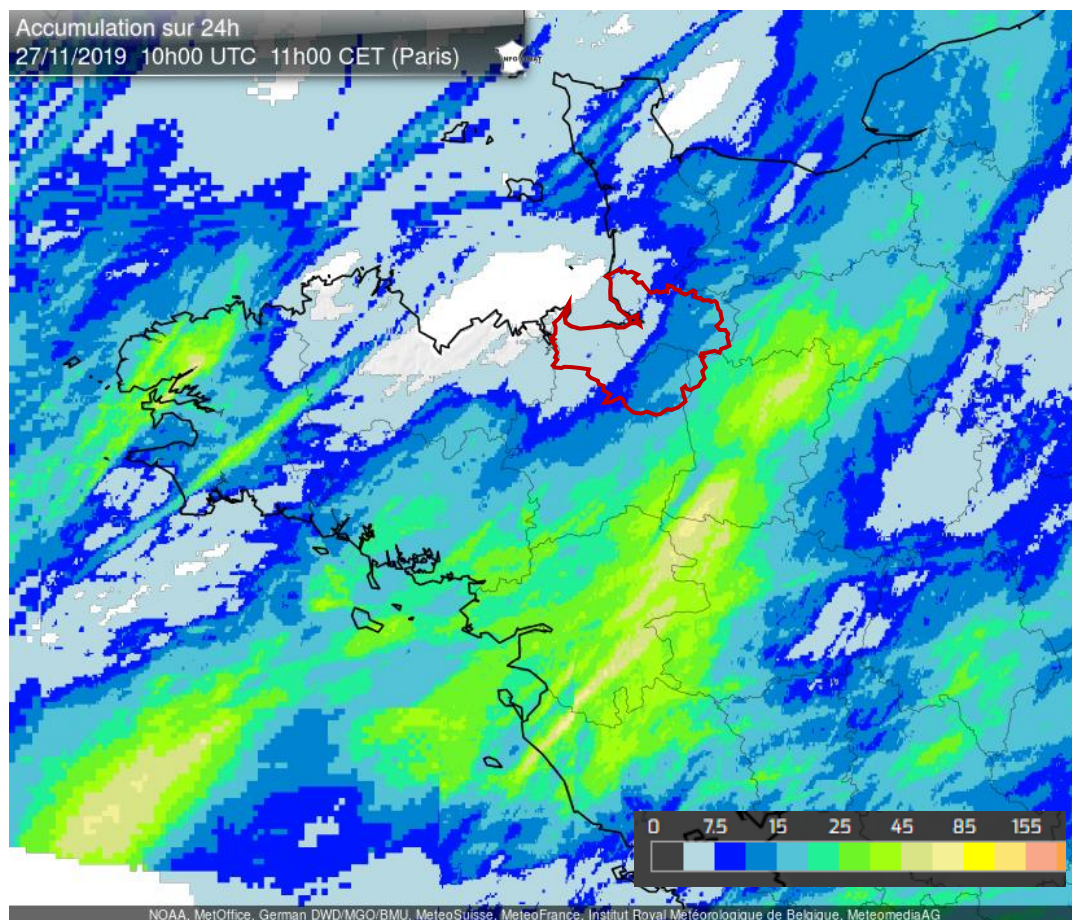


Figure 9 : Conditions pluviométriques des 24h précédant la campagne du 27/11/2019 (www.infoclimat.fr)

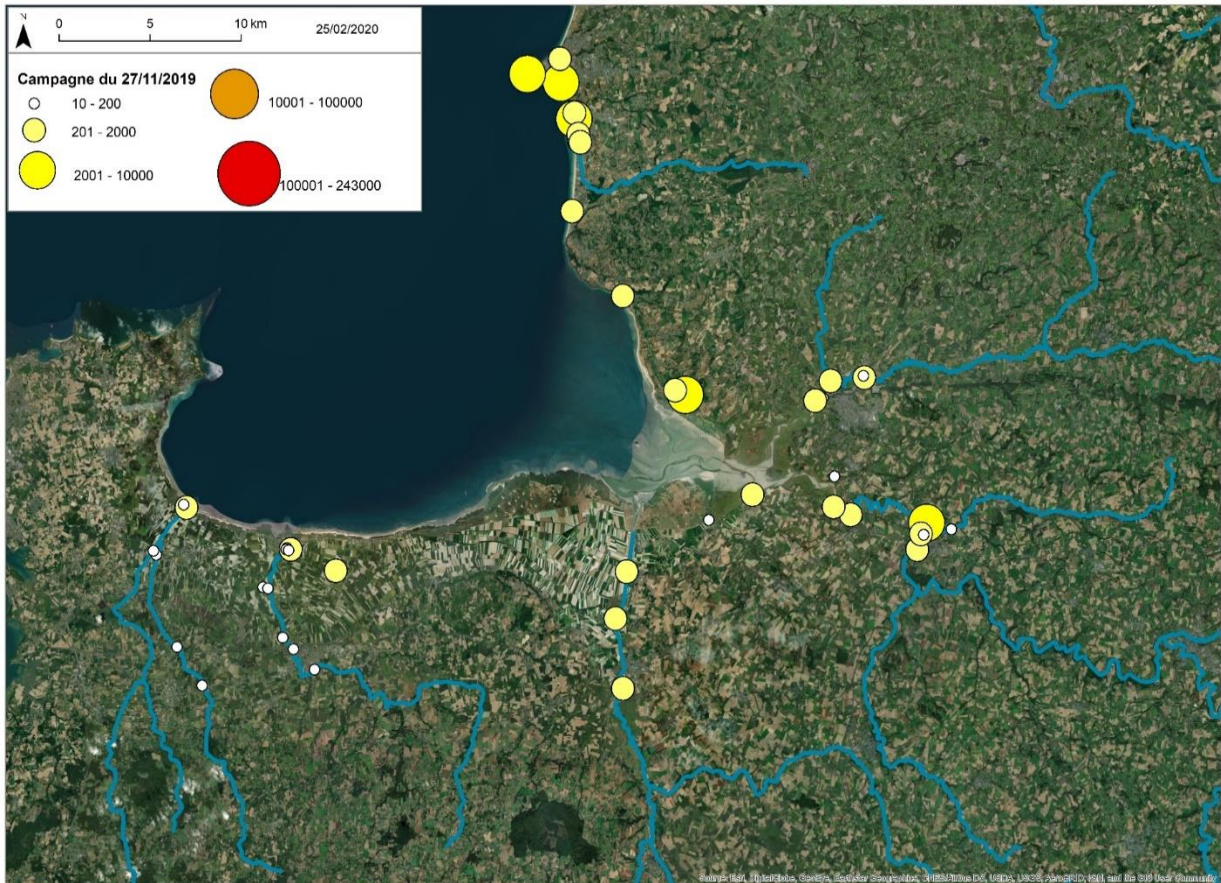


Figure 11 : Répartition spatiales des [*E.coli*] le 27/11/2019 (en *E.coli*/100ml)

Le calcul du flux serait alors sensiblement le même entre ces 2 campagnes (facteur 10 sur le débit compensé par la chute de concentration en *E.coli*). Les maximums ne sont plus observés sur les mêmes points de prélèvement.

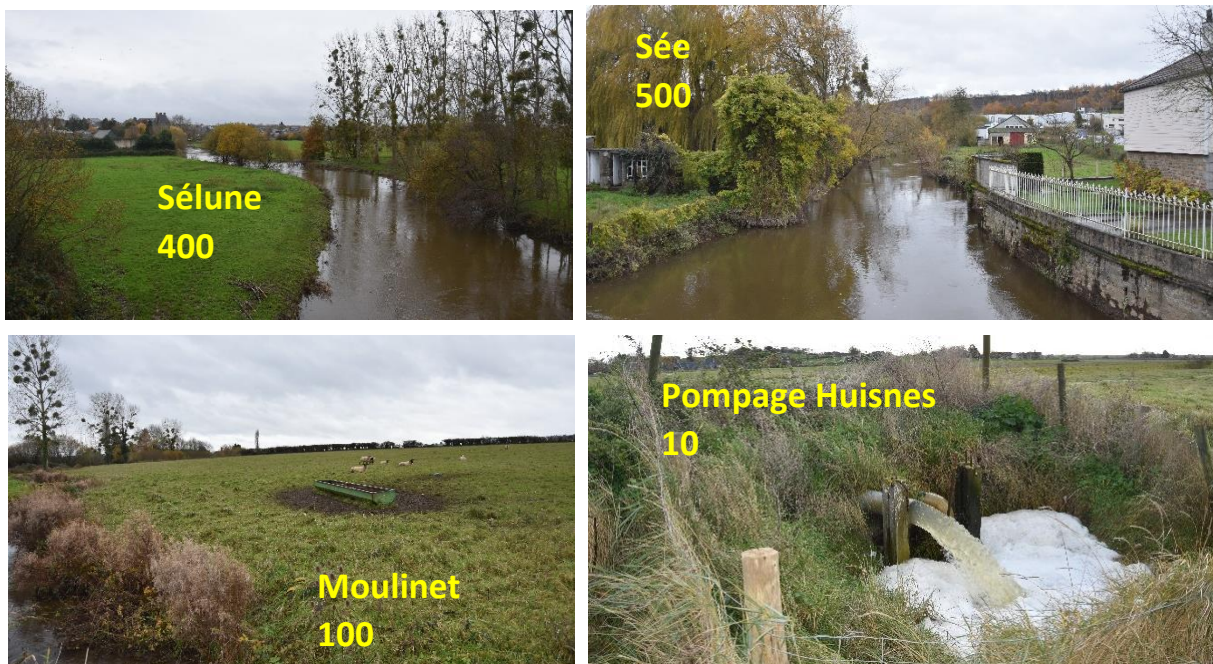


Figure 10 : Photos de la campagne du 27/11/2019 ; concentrations en *E.coli*/100ml

1.3 Le 15 janvier 2020

En crue hivernale, sans pluie, la dilution doit encore être observée. Cette campagne vient en complément de la précédente qui tendait à mettre en avant des concentrations plus fortes en aval. Ce point était à confirmer.

11 janv. 2020	Pluies	Aucune	Les jours précédents	Pendant la campagne
Basses eaux				
Hautes eaux				✘
Dilution des débordements des réseaux EU				

Le matin du 15 janvier, les pluies sont intenses sur le littoral breton où le cumul sur 24h est compris entre 8 et 15 mm. Côté Sélune, Sée et côtiers granvillais, les pluies sont plus éparées et le front pluvieux s'échappe des bassins versants de la Baie sur un axe Sud-ouest → Nord-est. Les conditions météorologiques pendant la campagne sont donc variables : sous pluie moyenne à l'Ouest ; sous pluies éparées voire hors pluie à l'Est.

Le niveau des cours d'eau reste haut (nappes hautes). La situation est donc plus favorable à la présence de source de pollution fécale à l'Ouest lors de cette campagne.

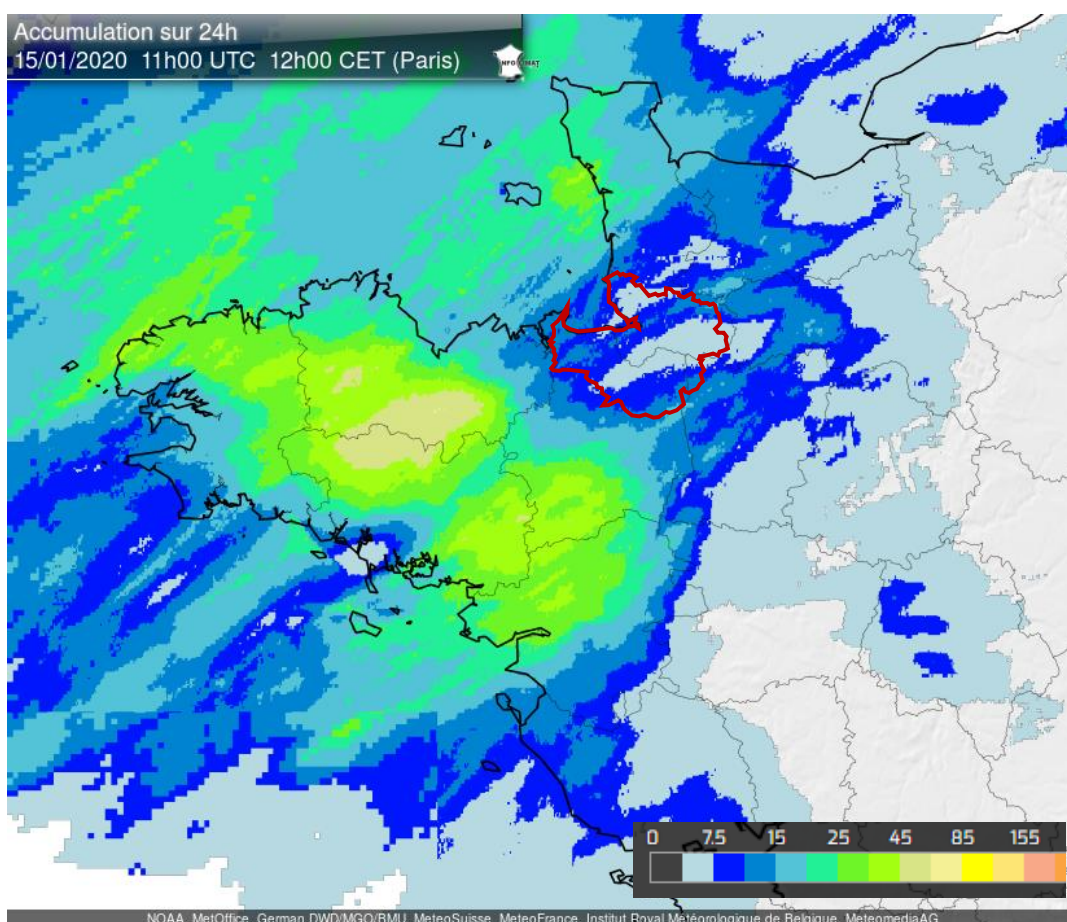


Figure 12 : Conditions pluviométriques des 24h précédant la campagne du 15/01/2020 (www.infoclimat.fr)

Les concentrations dans les eaux de surface sont du même ordre de grandeur que lors de la campagne hautes eaux de novembre. Les pics ne sont plus observés sur le secteur aval des BV, mais plutôt sur des petits ruisseaux soumis à un rejet direct (pas nécessairement déclaré).

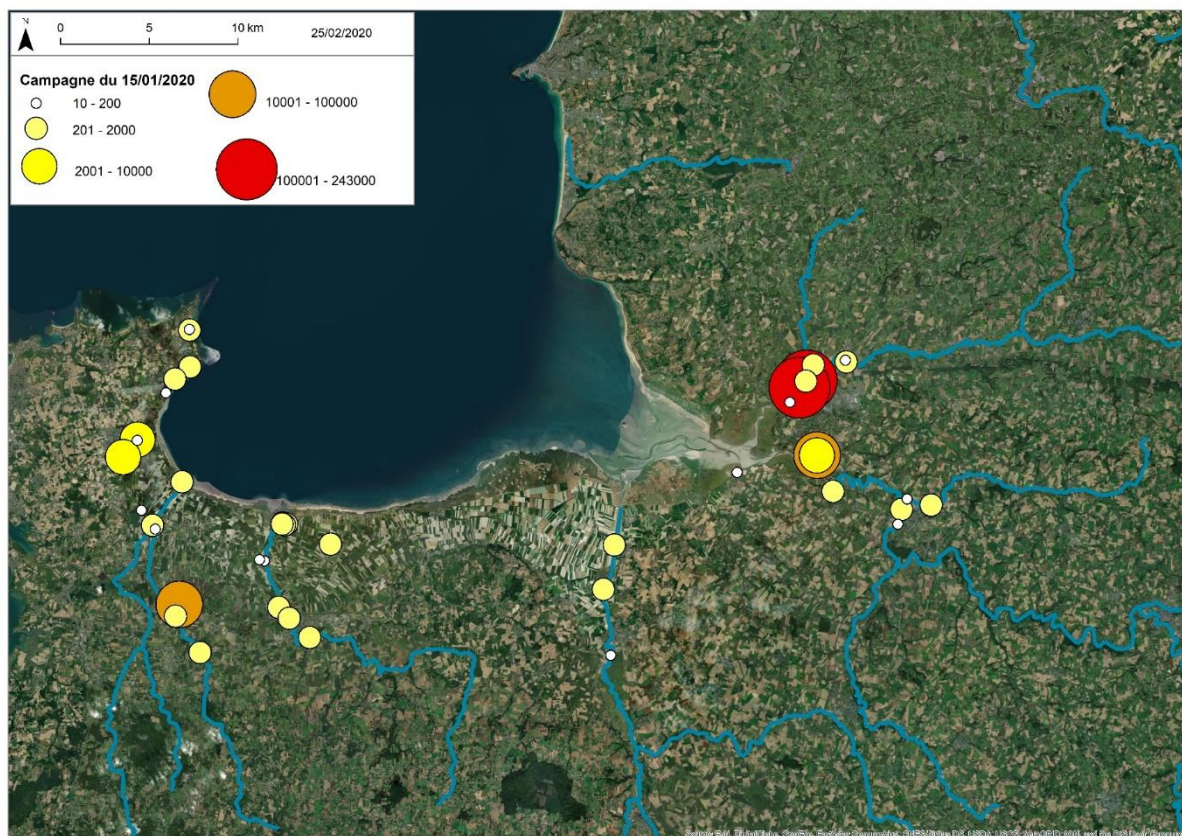


Figure 13: Répartition spatiales des [*E.coli*] le 15/01/2020 (en *E.coli*/100ml)

Sur les côtières de Dol, de nombreux départs d'eaux de ruissellement sont observés pendant cette campagne. 8 échantillons complémentaires sont réalisés en fonction de ces observations, sur des rejets non connus, des ruissellements et deux rejets de lagune d'épuration.

L'observation de ces connexions hydrauliques sur les versants les plus proches de la côte a permis de compléter le diagnostic initial, en particulier sur des localisations de rejets non cartographiés.

Si les rejets des lagunes ont des concentrations faibles (inférieurs à 50 *E.coli*/100mL), 3 autres échantillons ponctuels (ANC et AC) présentaient des niveaux très élevés.

Les photographies suivantes présentent la concentration en *E.coli* (/100ml) sur certains de ces points particuliers. Elles illustrent les nombreuses situations rencontrées lors de l'ensemble des investigations terrains de cet hiver humide.





Figure 14 : Photos de la campagne du 15/01/220 ; concentrations en E.coli/100ml

1.4 Le 29 avril 2020

A nouveau le contexte pluviométrique est très variable sur l'ensemble de la Baie.

Pendant la campagne, la perturbation arrive depuis l'Ouest mais ne vient pas impacter le secteur d'Avranches.

29 avril. 2020 Pluies	Aucune	Les jours précédents	Pendant la campagne
Basses eaux		✗	✗
Hautes eaux		✗	✗
Dilution des débordements des réseaux EU			

Toutefois les pluies de la veille ont été importantes, entraînant probablement des rejets directs et du ruissellement sur l'ensemble du territoire. La décrue est engagée depuis quelques semaines. Le niveau des nappes (et de l'eau dans le sol) redescend rapidement. Cette campagne a lieu pendant le confinement lié à l'épidémie COVID-19. La répartition des flux d'eaux usées en est modifiée : production massive d'eaux usées à domicile et non sur le lieu de travail.

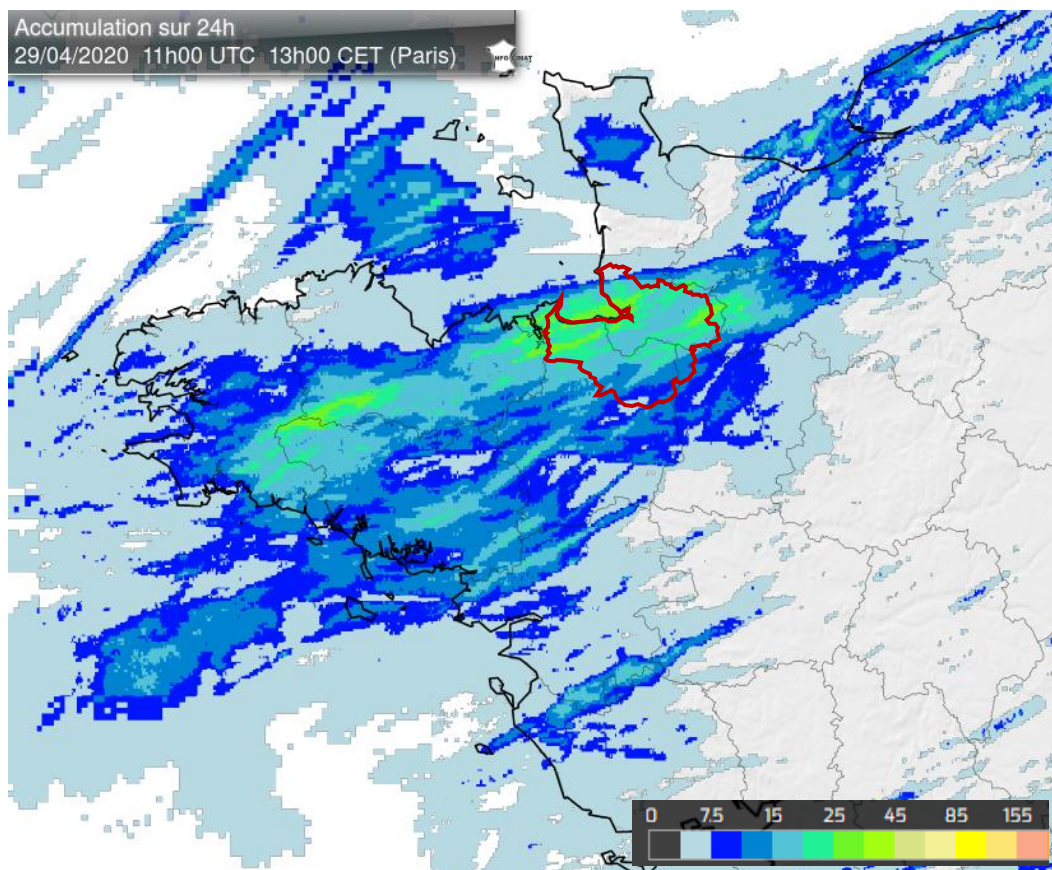


Figure 15 : Conditions pluviométriques des 24h précédant la campagne du 29/04/2020 (www.infoclimat.fr)

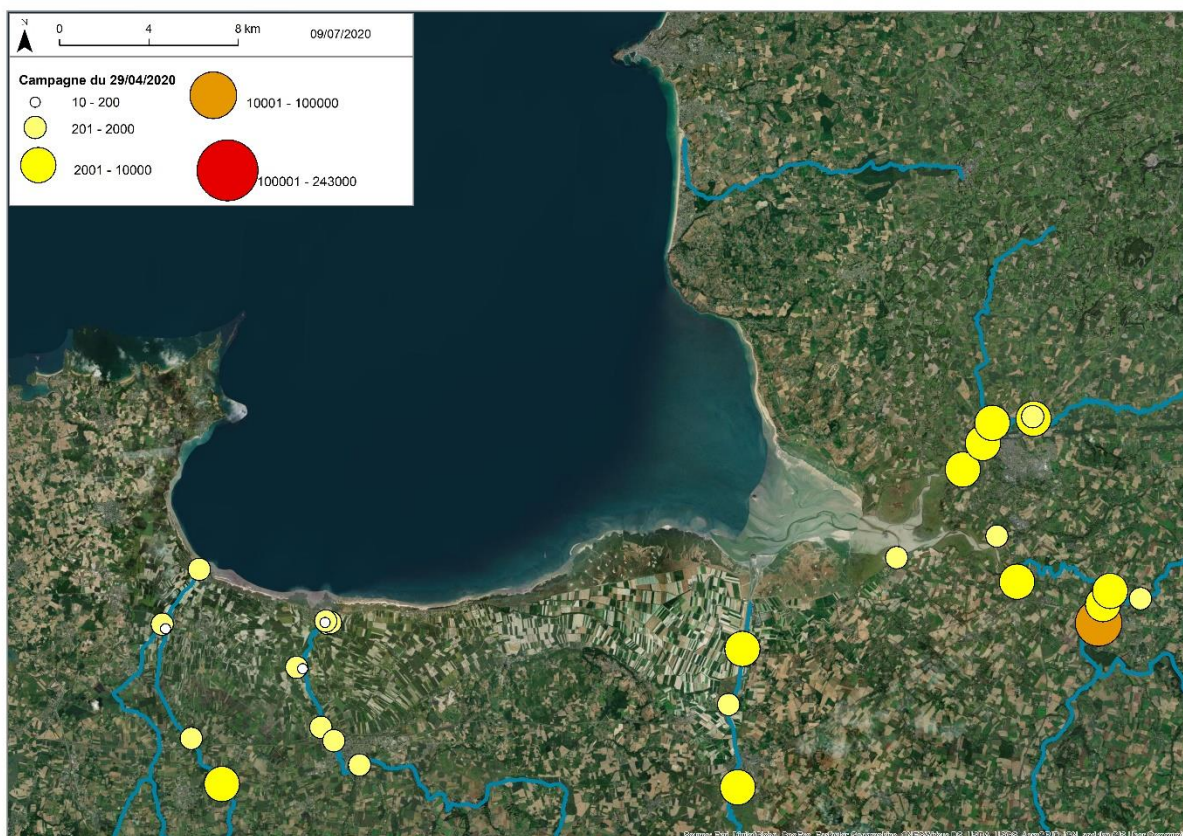


Figure 16 : Répartition spatiales des [E.coli] le 29/04/2020 (en E.coli/100ml)

Avec la diminution des débits des cours d'eau, récepteurs des rejets directs (connus ou non) les concentrations augmentent à nouveau sur l'ensemble des stations.

Cette variation saisonnière, corrélée à la capacité de dilution par les eaux superficielles est cohérente avec les données historiques du CD50 et du BV du Saultbesnon. Ce sont les valeurs min et surtout max qu'il convient de cerner pour les injecter ensuite dans le modèle Mars 3D qui permettra la visualisation du panache dans les eaux de la Baie.

Les concentrations au niveau des 6 exutoires du marais de Dol sont encore différentes des précédentes dates (pas de variation type), sur cette campagne durant laquelle les portes à flot étaient ouvertes.

Des tentatives de campagnes ont été stoppées car les conditions météorologiques étaient similaires à l'une de ces 4 campagnes souvent à cause d'un décalage sur l'arrivée d'une pluie prévue. Quelques analyses ponctuelles de terrain et des observations permettaient de conforter la nature sources bactériologiques fécales sur chaque sous bassin versant.



Figure 17 : Photos de la campagne du 29/04/2020 ; concentrations en E.coli/ 100ml

1.5 Synthèse

Chaque campagne n'est alors représentative que d'un évènement particulier. La nature directe, voire discrète, de la contamination limite les possibilités d'extrapolation d'une valeur à une période, une saison, sauf si cette contamination est récurrente (rejet de STEP déclaré par exemple).

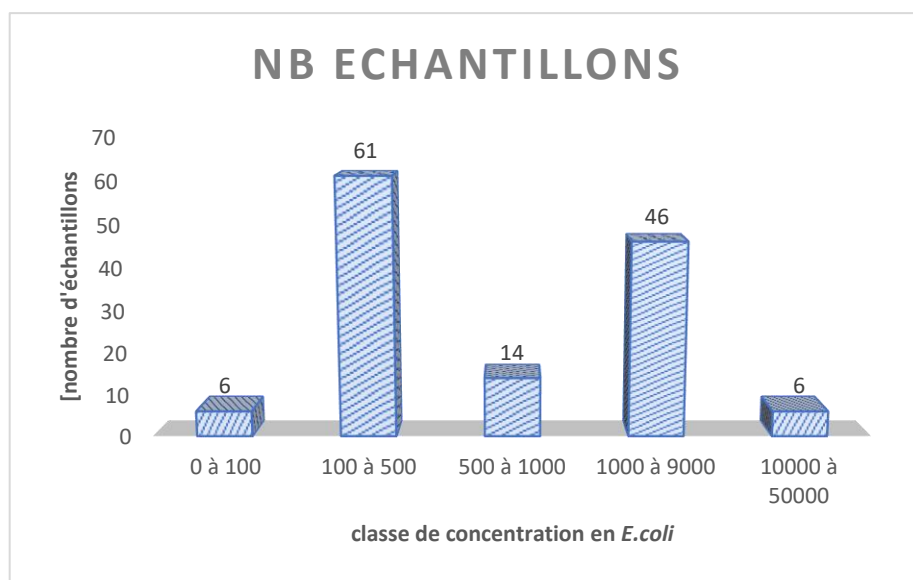


Figure 18 : Répartition des résultats sur cours d'eau en fonction des classes de concentration en *E.coli* (4 campagnes)

Ce panel de 133 analyses réalisées lors de 4 campagnes en période de moyennes et hautes eaux se divise en 2 grandes classes de concentrations.

- La classe 100 à 500 *E.coli*/100mL correspondrait à un bruit de fond hors accident ou contamination ponctuelle. Ce niveau de concentration est observé sur tous les cours d'eau, lors des campagnes de hautes eaux, accompagné de faibles concentrations en MES.
- La classe 1000 à 9000 *E.coli*/100ml comprend ¼ des échantillons. Ces valeurs plus élevées sont également observées sur les mêmes cours d'eau, mais pendant les 2 périodes de crues (avec ou sans pluie).

Une transition peut s'expliquer (entre 500 et 1000 *E.coli*/100mL). Quelques situations sont ainsi dans l'entre deux. Généralement sur les 3 grands fleuves.

Les valeurs extrêmes ($> 10^4$) correspondent à un apport ponctuel (rejet ou ruissellement) en amont du point de prélèvement, ou à une remise en suspension du sédiment (ex : apport d'un fossé recevant les eaux usées d'un trop-plein de réseau juste en amont du point de prélèvement Sélune amont = 14000 *E.coli*/100ml dans la Sélune le 29/04/2020)

Ils ne sont qu'au nombre de 6 sur 133 dans ce petit panel. Nous avons capté, lors du prélèvement, une contamination proche, qui ne sera plus aussi intense quelques centaines de mètres plus en aval.

Nous n'avons pas échantillonné de cours d'eau fortement chargés en Matières en Suspension (MES) au cours de ces 4 campagnes.

La recherche de conditions particulières (pluie/débit) ne nous a pas menés vers les épisodes de forts déplacements du sédiment. La nécessité de prélever également avant le jeudi de la semaine pour assurer une analyse bactériologique conforme a éliminé quelques situations de crues dans notre panel.

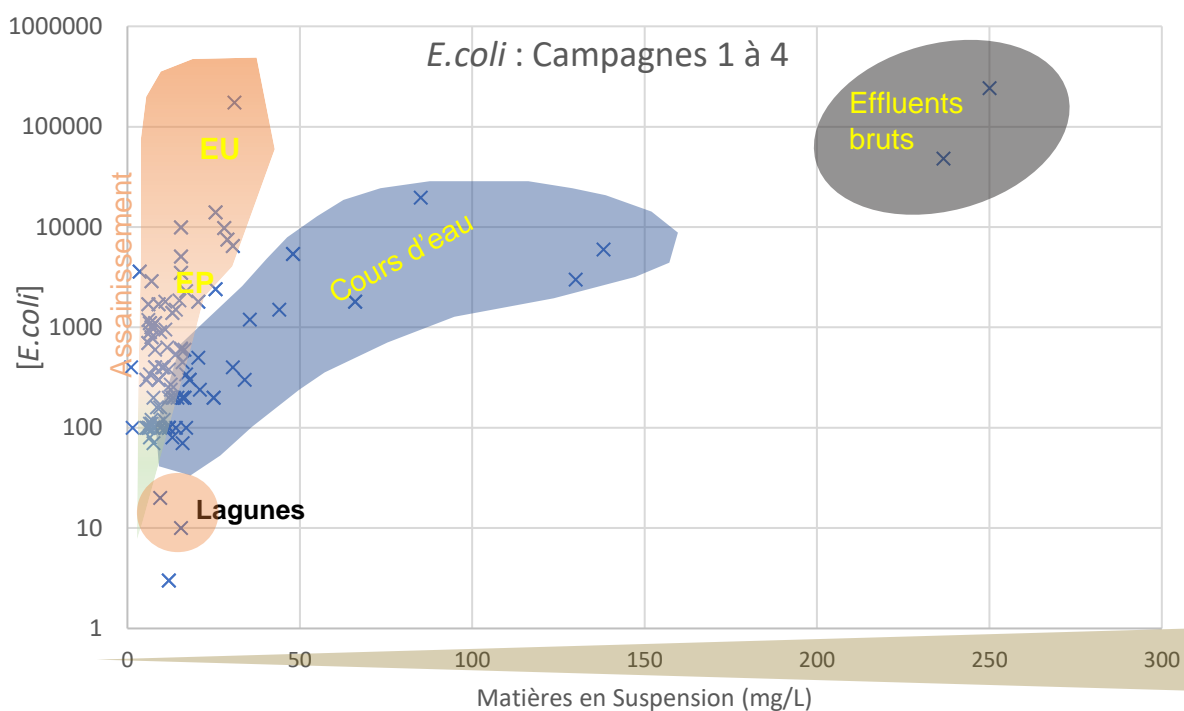


Figure 19 : Recherche de corrélations entre concentration en *E.coli* et charge en Matières en Suspension sur l'ensemble des échantillons (cours d'eau + toutes eaux échantillonnées lors des 4 campagnes

Le domaine de variation de ces eaux de surface est englobé dans le nuage bleu ci-dessus, avec une majorité de valeurs comprises entre 100 et 1000 *E.coli*/100ml pour une concentration en MES inférieure à 50 mg/L.

Les 2 effluents bruts (rejets d'eaux usées non traitées) sont chargés en MES (turbides) et présentent les plus fortes concentrations en *E.coli*. Ces échantillons atteignaient bien le réseau hydrographique lors de notre échantillonnage.

Cette Figure 19 situe également les effluents traités par les lagunes, les eaux pluviales aux exutoires des réseaux et les eaux usées (postes de relevage).

Cette vision synthétique permet donc de personnaliser les niveaux de concentration attendus sur les bassins versants de la Baie, selon les activités et les équipements d'assainissement en place.

Il manquait dans ce premier panel la situation de ruissellement sous fortes pluies, entraînant des phénomènes d'érosion.

Deux campagnes complémentaires, l'une sur le secteur Ouest de la Baie et l'autre à l'opposé Est, ont été réalisées sur 2 matinées distinctes car la pluie intense n'était pas présente sur l'ensemble du territoire lors de la campagne du 12 juin. Les échantillons du vendredi 12 n'ont pu être analysés par le laboratoire que le lundi 15, mais ont été conservés dans les conditions suffisantes pour maintenir le niveau de concentration en *E.coli*, et avoir un résultat fiable.

2. Les écoulements particuliers

2.1 Pluviaux de Cancale, campagne du 12 juin 2020

Le 12 juin au matin, les pluies étaient particulièrement intenses sur la cote Ouest. Un focus est donc porté sur les exutoires d'eaux pluviales du littoral de Cancale.

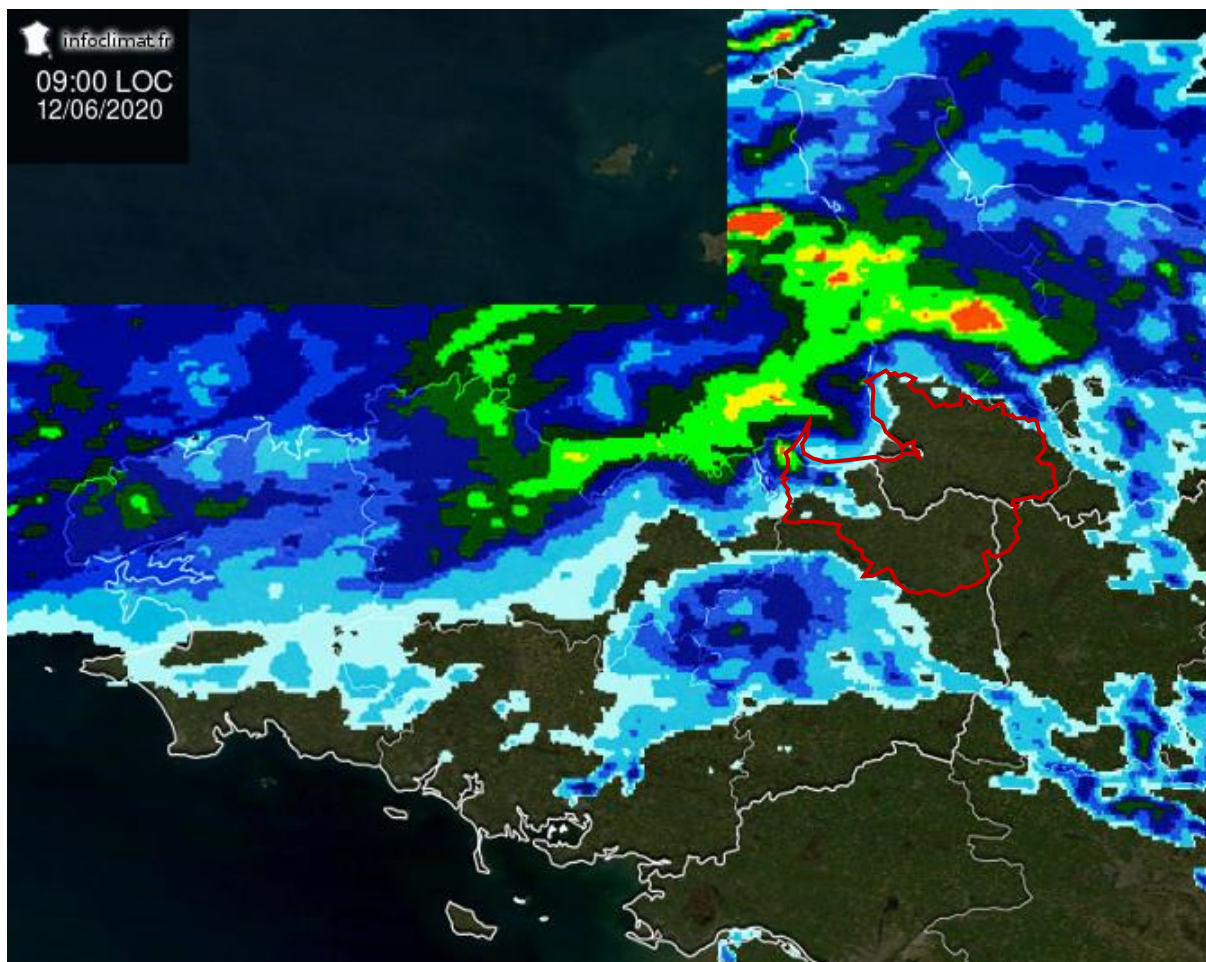


Figure 20 : Conditions pluviométriques instantanées de la campagne du 12/06/2020 sur les émissaires pluviaux de Cancale (www.infoclimat.fr)

Trois types d'eau sont ici mis en évidence. De l'eau de ruissellement urbain non contaminé est échantillonnée sur une antenne du réseau EP. Deux secteurs présentent des eaux peu chargées pour un mélange urbain en sortie de réseau EP communal (1300 *E.coli*/100mL).

La troisième catégorie correspond à 2 exutoires d'eaux de lavage (unité de production conchylicole) mélangées avec des eaux superficielles (source + pluvial). Le niveau de contamination est équivalent aux 2 précédents, proche de 1200 *E.coli*/100mL.

Sur ce secteur urbain les concentrations en MES restaient inférieures à 30 mg/L.

En complément, quelques points sont venus infirmer une situation de contamination observée cet hiver sur les secteurs de Saint-Méloir-des-ondes et de Saint-Guinoux. Le caractère ponctuel des contaminations fécales et la fugacité de ces pics de concentrations compliquent la représentation spatiale et temporelle de cette source de dégradation la qualité de l'eau.



2.1 Ruissellement et érosion, campagne du 16 juin 2020

Le 16 juin, le contexte est orageux. Les pluies sont très intenses mais courtes sur la partie orientale de la Baie. Elles entraînent localement des phénomènes de ruissellement et des départs de sols importants sur le secteur Sée/Sélune aval. Les ruissellements sont généralisés.

La stratégie d'échantillonnage a été adaptée pour cibler le ruissellement agricole (parcelle et aire d'exercice des fermes). Il n'avait pas été observé lors de nos nombreuses investigations terrain et cette source ne pouvait pas être mise en évidence par le suivi des cours d'eau. Il fallait remonter un peu plus dans le versant pour trouver ces situations de ruissellement connecté au réseau hydrographique.

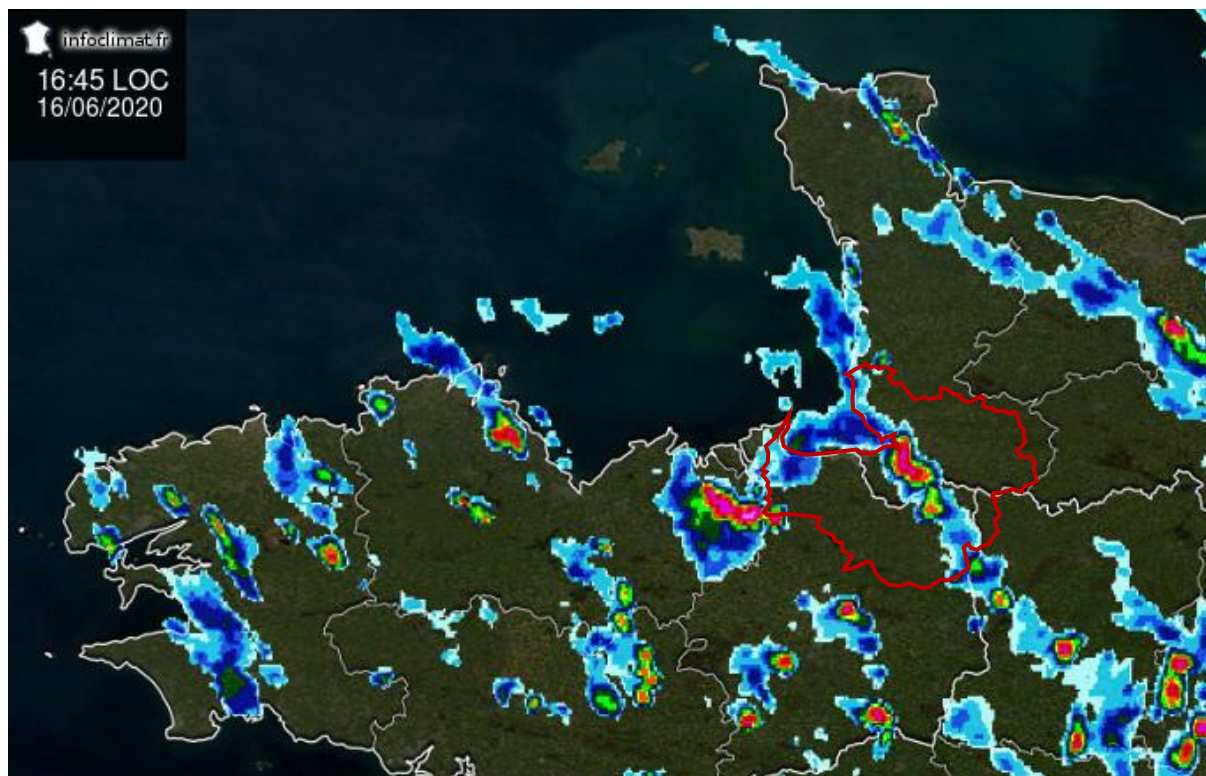


Figure 22 : Conditions pluviométriques instantanées de la campagne érosion et ruissellement du 16/06/2020 (www.infoclimat.fr)

Cette campagne a permis d'échantillonner des écoulements particuliers (concentrations en MES supérieures à 1000 mg/L !), accompagnés de concentrations en *E.coli* parmi les plus fortes du panel.

Les concentrations mesurées en aval de parcelles de maïs soumises à l'érosion sont de l'ordre de 10^3 *E.coli*/100ml. Le stade du maïs à cette période laisse penser que la dernière fertilisation organique date de moins d'un mois. Or plus le temps séparant la pluie érosive du dernier épandage sera court, plus le flux microbiologique transféré au réseau hydrographique sera élevé.

Les pluies d'orage de la mi-juin ont également entraîné des ruissellements dans les cours de fermes et sur les aires d'exercice du bétail. Les concentrations atteignent cette fois 10^4 *E.coli*/100ml. Ces concentrations sont non négligeables mais la contribution de cette source est de courte durée puisqu'elle est directement dépendante de la pluviométrie et des débits ruisselés.

Cette source est diffuse. Elle peut être observée en sortie de nombreux élevages. Des facteurs « aggravants » ont été observés sur le terrain : l'emplacement de niches à veaux sur le chemin hydraulique des eaux pluviales doit notamment être évité.



Figure 23 : Photos de la campagne du 16/06/2020 ;
concentrations en E.coli/100 ml

2.2 Remise en suspension du sédiment, expérimentation du 30 octobre 2019

Le rôle du sédiment dans les processus de transfert de la pollution microbiologique reste une inconnue majeure. Il a été décidé en COPIL que le suivi complémentaire des profils de vulnérabilité n'aurait pas pour objectif d'alimenter la connaissance et la réflexion sur le stockage plus ou moins long des flux microbiologiques dans le compartiment sédiment.

Lors de la première campagne (30/10/2019), une expérimentation terrain a été menée sur le point de prélèvement du Biez Jean aval. 2 échantillons ont été prélevés :

- Le premier, sans perturbation du milieu : $[E.coli] = 460 E.coli/100ml$
- Le deuxième, 1 min après **remise en suspension** des sédiments : $[E.coli] = 10\ 100 E.coli/100ml$

Cette expérimentation *in situ* simple à mettre en œuvre montre que le compartiment sédimentaire peut avoir un rôle de stockage majeur. Sa remobilisation lors d'à-coups hydrauliques (crue hivernale, orage d'été) entraîne nécessairement une augmentation du flux véhiculé par les cours d'eau, potentiellement jusqu'à 2 log.

2.3 Synthèse

La figure 19 présente l'ensemble des points de rejets (hors cours d'eau) de cette phase de collecte. Tous types d'eau (limpides à boueuses), de différentes origines (ANC, AC, ruissellement urbain, ruissellement rural, siège d'exploitation) ont pu être échantillonnés. La gamme de concentrations en *E.coli* et en MES est particulièrement large.

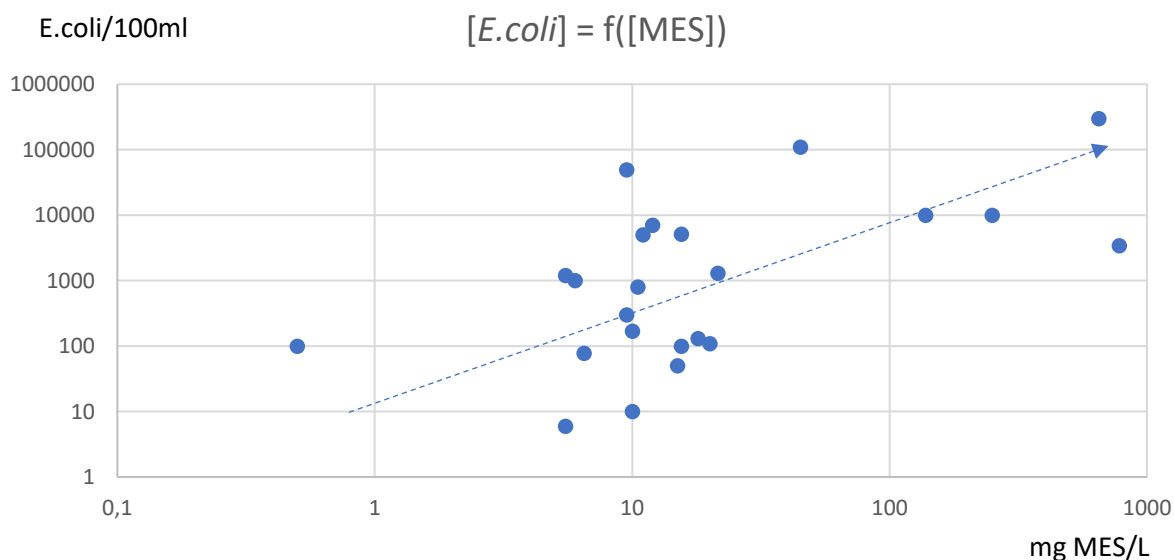


Figure 24 : Distribution de l'ensemble des concentrations lors des mesures hors cours d'eau de l'année 2

Ces valeurs peuvent être présentes sur l'ensemble du territoire selon les dysfonctionnements de réseau, la présence d'un risque de ruissellement ... Aussi, il n'est pas nécessaire de présenter leur localisation spatiale dans cette synthèse. Ces points sont cependant géoréférencés dans la base de données SIG du Profil de Vulnérabilité et seront donc transmis dans la phase actions aux porteurs du programme de reconquête (EPCI, Syndicat de BV, communes).

3. Bilan

L'ensemble des échantillons (cours d'eau + eaux diverses connectées au cours d'eau) est classé sur cette Figure 25. Les résultats des prélèvements de cette année 2 viennent compléter le panel de données disponibles pour caractériser les principaux cours d'eau de la Baie (données du CD50 et de l'ACCETEM).

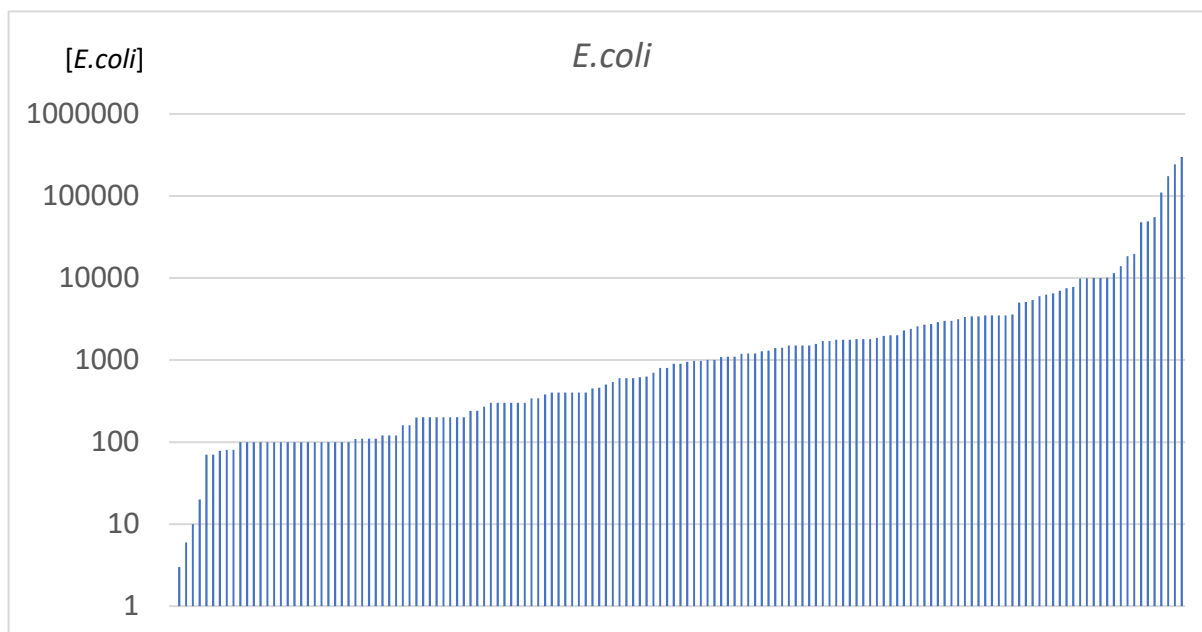


Figure 25 : Distribution de l'ensemble des concentrations des prélèvements de l'année 2

Pour les grands fleuves, les concentrations les plus élevées ont été mesurées lors de la campagne par temps de pluie (nappes moyennes) du 29/04/2020. Malgré le débit important de ces cours d'eau et du phénomène de dilution associé, la concentration à l'exutoire peut augmenter de 0.5 à 1 log.

Des dysfonctionnements majeurs ont été observés à proximité immédiate de l'exutoire de la Sée, expliquant sa concentration frôlant les 10^4 E.coli/100ml (9900 E.coli/100ml le 29/04/20). Sur la Sélune, les rejets directs sont observés plus en amont et l'Oir vient souvent diluer les eaux arrivant à l'exutoire (14000 E.coli/100ml en amont de la Sélune le 29/04, point soumis à un rejet d'EU brutes ; 5400 en aval).

La concentration augmente moins sur le Couesnon (3600 E.coli/100ml le 29/04/20) mais son bruit de fond hivernal par temps sec (rejets continus ?) reste plus élevé que celui de la Sée et la Sélune (1860 E.coli/100ml pour le Couesnon contre respectivement 110 et 380 à l'exutoire de la Sée et de la Sélune le 15/01/20).

Le ruisseau du Moulinet (aussi appelé le ruisseau du Lait Bouilli, entre la Sée et la Sélune) peut également être très dégradé pendant la période critique : une concentration de 19600 E.coli/100 ml a été mesurée le 15/01/20 (nappes hautes + pluie). Des dysfonctionnements agricoles (ruissellement) et domestiques ont été observés sur ce petit bassin versant mixte. Son débit reste toutefois très inférieur à celui de la Sélune dans laquelle il se jette.

Les concentrations à l'exutoire des côtiers de Dol restent en deçà de celles mesurées sur les grands fleuves avec un maximum de 3340 E.coli/100ml à l'exutoire de la Banche le 30/10/19. Les maximums ont également été mesurés à cette date (nappes basses, pluie les jours précédents mais pas pendant la campagne) pour le canal des Planches et le Guyoult.

Pour le Cardequin et le canal des Allemands, les concentrations maximales ont été mesurées le 15/01/20 (nappes hautes, temps de pluie). Elles sont plus faibles le 29/04 malgré des cumuls de pluie sur 24h plus importants (mais des nappes qui ont commencé à redescendre).

Le rôle des portes à flots reste toutefois à approfondir : leur fermeture semble jouer un rôle important dans le phénomène de sédimentation. La contamination microbiologique diminue dans la colonne d'eau saumâtre mais les germes (bactéries, virus...) restent stockés dans les sédiments. Ils sont potentiellement remobilisés à chaque ouverture des portes à flots et vannes.

Les résultats d'analyses à l'exutoire des grands fleuves vont permettre de préciser les flux à injecter dans le modèle de dispersion des panaches en Baie (partie suivante).

Les investigations terrain du suivi complémentaire des profils de vulnérabilité viennent également alimenter le programme d'actions. En effet, des dysfonctionnements peu documentés ont été observés : dépotage sauvage de matières de vidange, ruissellement dans les cours de fermes

Annexe

1. Tableau de résultats des points fixes 4 campagnes (E.coli/100mL)

Bassin versant	Point de prélèvement	Concentration dans l'eau (E.coli/100ml)			
		30/10/2019	27/11/2019	15/01/2020	29/04/2020
COUESNON	COU01	1500	400	40	2700
	COU02		300	950	1700
	COU03	1760	600	1860	3600
Côtiers de Dol	ALL01	11400	100	960	400
	ALL02	120	100	1150	300
	BAN01	3000	240	1370	3
	BAN02	3340	340	370	700
	BRI01	980	1500	Non prélevable	
	CAR01	2580	100	50	400
	CAR02	400	120	1430	300
	GUY01	18500	100	280	900
	GUY02	1760	200	600	1000
	GUY03	3400	160	850	1700
	GUY04	1280	100	180	100
	GUY05	1570	80	210	200
	JEA01	55200	200	900	2900
	JEA02	6300	200	1190	1400
	JEA03	460	110	30	199
	PLA01	1760	70	300	800
Sée	SEE01	980	500	620	6500
	SEE02	300	100	100	300
	SEE03	7800	1200	630	2400
	SEE04	3500	200	540	7500
	SEE05	3140		110	9900
Sélune	GUI01	1410	400	200	1100
	MOU01	2000	100	19600	1800
	OIR01	1500	100	450	1800
	OIR02	1090	2300	10	3500
	SEL01	2000	600	200	14000
	SEL02	2750	400	270	9800
	SEL03	1970	600	380	5400

(Extrait de la table SIG du Profil)

2. Estimation du flux instantané aux exutoires, pour chaque campagne (E.coli/s)

Surface en km ² , Concentrations en E.coli/100ml, Q en m ³ /s, Flux en E.coli/s		Canal des Allemands	Biez Brillant	Côtiers Saint-Benoit	Banche	Cardequin	Guyoult	Planche	Côtiers Vivier	Couesnon	Sélune	Sée
Surface du BV de la station de référence		63	63		63	63	63	63		510	899	72,9
Surface du BV à l'exutoire		212	41	253	60	14	109	16	199	1122,2	1017	470
30/10/2019	Concentration)	120	980		3340	400	1570	1760		1760	1970	3140
	Q (station de référence)	0,137	0,137		0,137	0,137	0,137	0,137		5,34	9	1,25
	Flux instantané	5,5E+05	8,8E+05	1,4E+06	4,4E+06	1,2E+05	3,7E+06	6,0E+05	8,8E+06	2,1E+08	2,0E+08	2,5E+08
27/11/2019	Concentration	100	1500		340	120	80	70		600	600	1 980
	Q (station de référence)	1,75	1,75		1,75	1,75	1,75	1,75		17,1	20	3,26
	Flux instantané	5,9E+06	1,7E+07	2,3E+07	5,7E+06	4,7E+05	2,4E+06	3,1E+05	8,9E+06	2,3E+08	1,4E+08	4,2E+08
15/01/2020	Concentration	1150	Non prélevable		370	1430	210	300		1860	380	110
	Q (station de référence)	1,81	1,81		1,81	1,81	1,81	1,81		17,6	25	3,29
	Flux instantané	7,0E+07		mini 7,0E+07	6,4E+06	5,8E+06	6,6E+06	1,4E+06	2,0E+07	7,2E+08	1,1E+08	2,3E+07
29/04/2020	Concentration	300	Non prélevable		700	300	200	800		3600	5400	9900
	Q (station de référence)	0,63	0,63		0,63	0,63	0,63	0,63		4,73	22	2,13
	Flux instantané	6,4E+06		mini 6,4E+06	4,2E+06	4,2E+05	2,2E+06	1,3E+06	8,1E+06	3,7E+08	1,4E+09	1,4E+09

3. Cartes de résultats des points fixes 4 campagnes (*E.coli*/100mL)

