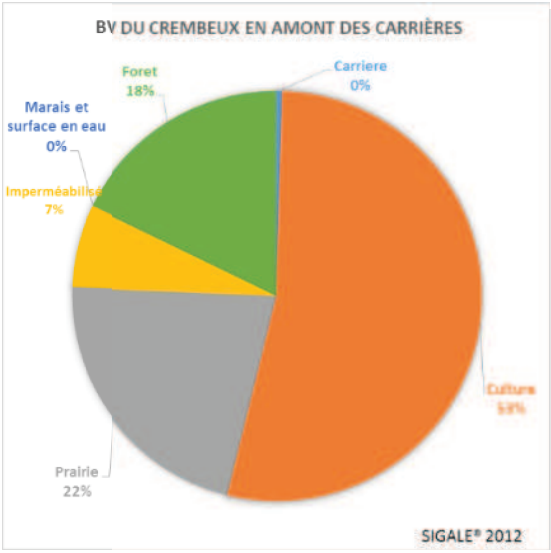
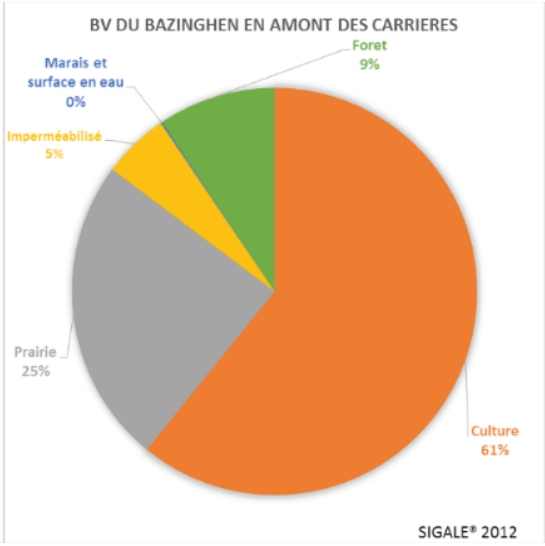



**Document n° 30 :** Occupation des sols en 2012 dans les bassins versants de la Slack, du Crembeux et du Bazinghen « amont » (SIGALE®).

# 6. ANALYSE HYDROGRAPHIQUE DETAILLEE ET DOMMAGES LIES AUX CRUES

## 6.1 Caractéristiques géométriques des sous-bassins versants étudiés

Les principaux cours d'eau sur le secteur étudié sont donc la Slack, le Crembreux et le Bazinghen. Les deux derniers cités sont des affluents en rive droite de la Slack (le Bazinghen conflue avec la rivière de la Fosse Rivière, qui s'écoule parallèlement à la Slack dans les marais et la rejoint 1,5 km en aval). En rive gauche, la Slack reçoit les apports, respectivement d'amont en aval, des ruisseaux du Paon, du Val, du Poché et de la Ménandelle. Le Bazinghen reçoit les apports en rive gauche du ruisseau d'Estebecque et du Blacourt.

Au sud de la Slack on retrouve les cours d'eau voisins que sont la Liane et le Wimereux, qui d'un point de vue hydro-géomorphologique, sont potentiellement similaires à celui de la Slack et qui sont pourvus de stations hydrométriques.

Une analyse et comparaison des bassins versants jaugés et non jaugés a été réalisée, ceci afin de mettre en évidence les bassins versants pouvant être considérés comme homogènes. Dans le but de valoriser les données mesurées aux stations par transposition sur les bassins versants du secteur d'étude qui en sont dépourvus (Crembreux et Bazinghen notamment).

Le tableau ci-après présente les critères hydro géomorphologiques des bassins versants à proximité du secteur d'étude.

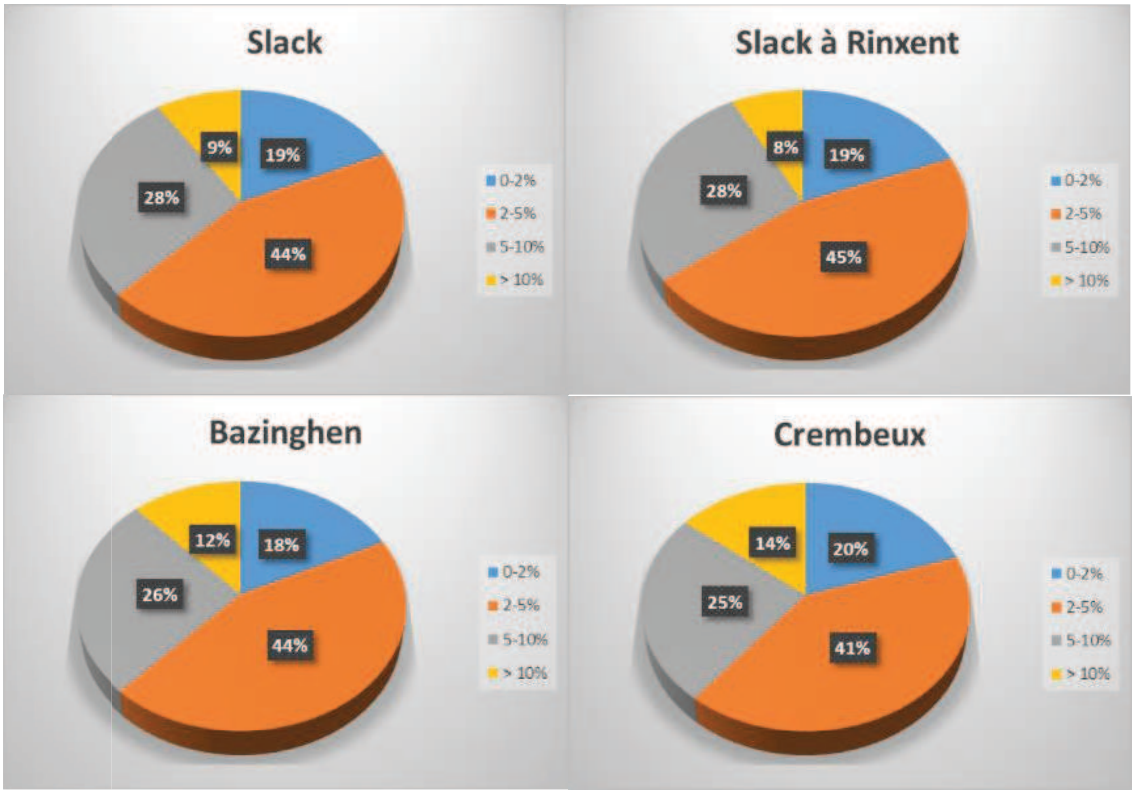
| Cours d'eau | l (km) | L (km) | A (km²) | P (km) | $K_G$ |
|---|---|---|---|---|---|
| | Rectangle équivalent | | Surface | Périmètre | Compacité |
| **Slack** | 7.75 | 20 | 157 | 58.2 | 1.3 |
| **Slack à Rinxent** | 2.4 | 17 | 39 | 37 | 1.7 |
| **Bazinghen** | 3.4 | 12 | 41 | 31 | 1.4 |
| **Bazinghen amont** (en amont des carrières) | 2.47 | 8 | 19 | 20 | 1.3 |
| **Crembeux** | 2.0 | 18 | 36 | 39 | 1.8 |
| **Crembeux amont** (en amont des carrières) | 1.84 | 10 | 18 | 23 | 1.5 |
| **Wimereux** | 3.2 | 26 | 83 | 57 | 1.8 |
| **Liane** | 5.6 | 49 | 273 | 107 | 1.8 |
| **Liane à Wirwignes** | 4.9 | 19 | 95 | 48 | 1.4 |

Pour rappel il a été vu qu'en termes d'occupation du sol la Slack à Rinxent diffère des 2 autres principaux sous bassins versants de la zone d'étude. Néanmoins, il a été démontré qu'en termes d'occupation du sol on pouvait rapprocher les sous bassins versants « amonts (cad amont aux carrières) » entre eux (Slack à Rinxent, Crembeux et Bazinghen hors carrières).

On notera dans le tableau qu'en termes d'indice de compacité le Bazinghen « amont » et le Crembeux « amont » sont comparables à la Slack à Rinxent.

Ceci permet de confirmer l'hypothèse d'homogénéité des bassins versants non jaugés, en amont de la partie influencée par les carrières, à leur homologue à Rinxent qui dispose d'une station de mesure.

Bassins versants de la Slack et ses principaux sous-bassins versants




**Document n° 31 :** Distribution des pentes au sein des bassins versants du secteur d'études.

La distribution des pentes ci-dessus ne démontre pas de disparités importantes entre les sous bassins versants de la Slack, qui aurait pu remettre en cause l'hypothèse d'homogénéité des sous bassins amonts entre eux.

## 6.2 Localisation des ouvrages hydrauliques sur le bassin versant

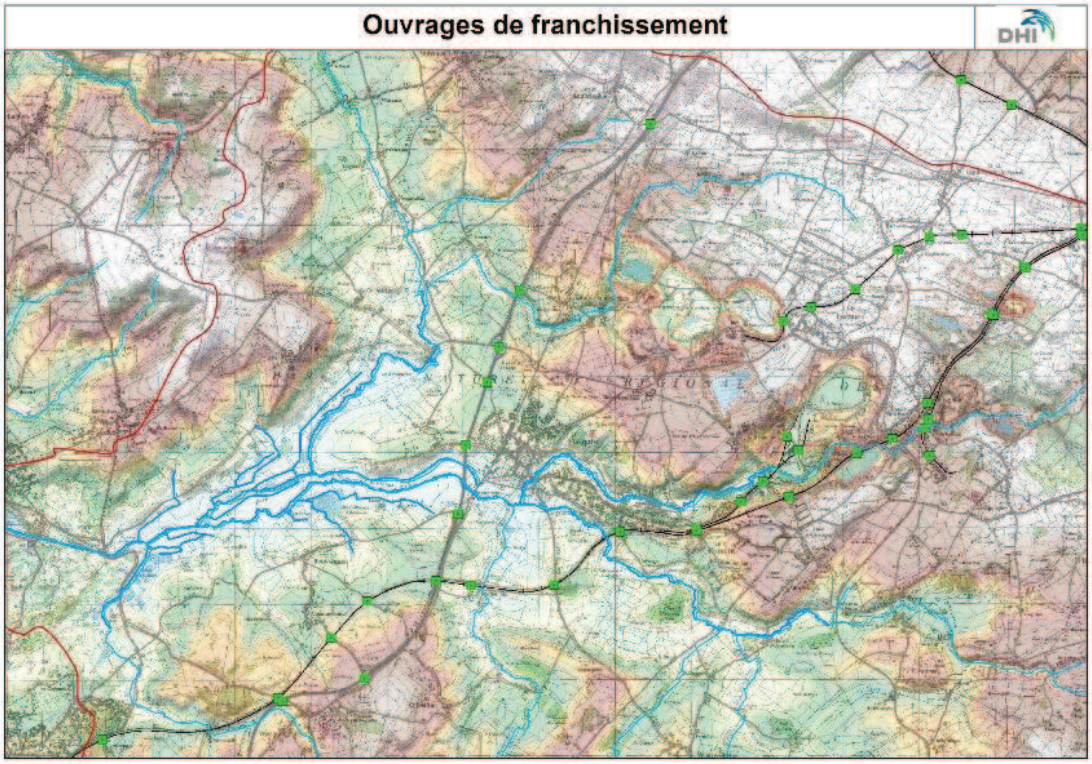
L'autoroute A16 traverse le bassin versant selon une direction nord-sud. Sa construction a eu lieu durant la première moitié des années 90, entre les années 1991 et 1993. De nombreux ouvrages de franchissement sont présents sur son linéaire.

Il est difficile de se prononcer quant à l'impact de ce dernier sur les écoulements au sein du bassin versant sans avoir de comparatifs de mesures pluviométriques et débitmétriques étalonnées avant/après sa construction.

Des études bibliographiques mentionnent des insuffisances hydrauliques de certains bassins de rétention de l'A16 (sous-dimensionnement) (étude Royal Haskoning – fiche [1]). Nous n'avons pas les données techniques (plans de récolement) permettant de faire une analyse de l'état du système de gestion des eaux de ruissellement de l'A16, sous compétence de l'Etat.

L'autre grand axe de communication traversant le bassin versant est la voie ferrée, avec ses dessertes des zones de carrières.

Nous avons récupéré un inventaire des ouvrages de franchissement hydrauliques concernant ces infrastructures (voir document ci-dessous).



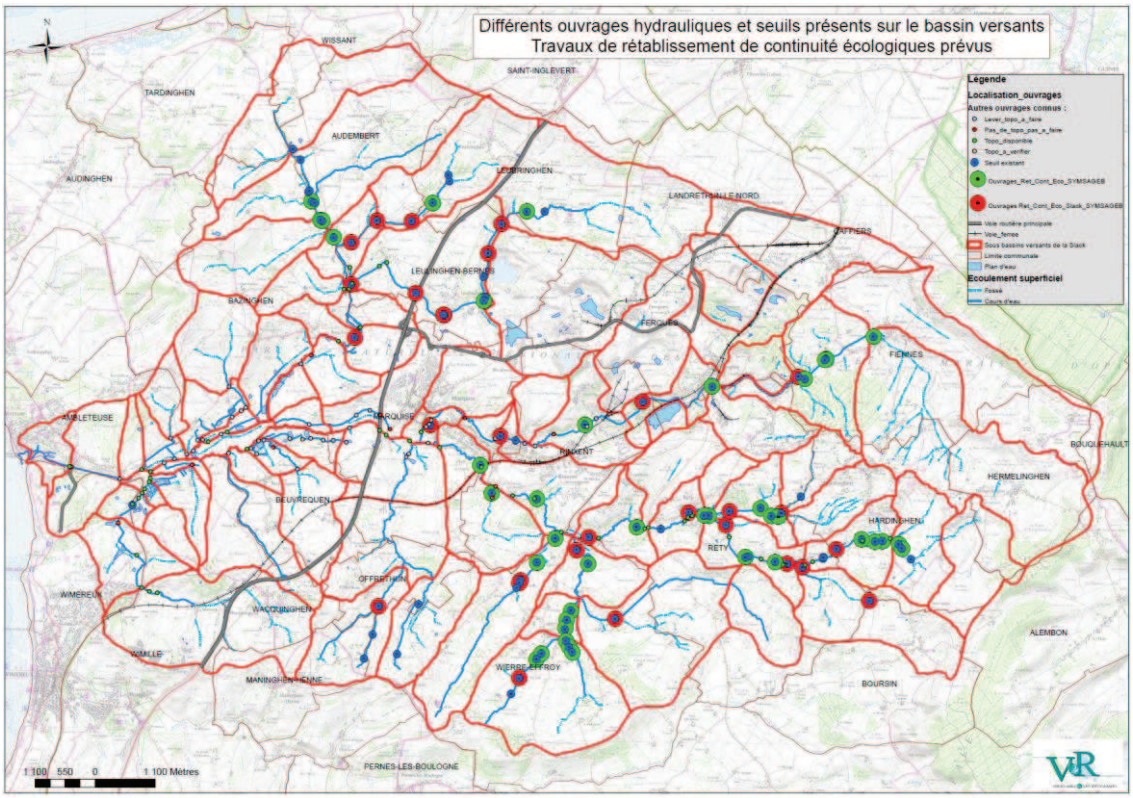

**Document n° 32 :** Localisation des ouvrages de franchissements (carré vert) sous la voie ferrée et l'A16 (Source : BD TOPO).

Il existe de nombreux autres ouvrages hydrauliques de franchissement de voiries ou chemins ruraux sur le territoire. Les principaux sont reportés sur la cartographie en ci-après.

Les données topographiques des ouvrages présentés sur cette carte sont disponibles pour l'étude (des levés topographiques complémentaires ont été réalisés lorsque nécessaire dans le cadre de cette étude).

*Des données ont été fournies par le SYMSAGEB sous forme de couches SIG, elles sont reprises sur la cartographie :*

- « Seuil existant » : liste des ouvrages présentant en seuil à franchir sur les cours d'eau, avec les propositions de travaux associées ;
- « Ouvrages_Ret_Cont_Eco_SYMSAGEB » : liste des ouvrages devant faire l'objet de travaux de restauration de la continuité écologique ;
- « Ouvrages_Ret_Cont_Eco_Slack_SYMSAGEB » : liste des ouvrages devant faire l'objet de travaux de restauration de la continuité écologique ;
- « Autres ouvrages connus » : tous les autres ouvrages recensés concernant les cours d'eau et les fossés dans le marais de la Slack (avec la distinction suivant le fait que l'ont dispose ou non des données topographiques les concernant).




**Document n° 33 :** Localisation des principaux ouvrages de franchissements sur l'ensemble du bassin versant de la Slack.

## 6.3 Fonctionnement hydraulique du Marais de la Slack

### 6.3.1 Fonctionnement du Marais – casiers hydrauliques

*Le Marais de la Slack présente un fonctionnement totalement modifié par les actions anthropiques :*

- Les conditions d'écoulement en crue de la Slack et du Bazinghen ont été modifiées par les dépôts successifs des sédiments de curage le long des berges. Les rehausses peuvent dépasser le mètre de hauteur (notamment en aval du Marais). En général, il s'agit de merlons* et/ou bourrelets* de terres d'une cinquantaine de centimètres de hauteur. Ainsi, les échanges transversaux entre le lit mineur et le lit majeur sont fortement contrariés.
- Le Marais est maillé par plusieurs casiers hydrauliques, délimités par les digues/merlons et bourrelets de curage bordant les cours d'eau, les fossés et les ouvrages hydrauliques aux exutoires (ouvrages maçonnés équipés ou non de batardeaux pour contrôler les flux d'eau).
- Les conditions d'évacuation des écoulements vers l'estuaire sont contrariées par le radier rehaussé d'en moyenne 1m50 du Canal Napoléon par rapport au radier du lit historique de la Slack.
- La fréquence de curage des cours d'eau et fossés n'est à priori pas suffisante par rapport à l'importance des volumes de sédiments déposés. Il est évoqué par le PNRCMO un volume qui devrait être de 2000 $m^3$/an actuellement, avec une tendance à la hausse.

Des observations de terrain réalisées avec le PNRCMO en juillet 2015 ont permis de localiser les différents casiers hydrauliques et leurs ouvrages de contrôle hydraulique. Dans la mesure du possible, l'identité des personnes pouvant manipuler ces ouvrages a été renseignée également. Un des problèmes concernant la gestion de certains ouvrages (notamment dans le secteur dit du « Grand Marais ») provient du morcèlement du parcellaire et de la distance à parcourir pour y accéder. Les ouvrages ont été abandonnés dans leur gestion en raison de ces contraintes et sont en permanence en position ouverte.

Les bassins versants ayant pour exutoire un casier hydraulique présent dans le marais sont au nombre de 15 et cumulent 1225 ha, soient 12,5 km² sur les 153 km² de surface totale du bassin versant de la Slack (8%).
Le tableau en page suivante décrit ces sous-bassins versants, repris dans la cartographie SIG (voir documents à la suite du tableau précité).

**On constate donc que les casiers hydrauliques du Marais peuvent collecter des eaux de ruissellement ayant une autre origine que les cours d'eau de la Slack et du Bazinghen. Cela contribue à prolonger leur durée de mise en eau lors des crues.**

** La 6ème section de wateringues apporte une définition aux merlons et bourrelets de curage :*
*- Merlon (ou digue) : ouvrages ancien de protection des prairies attenantes contre les montées rapides de l'eau, contiennent des percées permettant l'évacuation des prairies humides.*
*- Bourrelet de curage : élévations plus récentes des rives liées aux dépôts de boues des curages successifs, sans vocation de protection hydraulique.*

Tableau de synthèse des casiers hydrauliques dans le Marais et leurs sous-bassins versants associés (la dénomination correspond aux données brutes extraites de la couche SIG) :

| Nom | Casier aval | Surface (ha) |
|---|---|---|
| BV_Les_Bissemeries_Ecluse_8 | Les_Bissemeries_Ecluse_8 | 101 |
| BV_Ecluse_7 | Ecluse_7 | 62 |
| BV_Communes à Bouillons | Communes à Bouillons | 255 |
| ? | ? | 7 |
| Ecluse_6 | Ecluse_6 | 2 |
| Bv_Fond_de_Lalou_Ecluse_5 | Fond_de_Lalou_Ecluse_5 | 157 |
| BV_Le_Quichart_Ecluse_4c | Le_Quichart_Ecluse_4c | 5 |
| BV_Otove_La_Parthe | Otove_La_Parthe | 282 |
| BV_?_Ecluse_4B | ?_Ecluse_4B | 7 |
| BV_Baron_Ecluse_4A | Baron_Ecluse_4A | 162 |
| BV_Le_Grand_Marais_Ecluse_2B | Le_Grand_Marais_Ecluse_2B | 30 |
| BV_Ouest_Grand_Marais_Ecluse_2A | Ouest_Grand_Marais_Ecluse_2A | 6 |
| BV_?_Ecluse_3 | ?_Ecluse_3 | 41 |
| BV_?_Ecluse_1 | ?_Ecluse_1 | 18 |
| BV_Aval_Sohen | Aval_Sohen | 90 |
| | **TOTAL (ha)** | **1225** |

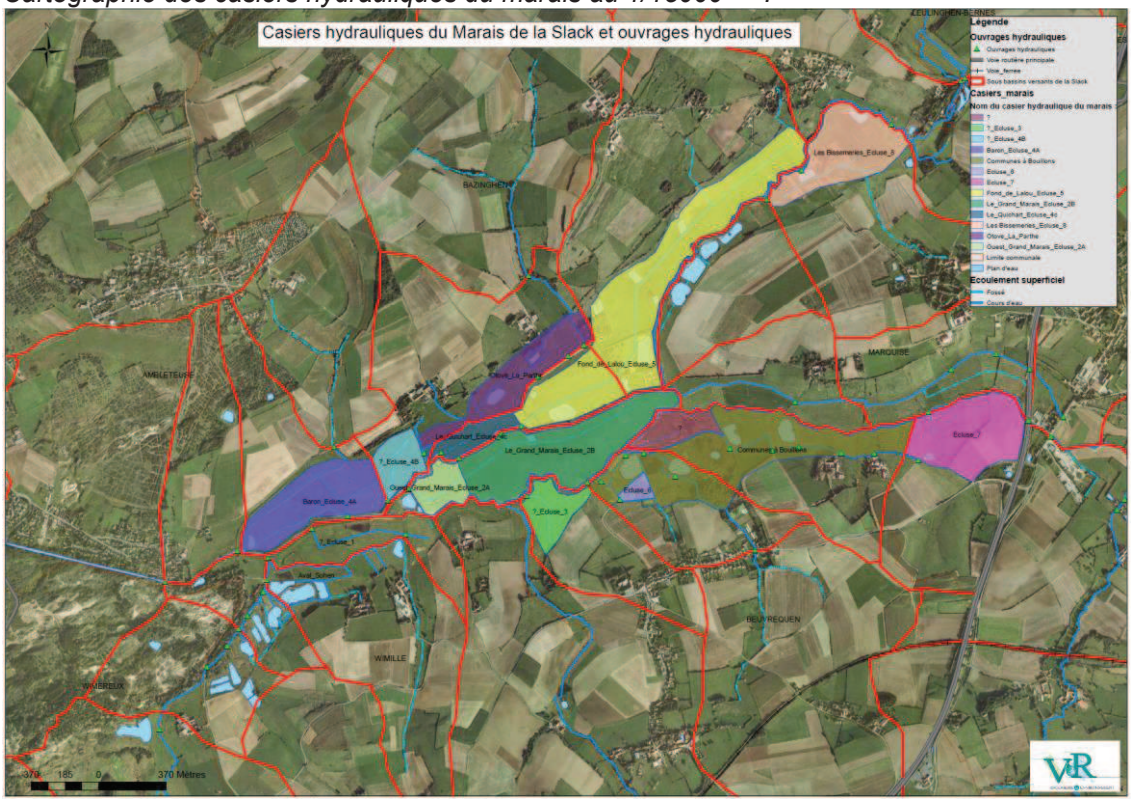
*N.B. : Les « ? » correspondent à des casiers hydrauliques ne pouvant être identifiés par un repère géographique ou un ouvrage hydraulique.*

**Chacun de ces casiers hydrauliques sera modélisé dans le cadre de cette étude (modélisation hydraulique 2D). Cela permettra de mieux comprendre leur remplissage et vidange en période de crue, et le rôle des digues/merlons et bourrelets de curage.**

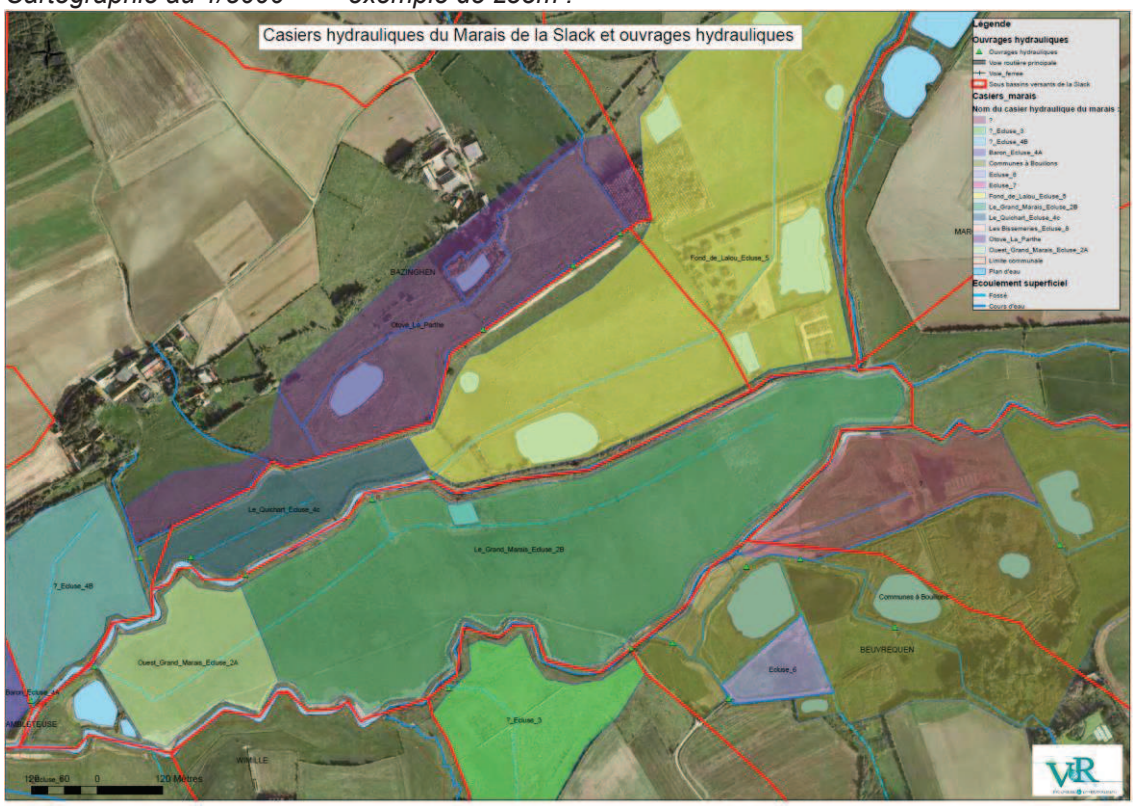
**La modélisation permettra aussi de répondre à plusieurs questions posées concernant l'impact de certains ouvrages ou activités sur les crues :**

- Les rejets d'eaux exhaure des carrières : ils n'ont à priori pas d'impact significatif sur les inondations dans le Marais compte tenu des débits en jeu (comparativement entre les débits pompés et les débits de crue, il y a un rapport d'environ 1 à 40 pour une crue décennale). Cela devra être vérifié avec la modélisation hydraulique réalisée en phase 2 de l'étude, y compris en situation de débit courant et d'étiage.
- De même, le poulier à l'estuaire n'aurait pas d'impact non plus sur les évacuations des eaux de crues de la Slack selon les données disponibles dans la bibliographie, en raison de la pente d'écoulement plus importante au poulier qui favorise l'évacuation des débits de crue, et aussi de sa porosité (cela sera également vérifié avec la modélisation hydraulique).
- Les rôles du Canal Napoléon et de l'écluse Marmin pendant les crues seront affinés par la simulation hydraulique, notamment concernant leur radier plus élevé d'1m50 par rapport au niveau du radier naturel de l'ancien lit de la Slack (on retrouve ce niveau « naturel » en aval de l'écluse Marmin – chute de 1m70 du niveau d'eau).

*Cartographie des casiers hydrauliques du marais au 1/15000ème :*

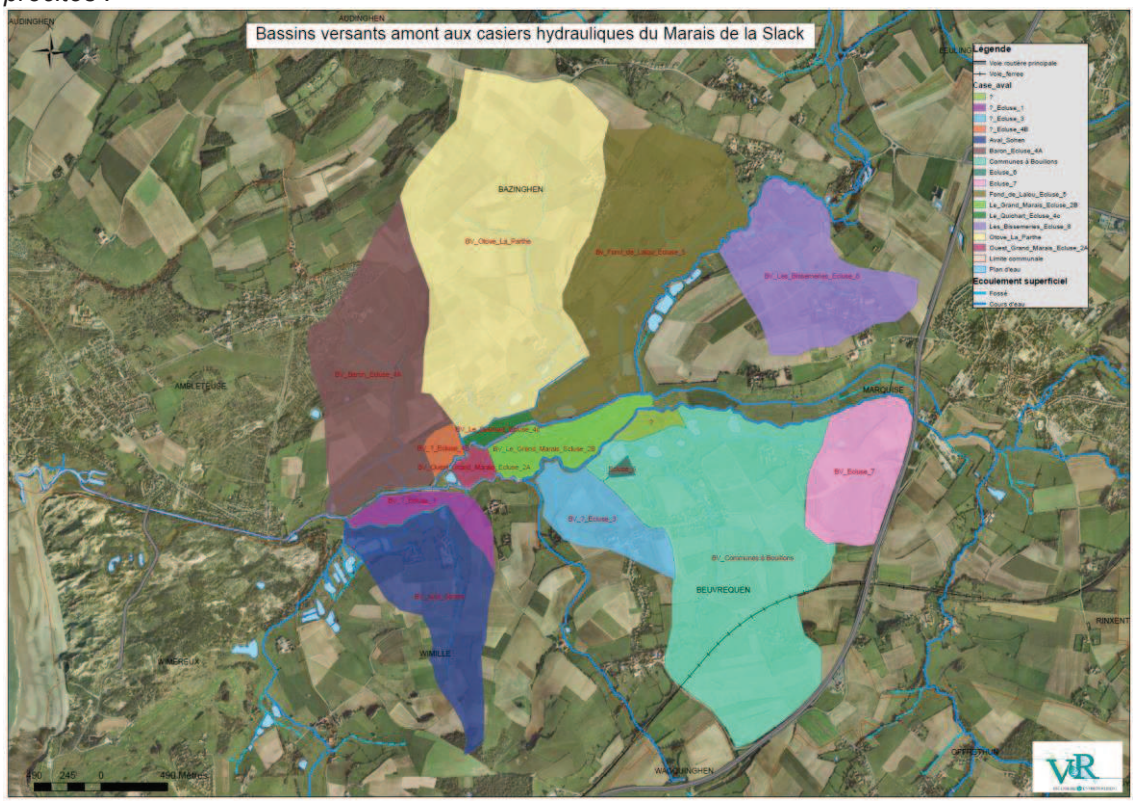



*Cartographie au 1/5000ème – exemple de zoom :*




**Document n° 34 :** Localisation des ouvrages hydrauliques de contrôle des écoulements dans le Marais de la Slack et leurs casiers hydrauliques associés.

*Cartographie au 1/20000ème des sous-bassins versants connectés aux casiers hydrauliques précités :*



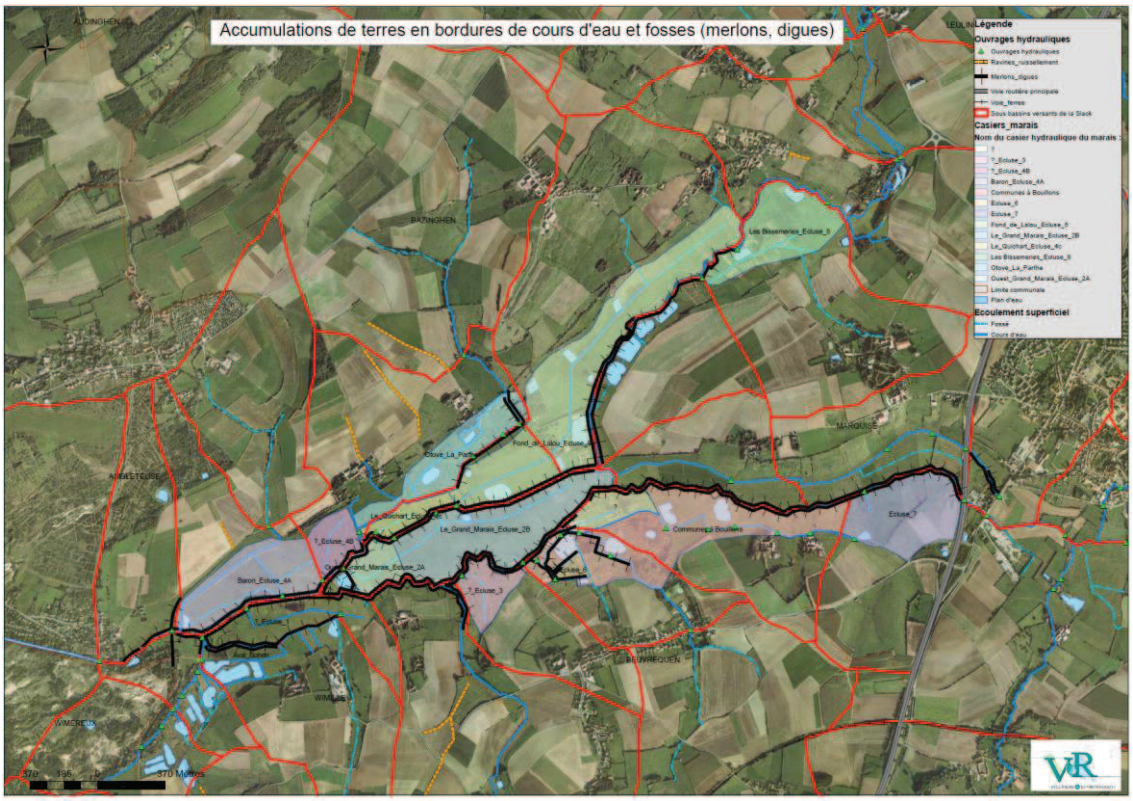

**Document n° 35 :** Définition des bassins versants amont aux casiers hydrauliques dans le Marais de la Slack.

Les casiers hydrauliques sont principalement délimités par des accumulations de terres en bordure des cours d'eau / fossés (assimilables à des merlons/digues ou bourrelets de curage). Les levés topographiques LIDAR associés aux prospections de terrains permettent de localiser assez précisément ces élévations de terres.

*Exemple de digue en rive droite de la Slack, en aval du Marais (jusqu'à 2m de hauteur) :*

*Exemple de bourrelet de curage pas encore étalé, en rive droite du Bazinghen (jusqu'à 30/40cm de hauteur, en juillet 2015) :*

*Cartographie au 1/20000ème des merlons/digues et bourrelets de curage observés le long des voies d'eau du marais en été 2015 :*




**Document n° 36 :** Localisation des merlons/digues et bourrelets de curage le long des cours d'eau/fossés du marais.

<u>N.B. : dans le plan de gestion de la 6ème section de wateringues, il est mentionné :</u>
La 6ème section de wateringues n'a autorité que sur la gestion des voies d'eau. Son règlement prévoit que les boues déposées sur les berges soient étalées par les propriétaires.

Le plan de gestion prévoit le devenir des boues de curage avec l'objectif de ne pas créer de nouveau bourrelet de curage et de régaler les boues sur les zones présentant des milieux peu sensibles, tout en prenant en compte la réalité du terrain (accès, surface disponible,…). La gestion des merlons ne relève pas de la compétence des wateringues. La 6ème section de wateringues mentionne la problématique de l'emprise de certains bourrelets de curage sur la servitude d'entretien des wateringues, sur 29 sites, cumulant une estimation de 21710 m3 de matériaux à extraire.

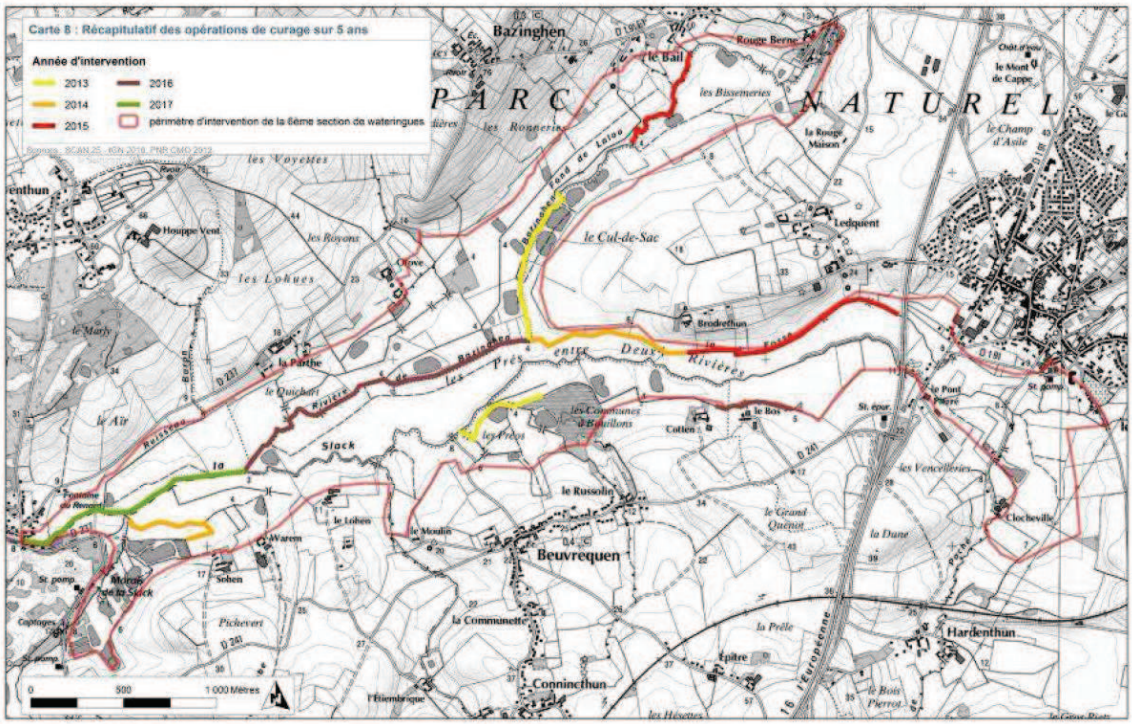
Les dispositions des wateringues concernant les opérations de curage sont reprises dans le chapitre suivant.

### 6.3.2 Plan de gestion de la 6ème section de wateringues et dispositions concernant le curage des voies d'eau

Le plan de gestion de la 6ème section de wateringues a été élaboré en 2012 (fiche [25]) de l'annexe bibliographique).

**La 6ème section de wateringues a 27 km de cours d'eau/fossés à entretenir.**
Les derniers travaux de curage réalisés signalés dans le plan de gestion sont :
- 800ml sur l'aval du ruisseau de Bazinghen en 2009
- 500ml vers l'amont du ruisseau de Bazinghen en 2010
- 350 ml sur une partie du ruisseau d'Otove en 2011
- 1100ml sur un certain nombre de fossés primordiaux pour la vidange du marais et l'exploitation des prairies de fauche en 2012
- Deux « bouchons » sur le ruisseau Baron (15ml) et le ruisseau Solen (25ml), ainsi que le ruisseau d'Otove fortement envasés (1200ml) en 2012.

Le plan de gestion définissait une planification des curages (NB : celui de 2014 a été différé à 2015 avec autorisation de la DDTM, pour raison de manque de financement pour le réaliser en 2014) :

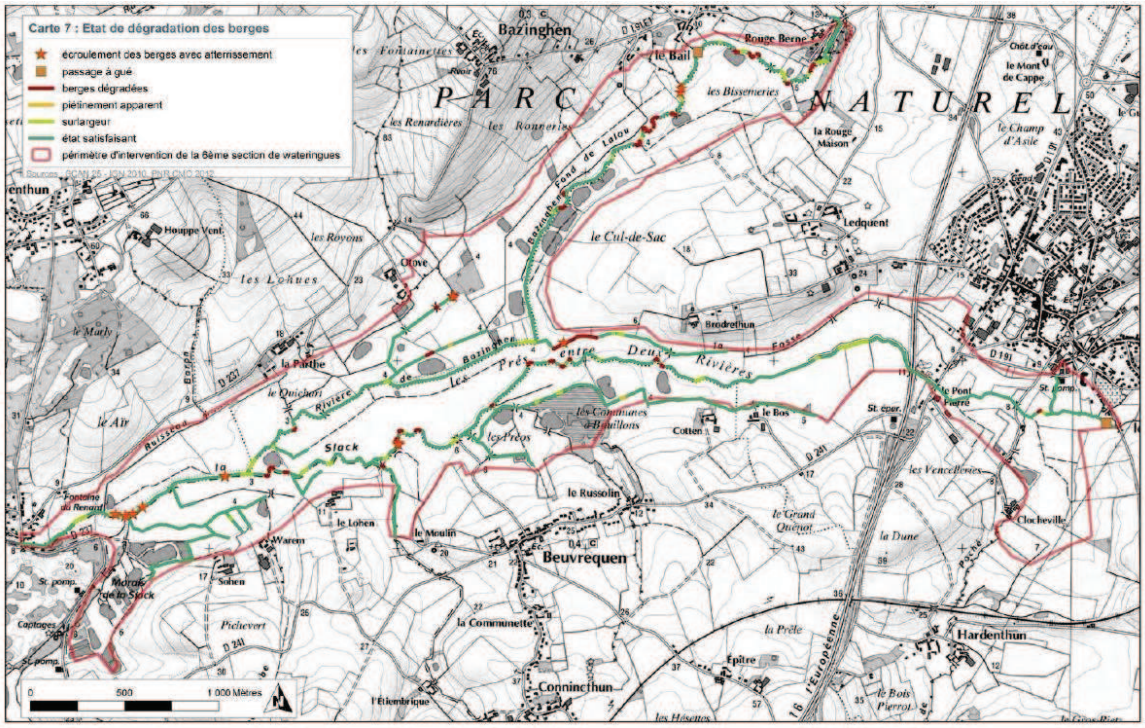



**Document n° 37 :** Programmation des curages telle qu'indiquée dans le plan de gestion de la 6ème section de wateringues du Pas-de-Calais (2012).

Les analyses de sédiments de fond de rivière ne présentent pas d'anomalies par rapport aux seuils référencés par l'arrêté du 8 janvier 1998.

*Les opportunités d'interventions signalées dans le plan de gestion sont :*
- Bazinghen amont : opérations de curages complémentaires pour permettre un meilleur écoulement indispensable pour le marais de Ledquent.
- Fossé de Ledquent : intervention à prévoir (envasement modéré).
- Fond de Lalou : envasement modéré et contre-pente. Intervention à prévoir.
- Rau d'Otove : intervention sur le linéaire pour rétablir le bon écoulement.
- La Fausse Rivière : envasement en aval et en amont. Intervention à prévoir.
- Fossés les Près Amont et les Près Aval : intervention à prévoir.
- Ruisseau des Communes : intervention à prévoir pour rétablir un bon écoulement.
- Ruisseau de Lohen : intervention à prévoir pour rétablir un bon écoulement.
- Ruisseau de Sohen : intervention à prévoir pour rétablir un bon écoulement.
- Ruisseau Baron : intervention localisée sur sa partie aval à prévoir pour rétablir un bon écoulement.

L'envasement des cours d'eau / fossés dépend de la plusieurs facteurs, outre les sédiments transités provenant de l'érosion des terres de l'amont du bassin versant, il y a également l'érosion des berges des cours d'eau / fossés, liées à l'état de dégradation de celles-ci :




**Document n° 38 :** Carte de l'état de dégradation des berges (source : plan de gestion de la 6ème section de wateringues du Pas-de-Calais (2012)).

## 6.4 Estuaire et écluse Marmin

Nous avons vu précédemment le fonctionnement jusqu'au canal Napoléon et l'écluse Marmin, ainsi que l'historique de l'évolution de l'estuaire jusqu'en 2005.

Il reste quelques interrogations concernant le fonctionnement en crue de la Slack dans l'estuaire :

- Conditions d'écoulements entre l'écluse Marmin et la mer, notamment la dynamique d'écoulement en expansion de crue dans l'estuaire et au passage du poulier ;
- Le rôle hydraulique des obstacles dans l'estuaire : l'ancien parc à Huîtres, l'ancienne canalisation d'assainissement, les dépôts de curage (cordons de galets) sur le côté des berges de la Slack ;
- Le déplacement du poulier en fonction des courants de flot, la perméabilité du poulier, l'érosion du musoir ;
- Les conditions de fermeture de l'écluse Marmin en fonction des niveaux de marées et des débits de crue de la Slack.

La topographie obtenue permettra la modélisation détaillée des écoulements de la Slack, dans l'estuaire, depuis l'écluse Marmin jusqu'à la mer. Les interrogations sur l'aspect hydraulique (expansion dans l'estuaire, fonctionnement de l'écluse, passage du poulier) pourront donc être levées grâce au modèle hydraulique.

L'étude n'a pas pour objet de diagnostiquer les causes de l'érosion du musoir et du déplacement du poulier, ni d'évaluer la perméabilité du poulier.

Les différentes observations effectuées à différentes périodes de l'année permettent de supposer que les portes de l'écluse se ferment rarement, sous des conditions bien spécifiques : coefficient de marée supérieur à 100 et débit de la Slack faible.
En effet, même par forte marée, si la Slack est en crue, c'est le courant dans la Slack qui prendra le dessus sur le courant marin, les portes resteront donc ouvertes.

Le poulier est très rarement submergé, cela s'est vu partiellement lors de la tempête de fin novembre 2015, grâce à la conjonction de facteurs favorables pour avoir un niveau de surcote important :

- La cote de marée « brute » était de 8m85 à Boulogne (cote marine – coefficient de marée 90)
- Il y avait une grosse surcote, mesurée de 1m15 au port de Calais (pas de mesure disponible à Boulogne, mais on peut partir sur une hypothèse proche). On arrive donc à 10m (cote marine), surcote de houle comprise *(Pour mémoire, niveau extrême décennal de pleine mer de l'étude DHI, hors influence de la houle : 9m94 CM, (20ans : 10m02 CM)).*
- Il y avait aussi la surcote de déferlement liée aux vagues (creux de 3m au niveau d'Ambleteuse selon les modèles du SHOM) qui n'a pas été mesurée, mais pouvant être évaluée à 0m80 (selon l'étude DHI sur le risque de submersion marine). On arrive donc à 10m80 cote marine. Voilà pourquoi les vagues passaient au-dessus du poulier. Si ça s'était produit en période de fortes marées, le poulier aurait été totalement débordé.

*Photo prise par le PNRCMO le 29 novembre au littoral pendant la tempête (submersion partielle du poulier au pic de marée) :*

*Photo prise par le PNRCMO le 29 novembre à l'écluse Marmin pendant le pic de marée :*

## 6.5 Analyse hydrométrique détaillée sur les stations de mesures de débits

### 6.5.1 Analyse des stations hydrométriques

Le bassin de versant de la Slack ainsi que certains cours d'eau alentours sont munis de stations hydrométriques. Le tableau ci-après récapitule les stations et les données disponibles correspondantes.

| Stations | Code | Données disponibles | Chronique |
|---|---|---|---|
| **La Slack à Rinxent** | **E5105710** | **de 1989 à 2015** | **26 années** |
| **Le Wimereux à Wimille** | E5205710 | de 1981 à 2015 | 34 années |
| **La Liane à Wirwignes** | E5300210 | de 1973 à 2015 | 42 années |
| La Liane à Hesdigneul-lès-Boulogne | E5310210 | non validées | - |
| Le Crembeux à Marquise | E5107110 | non validées | - |
| Le ruisseau de Bazinghen à Bazinghen | E5108210 | non validées | - |
| La Canche à Brimeux | E5400310 | de 1981 à 2015 | 34 années |
| La Ternoise à Hesdin | E5406510 | de 1973 à 2015 | 42 années |
| L'Authie à Dompierre sur Authie | E5505720 | de 1982 à 2015 | 33 années |
| La Hem à Tournehem-sur-la-Hem (Guemy) | E4306010 | de 1982 à 2015 | 33 années |
| Le Blequin à Lumbres | E4035710 | de 1996 à 2015 | 19 années |
| L'Aa à Lumbres | E4035710 | de 1995 à 2015 | 20 années |
| L'Aa à Fauquembergues | E4035710 | de 1997 à 2015 | 18 années |
| La Lys à Delettes | E3511220 | de 1982 à 2015 | 33 années |
| La Lys à Lugy | E3511210 | de 1971 à 2015 | 44 années |

Le document n°39 en page suivante présente la localisation des stations les plus proches.

**Document n° 39 :** Localisation des stations hydrométriques les plus proches

Les caractéristiques hydrologiques de ce bassin versant de la Slack sont les suivantes selon les données de la « Banque Hydro » :

**SYNTHESE : données hydrologiques de synthèse (1980 - 2015)**
**Calculées le 08/09/2015 - Intervalle de confiance : 95 %**

**La Slack à Rinxent**

Code station : E5105710 — Producteur : DREAL Nord-Pas-de-Calais
Bassin versant : 38.4 km² — E-mail : Melisande.Van-Belleghem@developpement-durable.gouv.fr

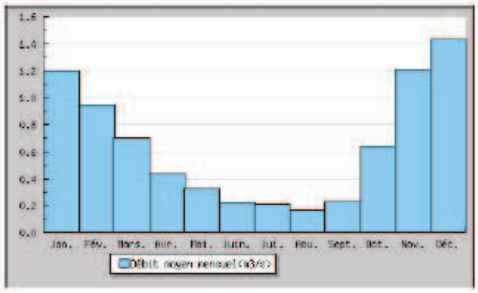
**Ecoulements mensuels (naturels) - données calculées sur 36 ans**

| | Janv. | Fév. | Mars | Avr. | Mai | Juin | Juil. | Août | Sept. | Oct. | Nov. | Déc. | Année |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Débits (m3/s) | 1.200 # | 0.944 # | 0.701 | 0.436 | 0.325 # | 0.221 # | 0.211 # | 0.170 # | 0.227 # | 0.641 # | 1.210 # | 1.430 # | 0.642 |
| Qsp (l/s/km2) | 31.2 # | 24.6 # | 18.2 | 11.3 | 8.5 # | 5.8 # | 5.5 # | 4.4 # | 5.9 # | 16.7 # | 31.6 # | 37.3 # | 16.7 |
| Lame d'eau (mm) | 83 # | 61 # | 48 | 29 | 22 # | 14 # | 14 # | 11 # | 15 # | 44 # | 81 # | 99 # | 529 |

*Qsp : débit spécifiques*

*Codes de validité d'une année-station :*
*. + : au moins une valeur d'une station antérieure à été utilisée*
*. P : le code de validité de l'année-station est provisoire*
*. # : le code de validité de l'année-station est validé douteux*
*. ? : le code de validité de l'année-station est invalidé*
*. (espace) : le code de validité de l'année-station est validé bon*

*Codes de validité d'une donnée, d'un calcul :*
*. ! : valeur reconstituée par le gestionnaire et jugée bonne*
*. # : valeur 'estimée' (mesurée ou reconstituée) que le gestionnaire juge incertaine*
*. E : la valeur retenue est une valeur estimée (à partir du rapport QIX/QJ)*
*. L : une estimation a eu lieu (à cause d'une lacune dans la période étudiée) mais une valeur mesurée s'est révélée supérieure à l'estimation: la valeur mesurée a été retenue.*
*. > : valeur inconnue forte*
*. < : valeur inconnue faible*
*. (espace) : valeur bonne*




**Modules interannuels (naturels) - données calculées sur 36 ans**

| Module (moyenne) |
|---|
| 0.642 [ 0.540;0.744 ] |

| Fréquence | Quinquennale sèche | Médiane | Quinquennale humide |
|---|---|---|---|
| Débits (m3/s) | 0.470 [ 0.330;0.570 ] | 0.640 [ 0.510;0.830 ] | 0.830 [ 0.730;0.970 ] |

*Les valeurs entre crochets représentent les bornes de l'intervalle de confiance dans lequel la valeur exacte du paramètre estimé a 95% de chance de se trouver.*

**Basses eaux ( loi de Galton - janvier à décembre ) - données calculées sur 36 ans**

| Fréquence | VCN3 (m3/s) | VCN10 (m3/s) | QMNA (m3/s) |
|---|---|---|---|
| Biennale | 0.052 [ 0.035;0.077 ] | 0.069 [ 0.050;0.095 ] | 0.083 [ 0.062;0.110 ] |
| Quinquennale sèche | 0.027 [ 0.016;0.040 ] | 0.042 [ 0.027;0.057 ] | 0.049 [ 0.033;0.065 ] |
| Moyenne | 0.066 | 0.080 | 0.098 |
| Ecart Type | 0.045 | 0.045 | 0.054 |

**Document n° 40 :** Fiche synthèse de la Slack à Rinxent (source : Banque hydro).

**Crues ( loi de Gumbel - septembre à août ) - données calculées sur 35 ans**

| Fréquence | QJ (m3/s) | QIX (m3/s) |
|---|---|---|
| Xo | 6.900 | 12.200 |
| Gradex | 2.490 | 4.190 |
| Biennale | 7.800 [ 6.900;9.100 ] | 14.00 [ 12.00;16.00 ] |
| Quinquennale | 11.00 [ 9.600;13.00 ] | 18.00 [ 16.00;23.00 ] |
| Décennale | 13.00 [ 11.00;16.00 ] | 22.00 [ 19.00;27.00 ] |
| Vicennale | 14.00 [ 12.00;19.00 ] | 25.00 [ 21.00;32.00 ] |
| Cinquantennale | Non calculée | [ : |
| Centennale | Non calculée | Non calculée |

**Maximums connus (par la banque HYDRO)**

| | | |
|---|---|---|
| Débit instantané maximal (m3/s) | 22.20 # | 18/01/2015 09:15 |
| Hauteur maximale instantanée (cm) * | 374 | 27/10/1981 10:55 |
| Débit journalier maximal (m3/s) | 15.90 # | 2/11/2012 |

** la synthèse étant effectuée sur la chronique complète de données (station ET stations antérieures comprises s'il en existe), la hauteur maximale connue affichée peut provenir d'une station antérieure*

**Débits classés données calculées sur 8493 jours**

| Fréquences | 0.99 | 0.98 | 0.95 | 0.90 | 0.80 | 0.70 | 0.60 | 0.50 | 0.40 | 0.30 | 0.20 | 0.10 | 0.05 | 0.02 | 0.01 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Débit (m3/s) | 5.130 | 3.780 | 2.320 | 1.580 | 0.883 | 0.595 | 0.429 | 0.298 | 0.227 | 0.171 | 0.112 | 0.071 | 0.055 | 0.042 | 0.029 |

**Pas de stations antérieures pour cette station**

Haut de page Impression

Retour à la liste des stations Impression de toutes les stations Exporter (Sandre) Exporter (CSV,séparateur point) Exporter (CSV, séparateur virgule)

eaufrance

Aide | Conditions d'utilisation | Documents utiles | Contacts | S'inscrire | Glossaire | Accessibilité

© Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie 2015

**Document n° 41 :** Fiche synthèse de la Slack à Rinxent - suite (source : Banque hydro).

*Sur 36 ans de mesures disponibles, les débits de crues sont :*

- Q5ans = 18 $m^3/s$
- Q10ans = 22 $m^3/s$
- Q20ans = 25 $m^3/s$.

Ce débit s'applique sur un bassin versant jaugé de 38,4 km², principalement occupé par des zones cultivées et bocagères, en amont de Rinxent. **Le débit de pointe atteint par la Slack lors de la crue de Novembre 2014 était de 22 $m^3/s$, il s'agissait donc d'une crue de période de retour DECENNALE.**

*La période de retour :*

C'est « l'intervalle de temps moyen qui sépare deux occurrences d'un événement caractérisé par une variable aléatoire unique. On peut par exemple évoquer la période de retour d'une pluie donnée si on la caractérise par son intensité moyenne pendant une certaine durée, ou la période de retour d'un débit donné en un point particulier du réseau ». Cependant ce concept possède certaines limites :

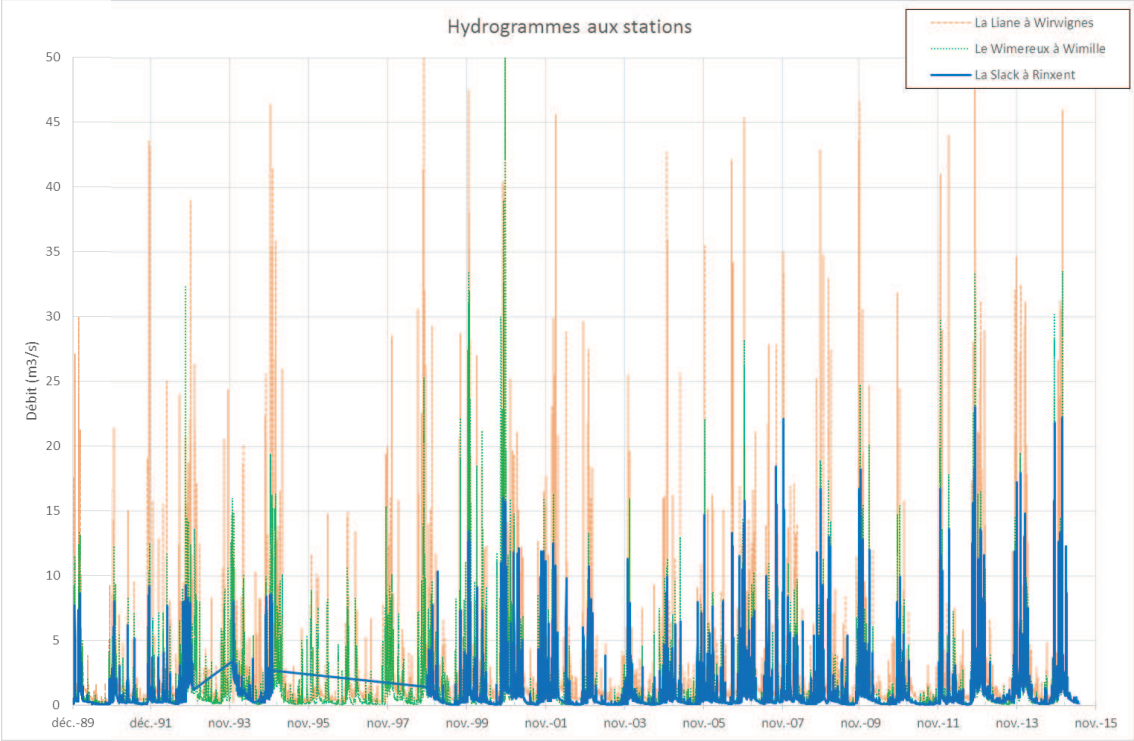
- pour apprécier la valeur de l'intervalle de temps qui sépare deux événements, il faudrait disposer d'une longue série chronologique de mesure de cet événement. Ceci est rarement le cas, mais les outils statistiques permettent les extrapolations.
- un intervalle moyen est, par définition, calculé en faisant la moyenne d'intervalles séparant deux événements. Mais deux événements de même période de retour peuvent survenir à des intervalles de temps rapprochés. Par exemple, au cours d'une période de 10 ans, il y a :
  - 35 % de chance de n'observer aucune « pluie décennale » ;
  - 39 % de chance d'observer une « pluie décennale » ;
  - 26 % de chance d'observer plusieurs « pluies décennales ».

Comme indiqué précédemment, sur le Crembreux et le Bazinghen aucune donnée n'a pu être récupérée, bien que des stations soient indiquées sur le site de la Banque Hydro. En effet ces stations n'ont été suivis que de 1980 à 1982 environ. Les données présentent des lacunes et les valeurs de débits sont réputées douteuses.

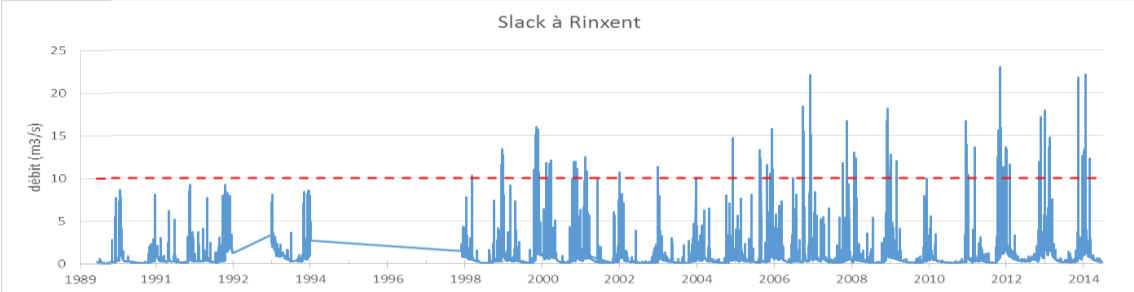
La longueur de chronique de mesures est intéressante, avec 26 années disponibles pour la Slack et davantage sur la Liane et le Wimereux (42 et 34 années)

*L'étude hydrologique et hydraulique des bassins versants du Boulonnais (2014)*, réalisée par PROLOG Ingénierie a mis en évidence que les chroniques de mesures sur la Liane et le Wimereux ne présentaient pas de lacunes ni de dérives.

Les données issues de la station à Rinxent présentent en revanche des lacunes en 1993 et durant la période 1995 à 1997. Egalement, près de la moitié des années pour lesquelles les débits sont réputés bons, sont incomplètes. La courbe de tarage utilisé par la DREAL a changé en 1998, la grande majorité des débits maximums apparaissent après cette date, ce qui semble indiquer une discontinuité dans la loi hauteur débit après le changement de courbe de tarage.




**Document n° 42 :** Chronique de débits mesurés aux stations hydrométriques.

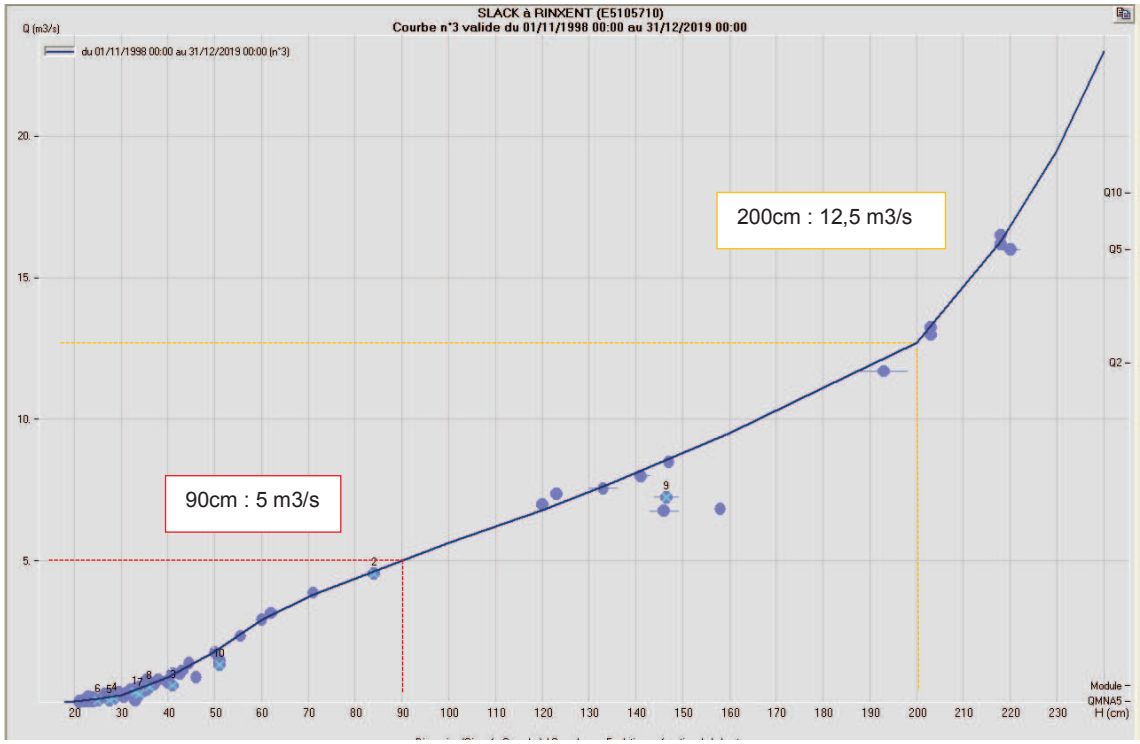



**Document n° 43 :** Chronique de débits mesurés à la station hydrométrique de Rinxent.

La DREAL Nord Pas de Calais a indiqué par mail : « *La station de Rinxent sur la Slack a été installée et exploitée par l'ex SRAE jusqu'en 1994. La station a ensuite été démontée puis remise en service en 1998 par nos services. Une nouvelle courbe de tarage a donc été réalisée, valide depuis le 1/11/1998. C'est cette courbe qui est toujours en cours aujourd'hui.* »

Si l'on compare les différentes courbes de tarage utilisées sur cette station on peut mettre en évidence des changements de relation hauteur-débit assez importantes pour pratiquement toute la gamme de hauteurs mesurées. La courbe de tarage la plus récente donne en effet des débits plus importants à hauteur égale. Cette observation peut expliquer la tendance à la hausse des débits mesurés depuis 1998.

**Les résultats de l'analyse de cette station sont donc à prendre avec précaution. Pour les analyses statistiques nous ne retiendrons que les valeurs mesurées avec la courbe de tarage utilisée depuis 1998.**




**Document n° 44 :** Slack à Rinxent, courbe de tarage depuis le 01/11/1998.

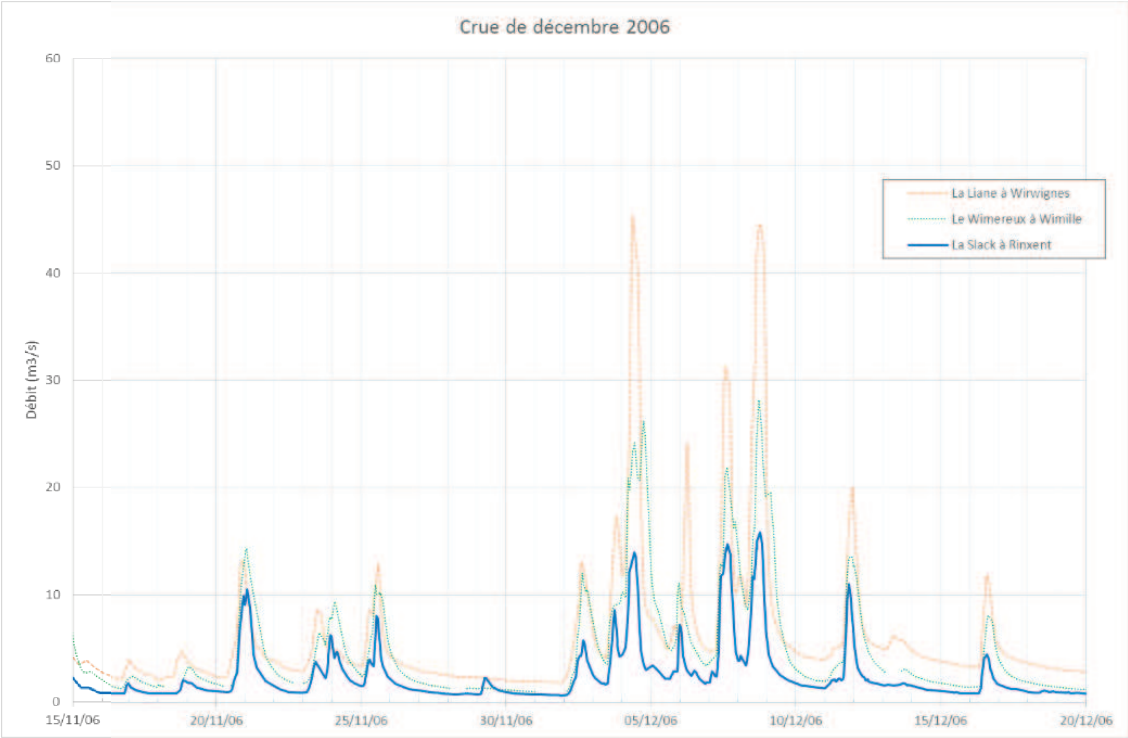
### 6.5.2 Crues historiques

Les maximums extraits de la chronique de débits enregistrée sur la Slack ont eu lieu, par ordre décroissant en novembre 2012, janvier 2015, décembre 2007 et novembre 2014.

Quelques crues récentes sont décrites ci-après, les évènements sont analysés sur la base des données mesurées aux stations hydrométriques, les données aux bassins versants jaugés voisins, de la Liane et du Wimereux, sont intégrés à la description des évènements afin de caractériser le caractère régionale de ces derniers.

## Crue de décembre 2006

Durant cette période on note plusieurs pics de crues successifs, dont les principaux ont eu lieu les 4 et 8 décembre.
Par comparaison avec les autres bassins, celui de la Slack connait une crue moins importante du fait de cumuls pluviométriques moindres, le débit de pointe mesuré le 8 décembre est de 15,8 $m^3/s$.
Cette valeur correspond à une crue de période de retour inférieure à 5 ans.



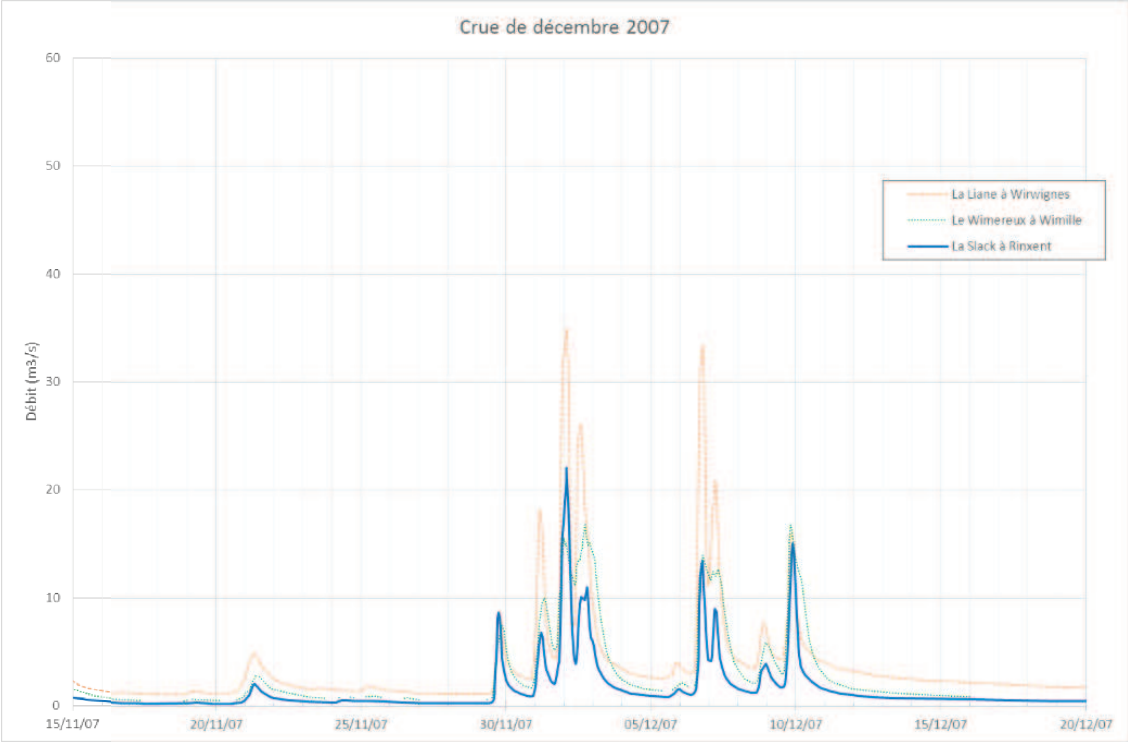

**Document n° 45 :** Hydrogrammes mesurés aux stations du Boulonnais durant la crue de décembre 2006.

## Crue de décembre 2007

Le débit de 22,1 m³/s mesuré à la station de Rinxent le 2 décembre, est la 3eme plus forte valeur de la chronique.

La figure ci-dessus met en évidence une réponse plus forte de la Slack par rapport aux autres cours d'eau, le pic de crue étant même plus important que celui du Wimereux. Ceci illustre le caractère local des pluies au-dessus du bassin versant de la Slack durant cet épisode.

La crue est de l'ordre de l'occurrence décennale.

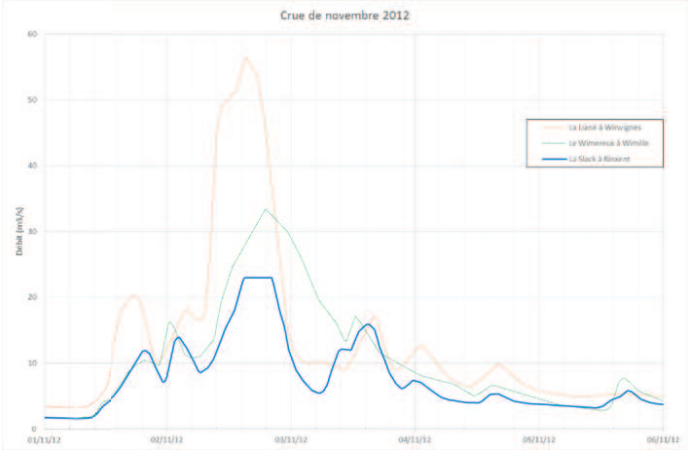



**Document n° 46 :** Hydrogrammes mesurés aux stations du Boulonnais durant la crue de décembre 2007.

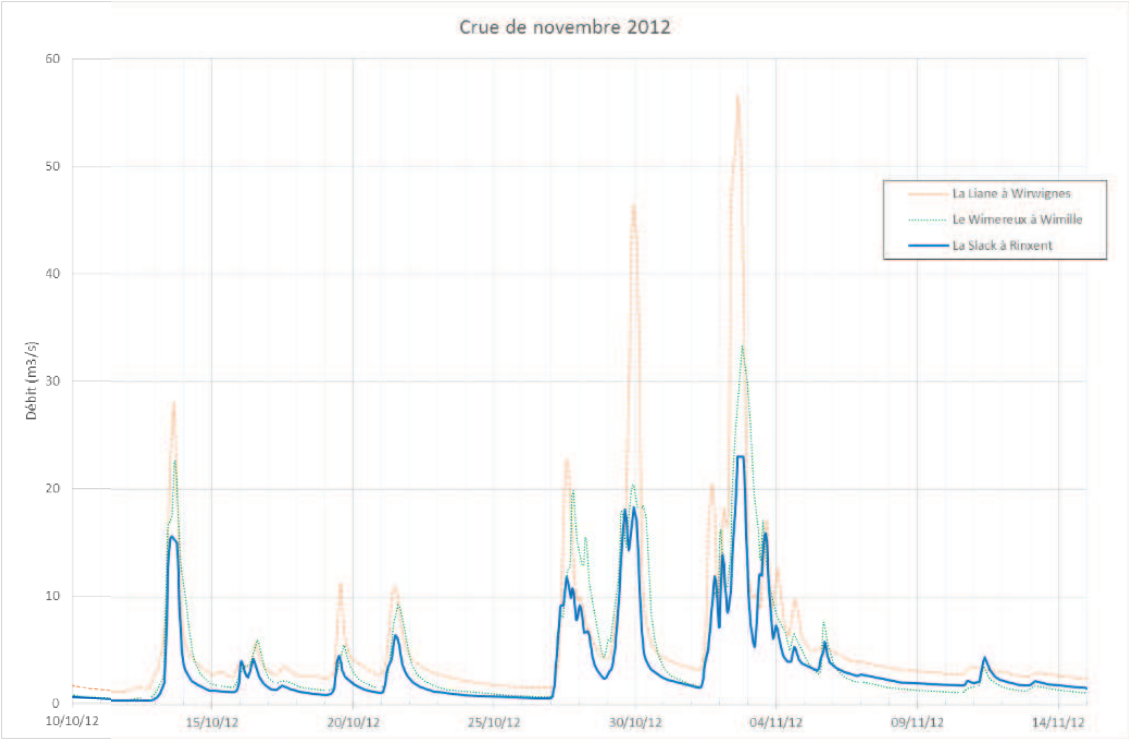
**Crue de novembre 2012**

On y mesure la plus forte valeur de débit instantané de la série de mesures sur la Slack avec 23,1 $m^3/s$.
Les crues de novembre 2012 ont causé de nombreuses inondations, et ce sur les trois cours d'eau du Boulonnais.

On notera que le pic de crue à la station de Rinxent est sous-estimé, il est probable, selon la DREAL, que le pic de crue soit autour de 26-27 $m^3/s$ plutôt que 23 $m^3/s$. Cette crue est supérieure à la crue décennale, selon les estimations du débit de pointe on pourrait approcher la période de retour 50 ans ($T_{50}$=30,4 $m^3/s$).




*Pour rappel, PROLOG avait retenu la valeur de 32,8 $m^3/s$ comme débit maximum lors de cet événement, en rappelant cependant qu'elle pourrait être surestimée.*

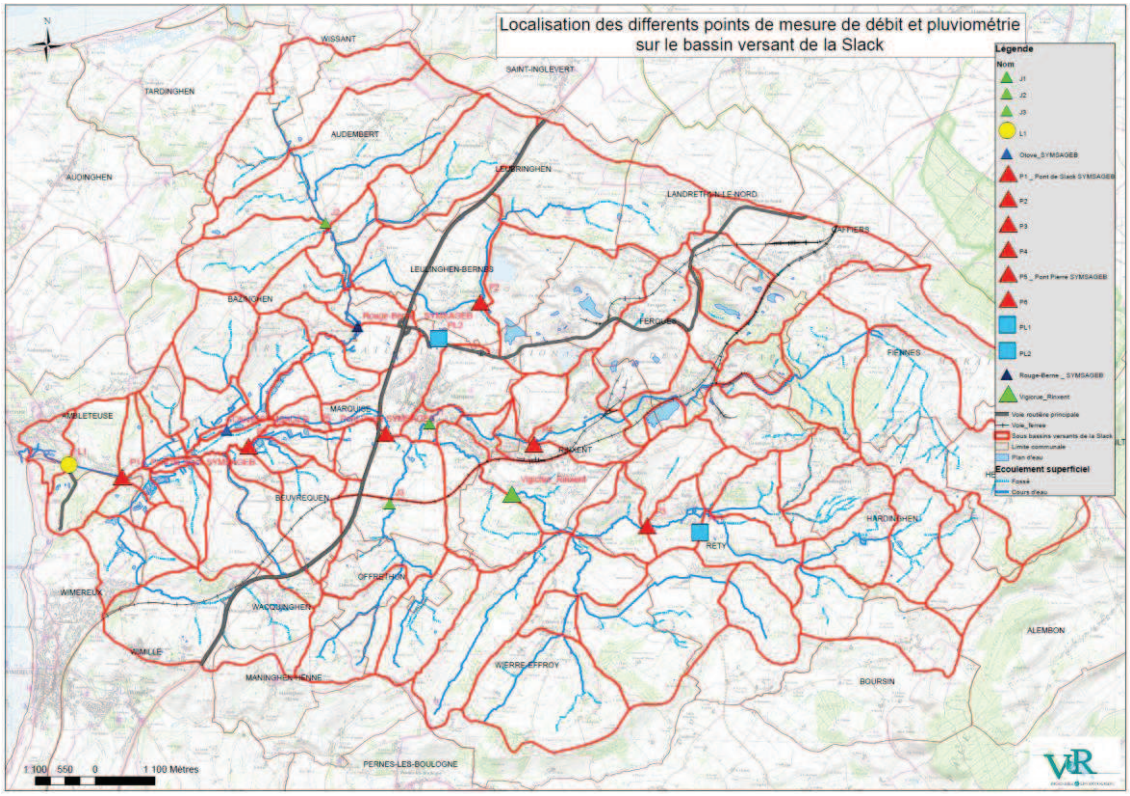



**Document n° 47 :** Hydrogrammes mesurés aux stations du Boulonnais durant la crue de novembre 2012.

### 6.5.3 Campagne de mesures de débit de décembre 2014 à février 2015

**La campagne de mesure menée de décembre 2014 à février 2015 couvre une période hydrologique très intéressante dans le cadre de cette étude :**

- **il y a d'abord une période fortement pluvieuse avec de nombreuses crues jusqu'à la mi-janvier ;**
- **puis une période plutôt sèche propice à la décrue jusqu'à la fin de la campagne de mesures de débit.**




**Document n° 48 :** Localisation des points de la campagne de mesures de débit de 2014-2015 réalisée dans le cadre de cette étude.

Deux pluviographes automatiques ont été installés à la déchèterie de Marquise et dans le cimetière de Réty, afin de disposer de mesures représentatives de l'hétérogénéité des pluies sur le bassin versant entre amont et aval, et nord et sud.

*Les points de mesures étaient les suivants :*

- Point P1 : mesure de débit en continu de la Slack au pont de Slack (hauteur/vitesse) ;
- Point P2 : mesure de débit en continu du Blacourt à Leulinghen-Bernes (hauteur/vitesse) ;
- Point P3 : mesure de débit en continu de la Slack au point de la RD127E5 à Réty (hauteur/vitesse)
- Point P4 : mesure de débit en continu du Crembreux à Rinxent (hauteur/vitesse) ;
- Point P5 : mesure de débit en continu de la Slack au pont de la RD191 à Marquise (hauteur/vitesse) ;

- Point P6 : mesure de débit en continu de la Slack à Beuvrequen (hauteur/vitesse) – NB : seule la hauteur sera mesurée sur ce point, la mesure de vitesse n'étant pas fiable.
- Point L1 : mesure de hauteur à l'écluse Marmin à Ambleteuse.
- Point J1 : mesure ponctuelle de débit à Marquise (jaugeage ponctuel).
- Point J2 : mesure ponctuelle de débit à Noir-Berne (jaugeage ponctuel).
  Point J3 : mesure ponctuelle de débit à Hardenthun (jaugeage ponctuel).

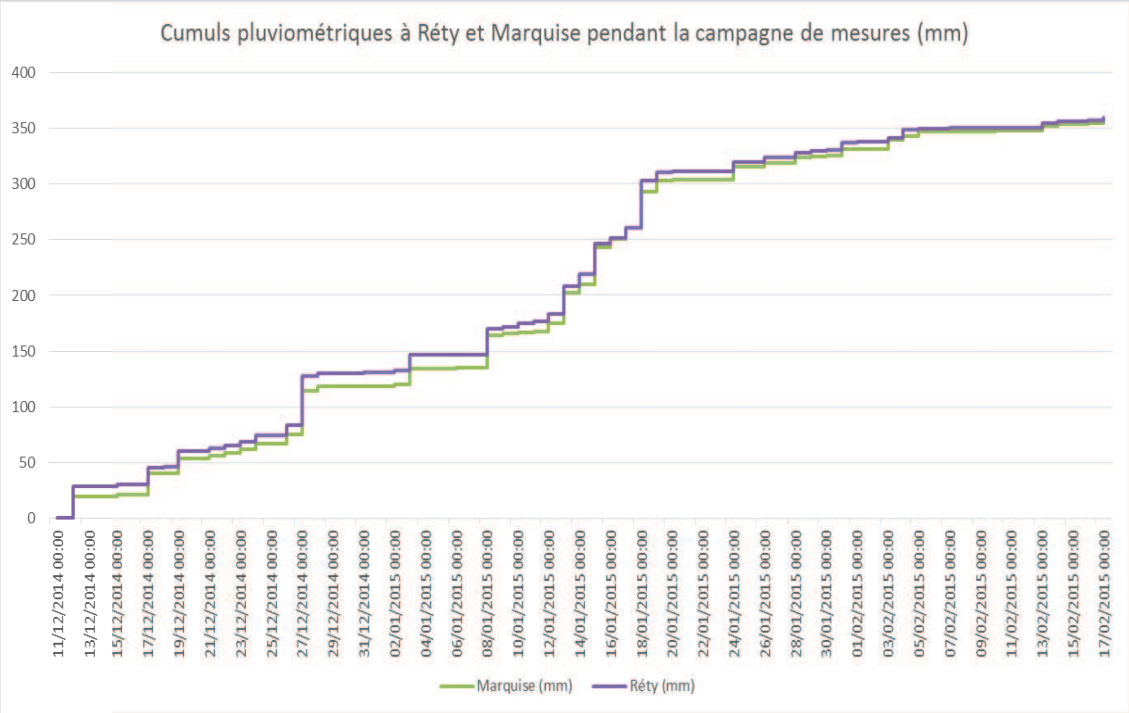
On note également la station de mesure existante de la DREAL à Rinxent (point Vigicrue), les stations de mesures de hauteur du SYMSAGEB à Otove (dans le marais, à Bazinghen), Rouge-Berne (ru de Bazinghen), RD191 au Pont-Perré (Marquise) et RD237 au pont de Slack (Ambleteuse). *Les stations du SYMSAGEB n'ont pas fonctionné pendant la campagne de mesure.*

**Synthèse des résultats de la campagne de mesures du 12 décembre 2014 au 16 février 2015 :**

Les cumuls de pluie atteignent 359,4 mm à Réty et 357,4mm à Marquise et sont donc similaires.

On recense trois événements pluvieux importants :
- 12 décembre : 28mm / 14h à Réty, 19,4mm / 14h à Marquise
- 26 décembre : 52,4mm / 28h à Réty, 46,8mm / 28h à Marquise
- 17 janvier : 47,6 mm / 26h à Réty, 38,4mm / 26h à Marquise

*En général, 20% de cumul en moins à Marquise qu'à Réty pour les événements pluvieux importants. Il y a donc une différence de cumul lorsque les pluies sont plus intenses (phénomène lié à la présence des collines du Boulonnais – La Cuesta du Boulonnais, qui engendre un effet typique de « foehn », mais en modèle réduit à l'échelle du relief local : accentuation des précipitations en amont de la colline, assèchement en aval de la colline).*

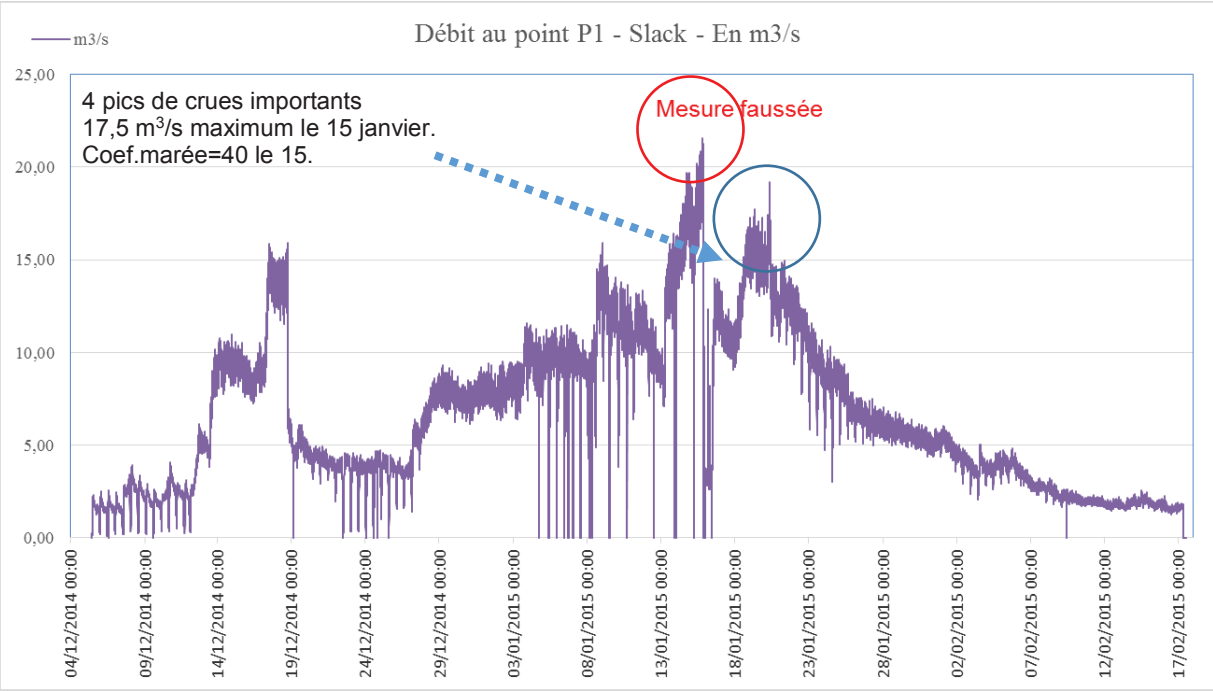



**Document n° 49 :** Cumul pluviométrique pendant la campagne de mesures.

-> **Bilan de la campagne de mesure sur le Point 1 (P1 - Slack) :**

*Remarques :*
*- perte de données de hauteur du 13/12 au 19/12 et du 12/01 au 16/01*
*- les jaugeages ont été possibles que le 09/02/15 : lors des autres passages (31/12 et 16/01), trop de débit pour accéder au cours d'eau.*
*- le 17/02/15, les niveaux étaient plus faibles que le 09/02, donc le calage par jaugeage ne présentait pas d'intérêt et les conditions de sécurité dans l'eau sont mauvaises (vitesses élevées).*

On recense 4 pics de crues importants pendant la campagne de mesure, avec un sommet à 17,5 $m^3/s$ le 19 janvier. La décrue est très visible et continue après la crue jusqu'à la fin de la campagne de mesures (absence de pluie notable sur cette fin de période).

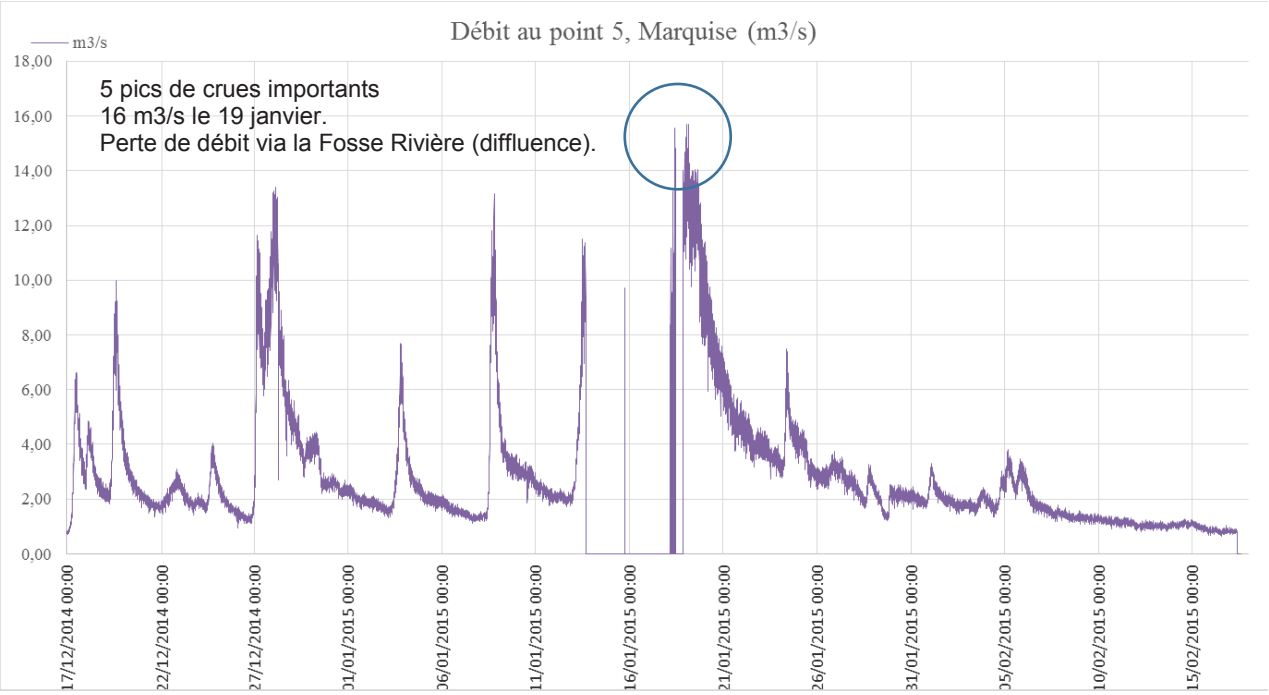



**Document n° 50 :** Mesures de débits au point 1 (P1) au Pont de Slack.

-> **Bilan de la campagne de mesure sur le Point 5 (P5 - Marquise) :**

*Remarque : perte de vitesses du 13/01 au 18/01/15 (embâcles sur sonde).*

On recense 5 pics de crues importants pendant la campagne de mesure, avec un sommet à 16 $m^3/s$ le 19 janvier. La décrue est très visible et continue après la crue jusqu'à la fin de la campagne de mesures (absence de pluie notable sur cette fin de période).

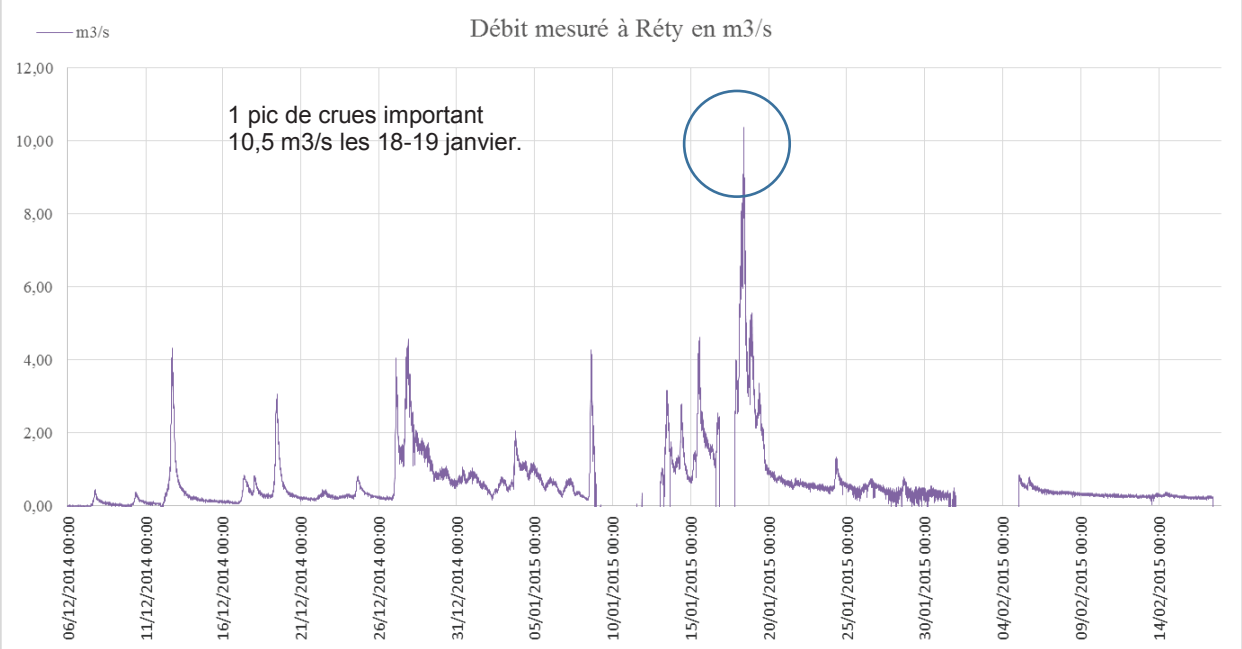



**Document n° 51 :** Mesures de débits au point 5 (P5) à Marquise.

-> **Bilan de la campagne de mesure sur le Point 3 (P3 - Réty) :**

*Remarques :*
*- les valeurs réelles de hauteur d'eau dans la rivière sont obtenues en retirant 2000 mm.*
*- pertes de vitesses du 09/01 au 13/01 ; du 16/01 au 17/01 et du 31/01 au 05/02 : embâcles sur sonde.*

On recense 1 pic de crue important pendant la campagne de mesure, avec un sommet à 10,5 m³/s les 18/19 janvier. La décrue est très visible et rapide après la crue jusqu'à la fin de la campagne de mesures (absence de pluie notable sur cette fin de période).

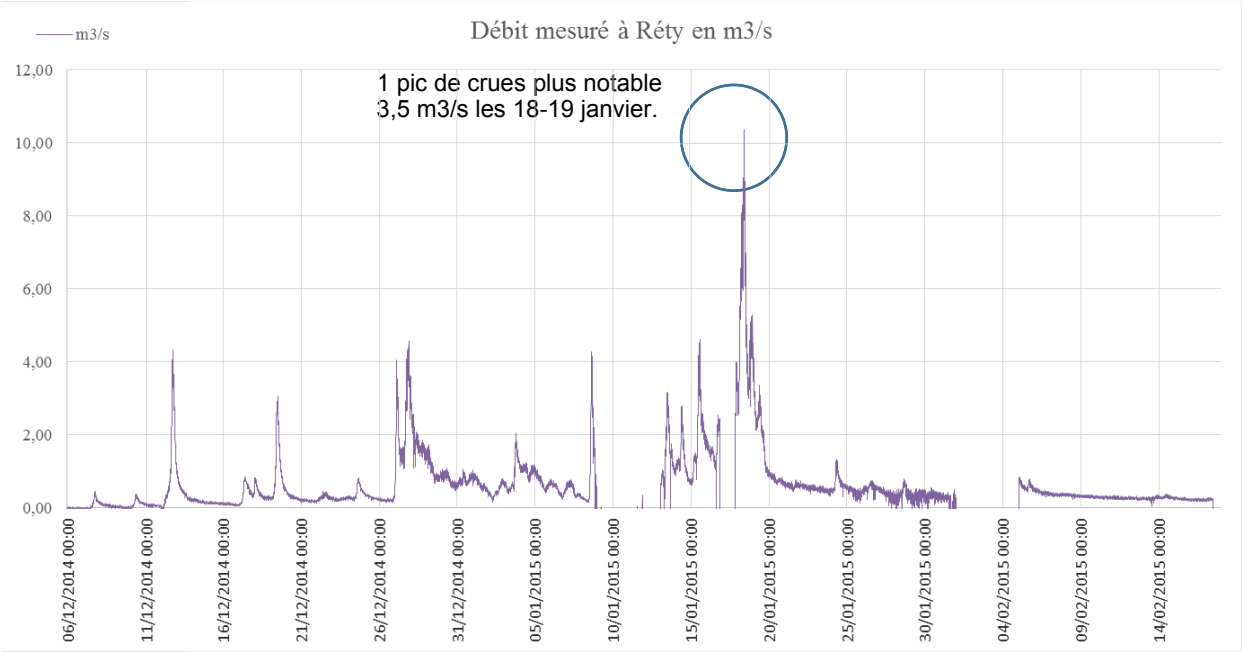



**Document n° 52 :** Mesures de débits au point 3 (P3) à Réty.

-> **Bilan de la campagne de mesure sur le Point 4 (P4 – Crembreux-Rinxent) :**

Les débits mesurés ici sont faibles comparativement à la surface du bassin versant collecté. Les carrières interceptent une bonne partie du débit de crue, et/ou il y a écrêtement naturel par des zones d'expansion de crue en amont du point de mesure.

On recense 1 pic de crue plus important pendant la campagne de mesure, avec un sommet à 3,5 $m^3/s$ les 18/19 janvier. La décrue est très visible et rapide après la crue jusqu'à la fin de la campagne de mesures (absence de pluie notable sur cette fin de période).

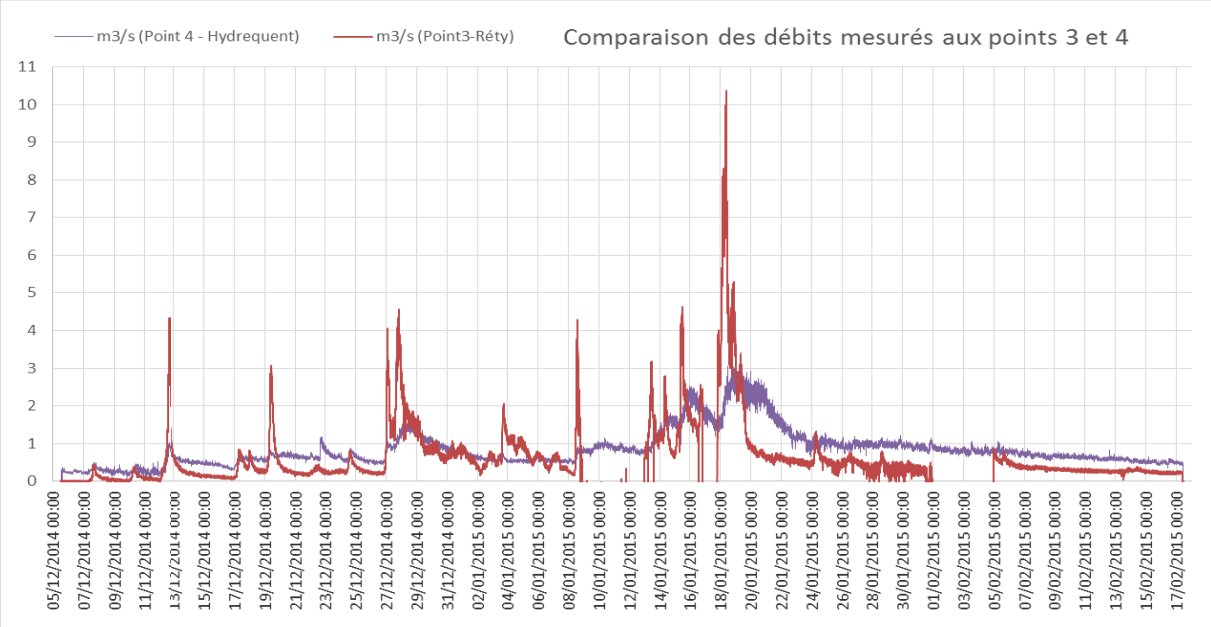


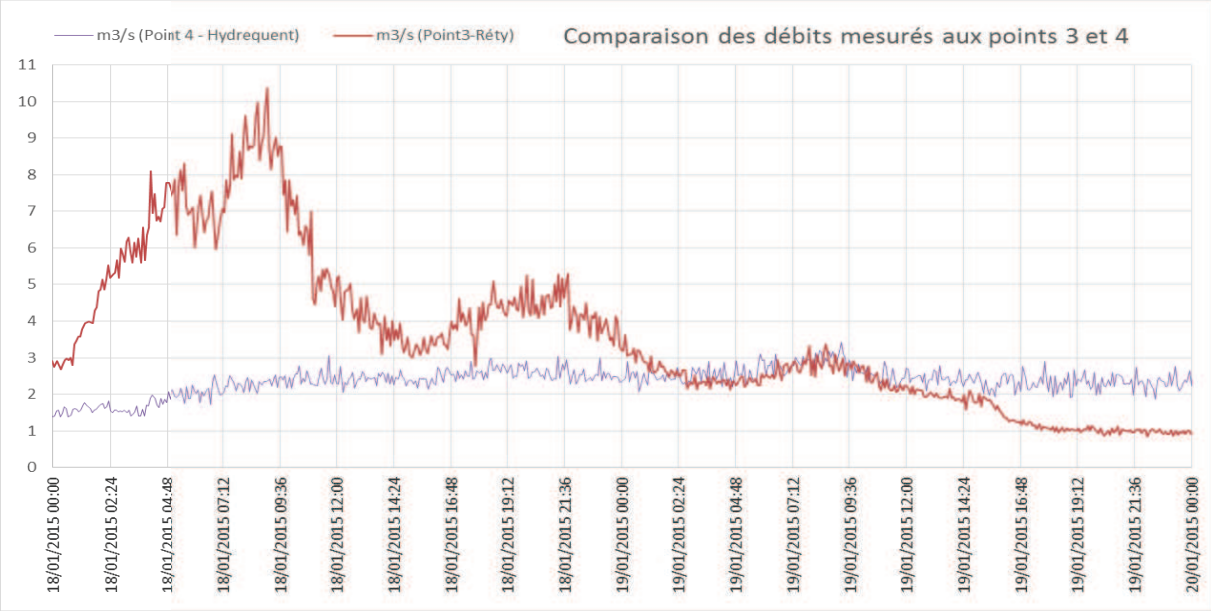

**Document n° 53 :** Mesures de débits au point 4 (P4) à Rinxent (Crembreux).

Nous avons comparé les hydrogrammes de débit mesurés à Hydrequent (Point 4) (typique du sous-bassin versant du Crembreux avec les zones de carrière) avec les hydrogrammes de débit mesurés à Réty (Point 3), typique d'un bassin versant « naturel », très peu modifié par l'urbanisation et où les carrières sont absentes.

On observe l'impact écrêteur des carrières sur les débits mesurés avec un étalement dans le temps, une diminution des débits de pointe et une augmentation progressive du débit de base dans le cours d'eau, lié aux débits de pompage des carrières qui viennent se rejeter dans le cours d'eau pour évacuer les énormes quantités d'eau qui ont été ruisselées vers les cuvettes des carrières.

L'impact positif des carrières sur l'étalement de la crue est donc constaté via cette mesure de débit, il restera à le déterminer précisément avec la modélisation hydraulique. Il s'agira aussi de constater si un ouvrage hydraulique sous-dimensionné ne pourrait pas également écrêter fortement la crue, en marge de toute action liée aux carrières.



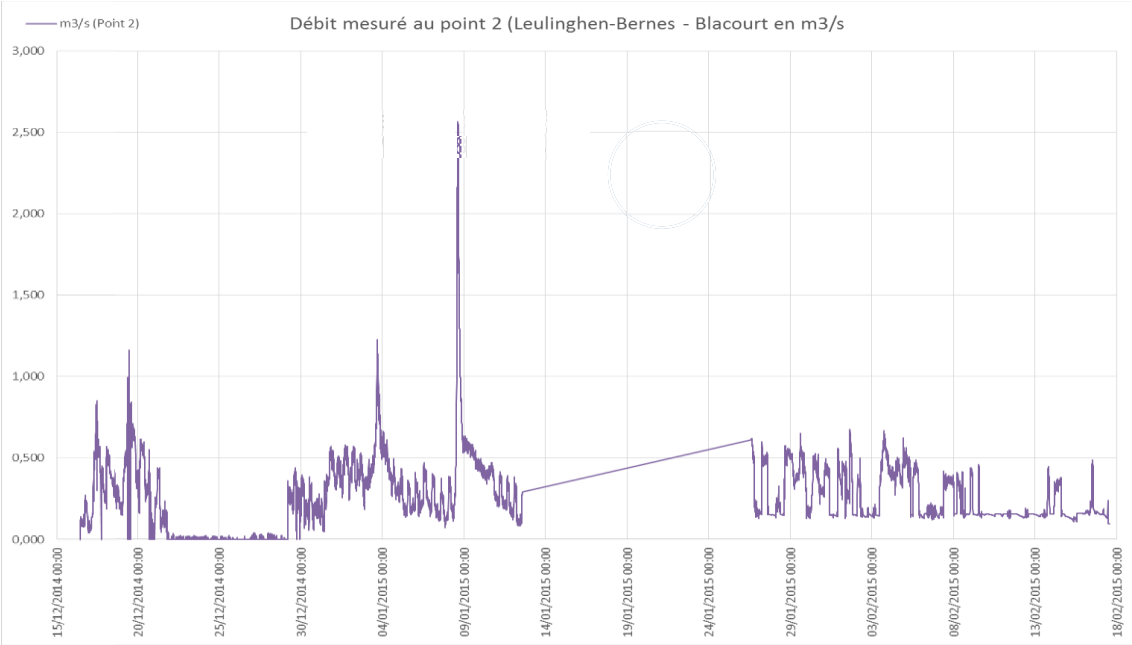

**Document n° 54 :** Mesures de débits au point 4 (P4) à Rinxent (Crembreux) comparées à celles mesurées au point 3 (Réty).

-> **Bilan de la campagne de mesure sur le Point 2 (P2 – Blacourt – Leulinghen-Bernes) :**

*Remarques :*
*- perte de vitesses du 21/12 au 29/12 : embâcles sur la sonde ;*
*- perte de hauteur et vitesses du 12/01 au 26/01 : capteur arraché ;*
*- le 26/01, les niveaux sont haut : les sondes ont été refixées plus haut qu'initialement ce qui a permis de mesurer les crues ; par contre la baisse des niveaux en fin de campagne explique la perte des mesures par temps sec*

Les débits mesurés ici sont faibles comparativement à la surface du bassin versant collecté. Les carrières interceptent une bonne partie du débit de crue, et/ou il y a écrêtement naturel par des zones d'expansion de crue en amont du point de mesure.

On recense 1 pic de crue plus important pendant la campagne de mesure, avec un sommet à 2,5 $m^3/s$ le 8 janvier. La décrue est très visible et rapide après la crue jusqu'à la fin de la campagne de mesures (absence de pluie notable sur cette fin de période). On observe sur l'hydrogramme les pics de débits liés aux rejets d'exhaure des carrières vers le Blacourt, et le débit de base constant après crues.

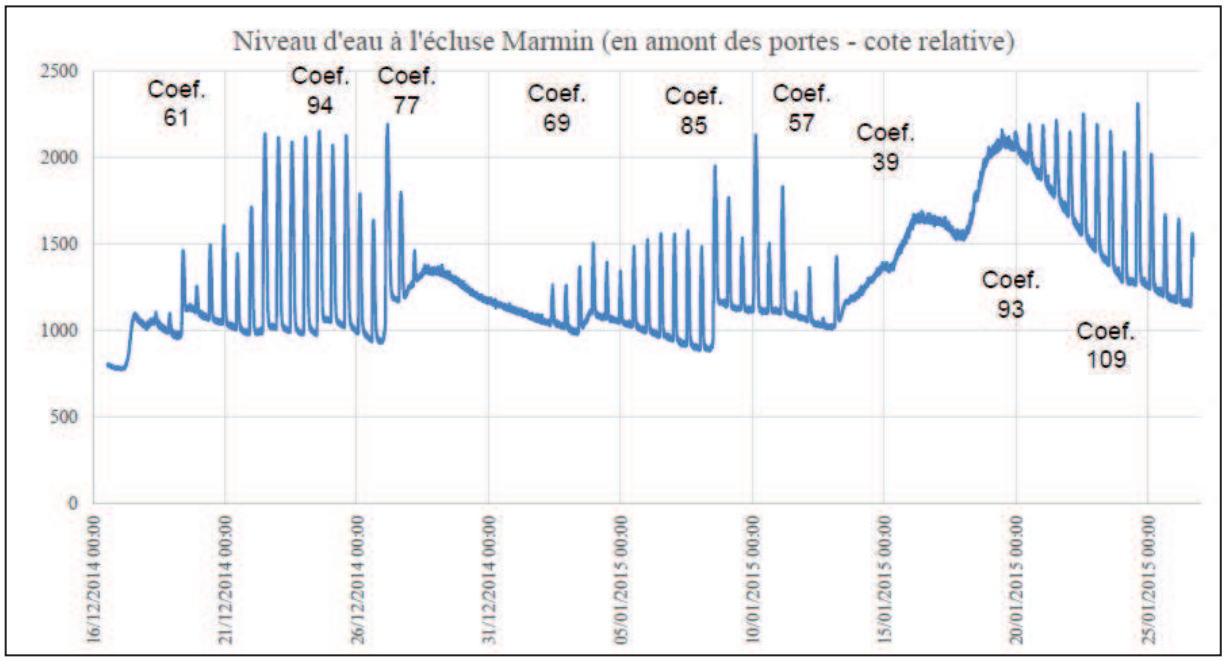



**Document n° 55 :** Mesures de débits au point 2 (P2) à Leulinghen-Bernes (Blacourt).

-> **Bilan de la campagne de mesure sur le Point L1 (L1 – Ecluse Marmin) :**

On recense 1 pic de crue important et prolongé pendant la campagne de mesure. La décrue est longue jusqu'à la fin de la campagne de mesures (absence de pluie notable sur cette fin de période).
On note la forte influence des marées sur le niveau d'eau mesuré.

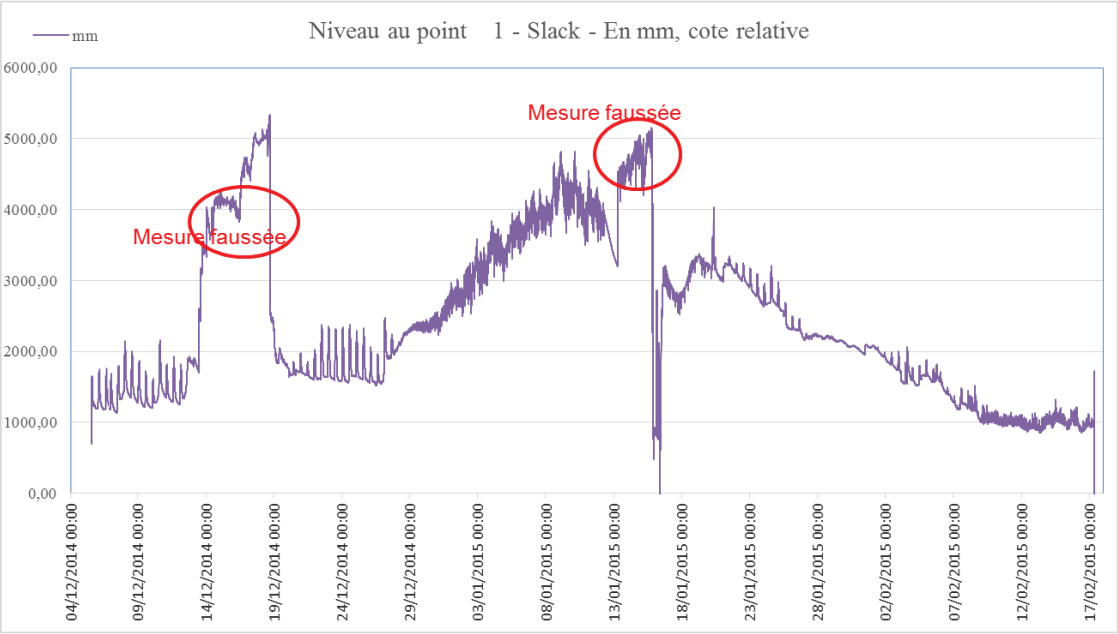
**Notons bien que le point de mesure est situé en amont de l'écluse, et mesure donc le niveau de la Slack. Nous n'avons toutefois par l'information mesurée concernant la fermeture ou non des portes à la mer.**



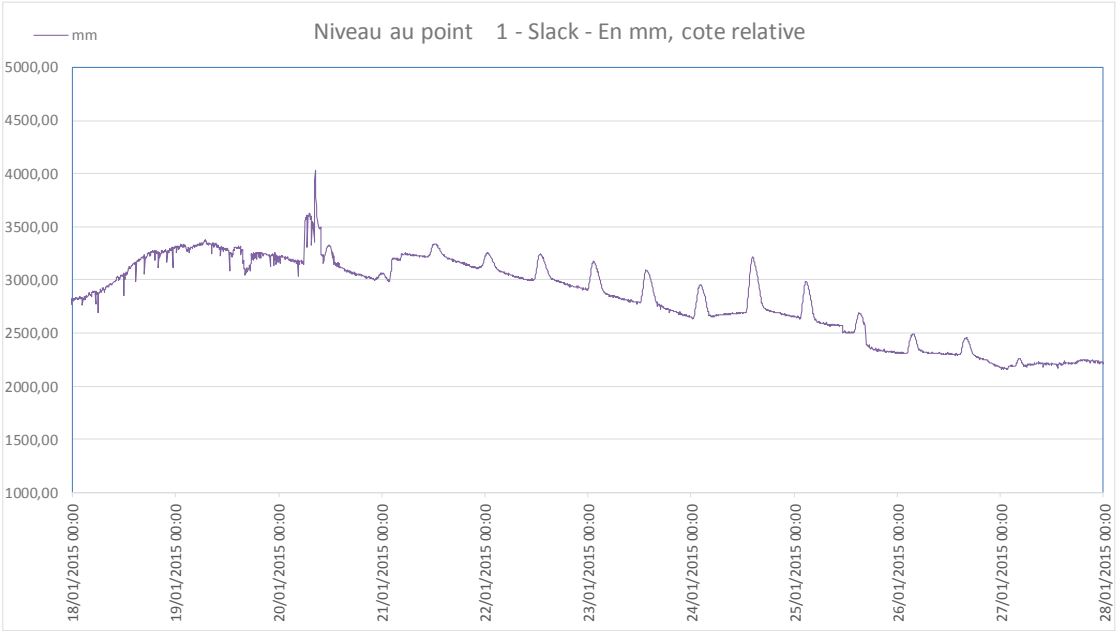

**Document n° 56 :** Mesures des hauteurs au point L1 à Ambleteuse (Ecluse Marmin).

-> **Bilan de la campagne de mesure concernant l'influence de la marée sur les niveaux d'eau dans le Marais Point P6 (P6 – Beuvrequen) et point P1 (P1 – Slack) :**

Le niveau de la marée influe encore au Pont de slack, avec des impacts pouvant atteindre 1m de surélévation d'eau.




*Zoom sur la période de décrue :*




**Document n° 57** : Mesures de hauteur au point 1 (P1) au hameau de Slack.

On note que le fort coefficient de marée (109) du 24 janvier vient remonter légèrement le niveau d'eau en aval du Marais et contrarier la décrue (ralentissement de 1 journée).

L'influence de la marée s'étend dans le Marais au maximum jusqu'au point 6 à Beuvrequen (pont au bout de la rue Ferber), où celle-ci ne s'observe plus de manière détectable sur les mesures de débit.

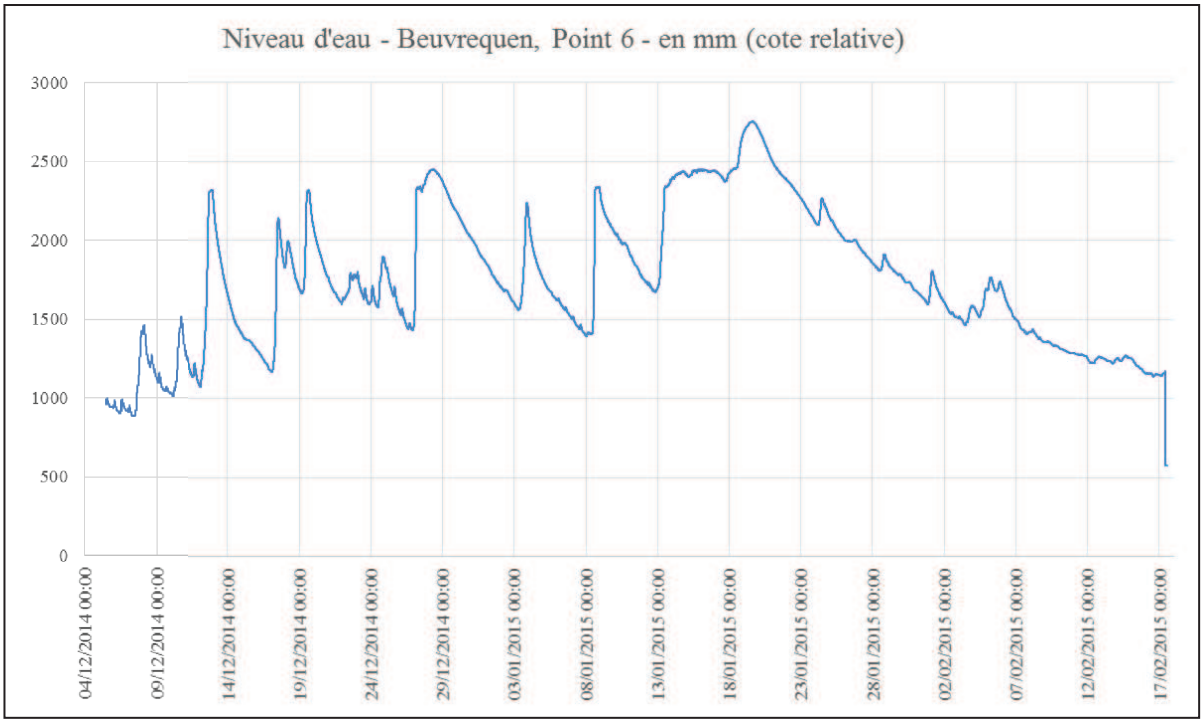
-> **Analyse de la décrue suite à la crue décennale dans le Marais Point P6 (P6 – Beuvrequen) et point P1 (P1 – Slack) :**

*Concernant la décrue dans la Slack en aval du Marais (mesures au Point 1), on observe le rythme suivant :*

- 5 à 6 jours pour diminuer le niveau de 90cm (ce qui correspond à diviser le débit de pointe de la crue décennale par 2 (de 17,5 $m^3/s$ à 8,7 $m^3/s$)) ;
- 2 semaines pour diminuer le niveau de 140cm (ce qui correspond à diviser le débit de pointe de la crue décennale par 4) (de 17,5 $m^3/s$ à 4,4 $m^3/s$).

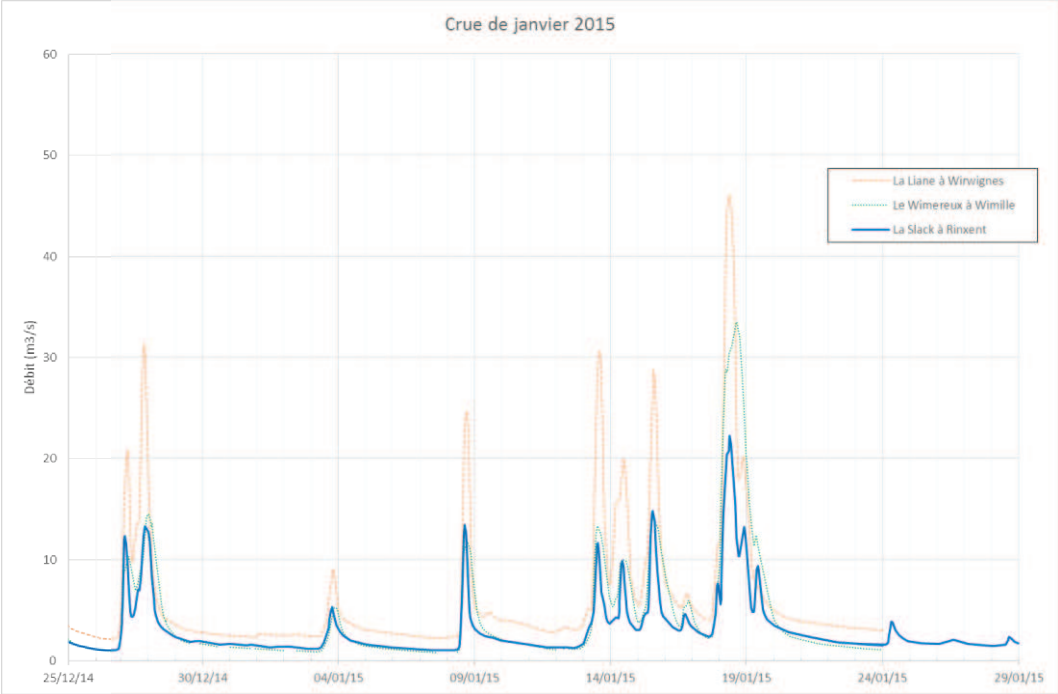
*Concernant la décrue dans le Marais (mesures au Point 6), on observe le rythme suivant :*

- Perte de 40cm en 2 jours (donc 20cm par jour au tout début de la décrue).
- Ensuite le rythme diminue un peu, entre 10 et 20cm par jour pendant 3 jours.
- Ensuite, le rythme se stabilise à +/- 10cm de diminution par jour, jusqu'à perdre 130cm par rapport au maximum de la crue décennale.
- Il faut globalement une quinzaine de jour pour que la Slack revienne à son niveau bas, d'avant la crue.




**Document n° 58** : Mesures de hauteur au point 6 (P6) au pont Ferber à Beuvrequen.

**Analyse des résultats de la campagne de mesures de débit : zoom sur la principale crue de janvier 2015**




**Document n° 59 :** Hydrogrammes mesurés aux stations du Boulonnais durant la crue de janvier 2015.

De moindre intensité que la crue de novembre 2012, la crue de janvier dernier atteint tout de même un débit d'environ 22 $m^3/s$ à Rinxent, valeur approchant le débit décennal calculé lors de l'analyse statistique.

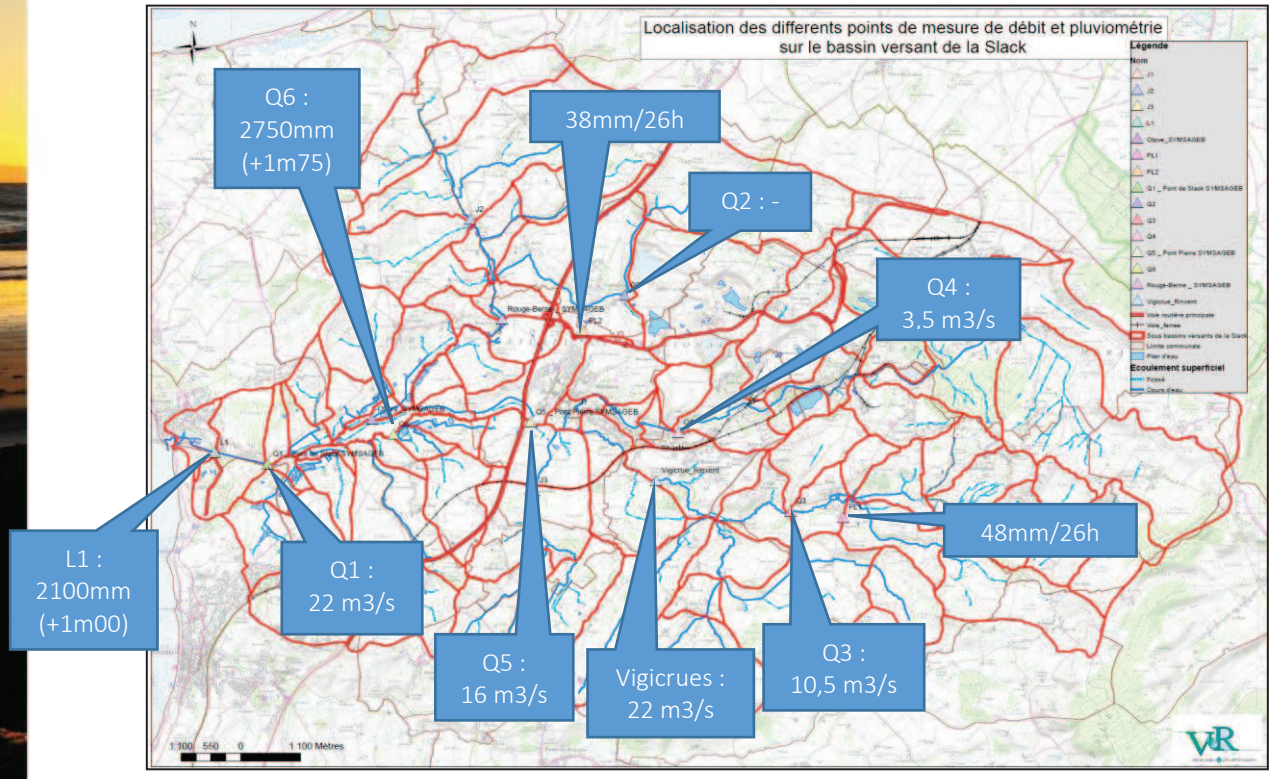
Elle a succédé à plusieurs petites crues dans le mois précédent (5 crues, notamment 3 rapprochées quelques jours avant), qui ont contribué à la saturation des sols.

Les mesures faites pendant la campagne sont présentées dans la figure ci-dessous. Si l'on observe les débits enregistrés sur la Slack aux points P5 et P1, on constate une incohérence entre le débit de pointe en P5 et celui de la Station vigicrue à Rinxent. En effet le débit de pointe de 16 $m^3/s$ à P5 en aval de la station à Rinxent qui indique 22 $m^3/s$ semble erroné ou du moins ne pas représenter la totalité des écoulements. Il est fort probable qu'il y ait eu contournement de la station en P5 via la Fosse Rivière (ce qui permet donc de supposer la clé de répartition des débits de crue entre la Slack et la Fosse Rivière (à peu près respectivement ¾ / ¼ pour la crue décennale). La mesure en P1 en aval du marais (17,5 $m^3/s$) indique qu'il existe un fort laminage de l'hydrogramme de crue au sein de la vallée, le débit ayant diminué de l'amont vers l'aval.

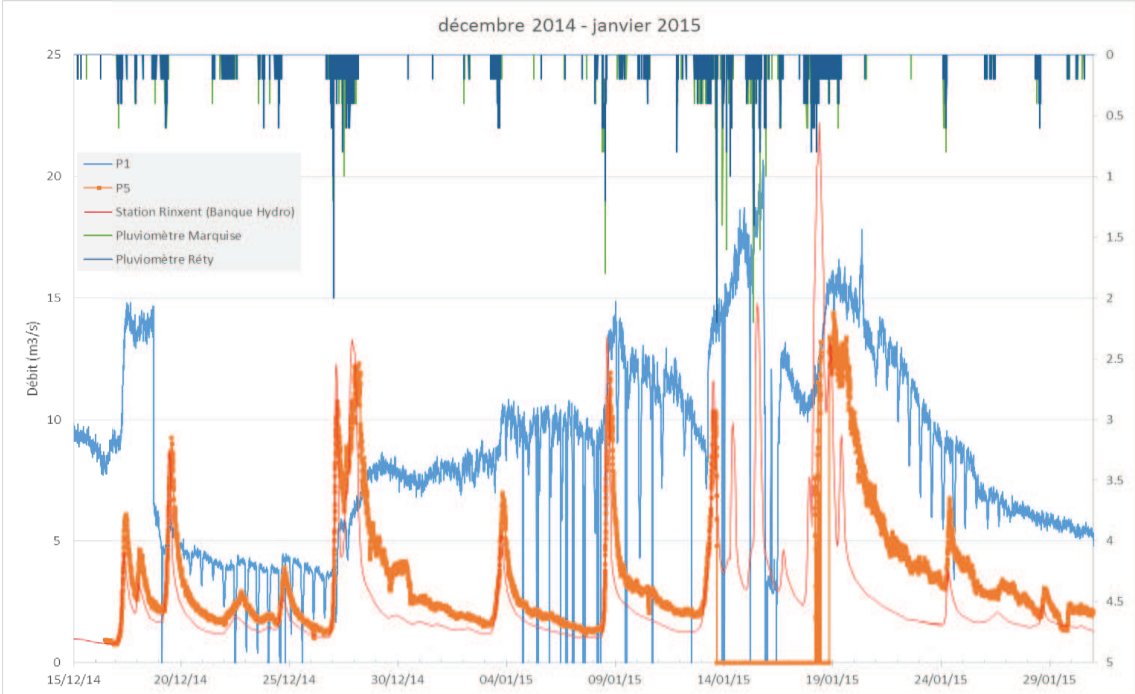
Au point P6 les débits ne sont pas disponibles dû à l'absence de mesures de la vitesse d'écoulement (en raison de la modification du profil d'envasement, d'embâcles sur arbre en amont du pied gauche de pont qui a perturbé les écoulements et l'impossibilité d'accéder aux sondes en cours de campagne), seules les hauteurs sont disponibles en ce point du marais.

**Le niveau maximal atteint dans le marais était de 2m75 (cote relative qui reste à rattacher avec le système NGF) le 18 janvier 2015.**

La cartographie ci-dessous reprend toutes les valeurs maximales mesurées lors de cette crue :

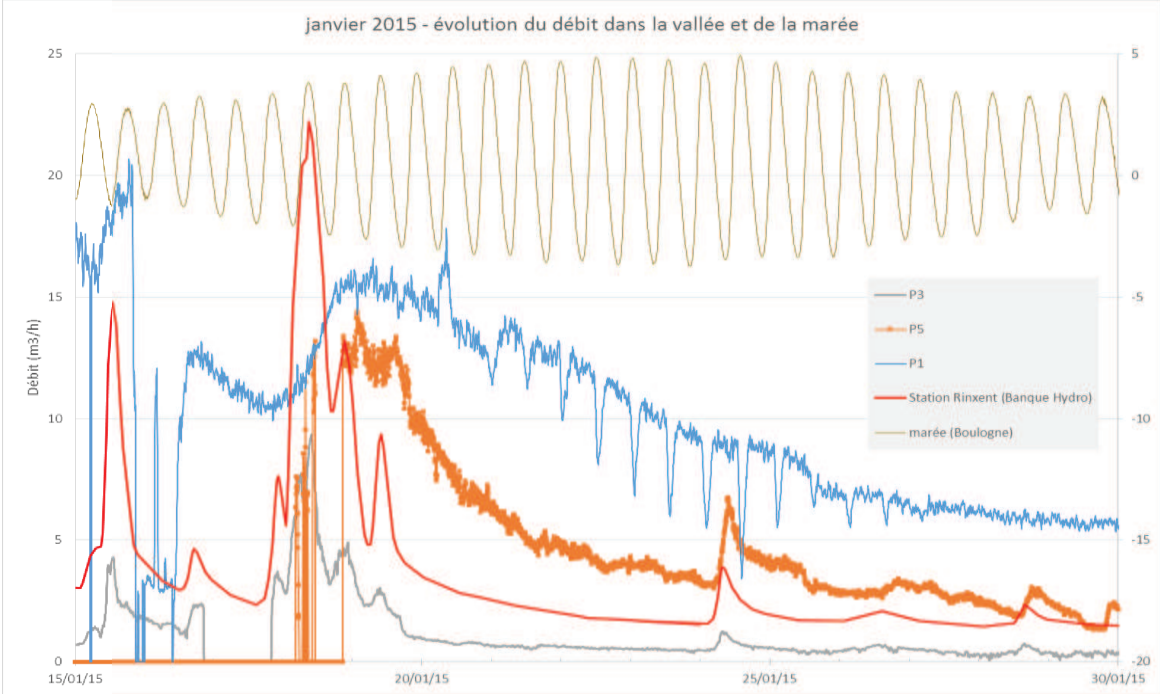



**Document n° 60 :** débits et hauteurs maximaux + cumul pluviométrique mesurés pendant la crue de Janvier 2015.




**Document n° 61 :** Hydrogrammes mesurés durant la crue de janvier 2015 le long de la vallée de la Slack.

La figure suivante met en évidence le laminage sur les débits de pointe induit par les débordements en lit majeur dans la vallée de la Slack. Les hydrogrammes en P5 et P1, qui se situent pourtant en aval de la station hydrométrique à Rinxent, présentent des pics de crue inférieurs ou égaux à ce dernier.




**Document n° 62 :** Hydrogrammes de la Slack, d'amont vers l'aval, en P3, à Rinxent, en P5 et en P1. Mise en évidence du fort laminage en hautes-eaux (19 janvier) et de l'influence du couple canal/écluse sur l'évacuation des eaux du marais en P1 (courbe bleue entre le 20 et 25 janvier).

*N.B. : Cette analyse sur l'influence marine sur le Marais sera complétée avec l'exploitation topographique des données qui sera disponible lors de la réalisation de la phase 2 de l'étude (levés topographiques complémentaires en cours de réalisation).*

Comme dit précédemment, il y a la diffluence de débit Slack/Fosse Rivière qui joue dans la perte de débit mesuré au point 5 à Marquise (1/4 des débits de pointe transitent vers la Fosse Rivière). Et il y a l'étalement de la crue dans le Marais par la topographie (étalement) et la limitation de débit – à priori – liée la section du Canal Napoléon qui réduit le débit à l'exutoire à l'écluse Marmin à 17,5 $m^3/s$.

Un cycle de fortes marées va contribuer à ralentir le rythme de décrue dans le Marais (une marée forte de coefficient 109 a retardé d'1 journée la décrue dans le marais lors de la crue décennale de janvier 2015).

En revanche, la logique amont-aval est respectée pour les débits plus faibles. La décrue prolongée dans le temps, notamment au point P1, met en avant le rôle prépondérant des marais dans la dynamique des fortes crues dans la basse vallée.

## CONCLUSION :

La campagne de mesure a été riche d'enseignements, avec la mesure d'une période très pluvieuse et propice à la genèse de plusieurs crues, dont une crue **décennale** en janvier 2015 (débit maximal mesuré de 22 $m^3/s$ à la station vigicrue à Rinxent). Le débit mesuré en amont, à Marquise, était de 16 $m^3/s$ maximum, c'est vraisemblablement dû à une perte de débit vers la diffluence vers la Fosse Rivière, au niveau du Pont Pierré (environ 1/4 du débit de crue décennale difflué vers la Fosse Rivière). Le débit mesuré au hameau de Slack, en aval du Marais, était de 17,5 $m^3/s$ maximum. On constate donc un fort écrêtement de débit lié à l'étalement des eaux dans le Marais, qui joue son rôle naturel de zone d'expansion de crues.

Suite à cette crue, le temps a été plutôt sec, et cela permet d'observer la décrue du Marais :

*Dans la Slack en aval du Marais (mesures au Point 1), on observe le rythme suivant :*

- 5 à 6 jours pour diminuer le niveau de 90cm (ce qui correspond à diviser le débit de pointe de la crue décennale par 2 (de 17,5 $m^3/s$ à 8,7 $m^3/s$)) ;
- 2 semaines pour diminuer le niveau de 140cm (ce qui correspond à diviser le débit de pointe de la crue décennale par 4) (de 17,5 $m^3/s$ à 4,4 $m^3/s$).

*Dans le Marais à Beuvrequen (mesures au Point 6), on observe le rythme suivant :*

- Perte de 40cm en 2 jours (donc 20cm par jour au tout début de la décrue).
- Ensuite le rythme diminue un peu, entre 10 et 20cm par jour pendant 3 jours.
- Ensuite, le rythme se stabilise à +/- 10cm de diminution par jour, jusqu'à perdre 130cm par rapport au maximum de la crue décennale.
- Il faut globalement une quinzaine de jour pour que la Slack revienne à son niveau bas, d'avant la crue.

Le niveau des marées n'influe plus sur le niveau dans le Marais à Beuvrequen.

Si le niveau de la Slack est à nouveau bas assez rapidement, les casiers hydrauliques du marais peuvent rester inondés encore plusieurs semaines, leur fonctionnement étant partiellement indépendant des cours d'eau en aval en raison des merlons/digues et bourrelets de curage nuisant à la bonne évacuation des eaux à la décrue pour la plupart d'entre eux.

Les carrières jouent un rôle conséquent dans l'écrêtement des débits de crue sur les sous-bassins versant du Bazinghen et du Crembreux. Ce rôle sera quantifié plus précisément à la suite de la modélisation hydrologique/hydraulique de phase 2.

La campagne de mesures permettra donc le calage du modèle hydrologique et hydraulique dans les conditions les plus intéressantes par rapport à la problématique de l'étude, à savoir la modélisation de plusieurs crues faibles et une crue décennale, puis la décrue et l'observation de l'influence de la marée sur celle-ci.

Cela permettra donc de valider par un modèle hydraulique le pourquoi de la stagnation d'eaux dans le marais et ses casiers hydrauliques, et à priori confirmer qu'ils sont encore en eau longtemps après la décrue de la Slack.

Par ailleurs, comme la campagne de mesures ne permet pas de déterminer les périodes de fermeture de la porte de l'écluse Marmin, cette information pourra être validée par le modèle hydraulique. D'après les observations effectuées, il est vraisemblable que ces fermetures soient rares, dépendantes d'un coefficient de marée supérieur à 100 et d'un faible débit de la Slack en concomitance, sinon le courant de la Slack en empêche la fermeture.

### 6.5.4 Hydrologie des carrières - détails

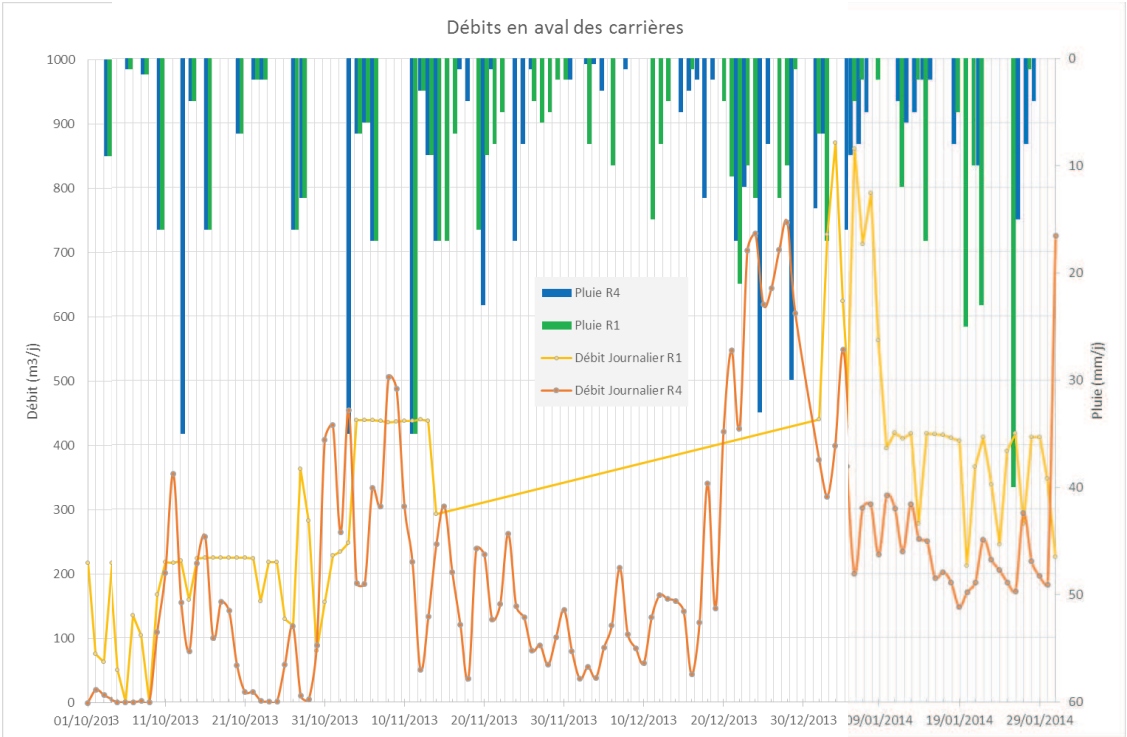
La présence des carrières modifient le comportement hydrologique des bassins versants sur lesquels ils se situent. En effet ces dépressions d'origine anthropique vont intercepter les écoulements en surface, et potentiellement des eaux souterraines si la nappe phréatique sous-jacente est atteinte.

L'ensemble des écoulements qui sont drainés vers les carrières ou qui y transitent sont pompés vers l'aval, injectés dans les ruisseaux du Blacourt et du Crembreux. L'étude Burgeap réalisée en 2000 a analysé l'impact hydrologique des carrières sur le bassin versant, le rapport met en avant les points suivants :

- Le débit moyen d'exhaure (sur les 4 carrières) est de 1000 $m^3/h$ (0,28 $m^3/s$) ;
- Le débit maximal (4 carrières) si toutes les pompes sont sollicitées est de 2000 $m^3/h$ (0,55 $m^3/s$) ;
- La répartition entre les deux ruisseaux qui reçoivent ces eaux est de 67% dans le Crembreux et 33% dans le Blacourt.

Le graphique ci-après présente les données mesurées (fourni par les gestionnaires de carrières) en aval des carrières durant la période d'enregistrement de 2013 à 2014, pendant les mois les plus pluvieux d'octobre à janvier.

Le débit maximum enregistré est de 1249 $m^3/h$ (11/10/2014) pour le Crembreux et de 1047 $m^3/h$ (25/01/2014) pour le Blacourt durant cette période. On rappelle que le débit capable total (instantané) des pompes est de 2000 $m^3/h$.




**Document n° 63 :** Mesures en aval des carrières (pluviométrie et débits journaliers).

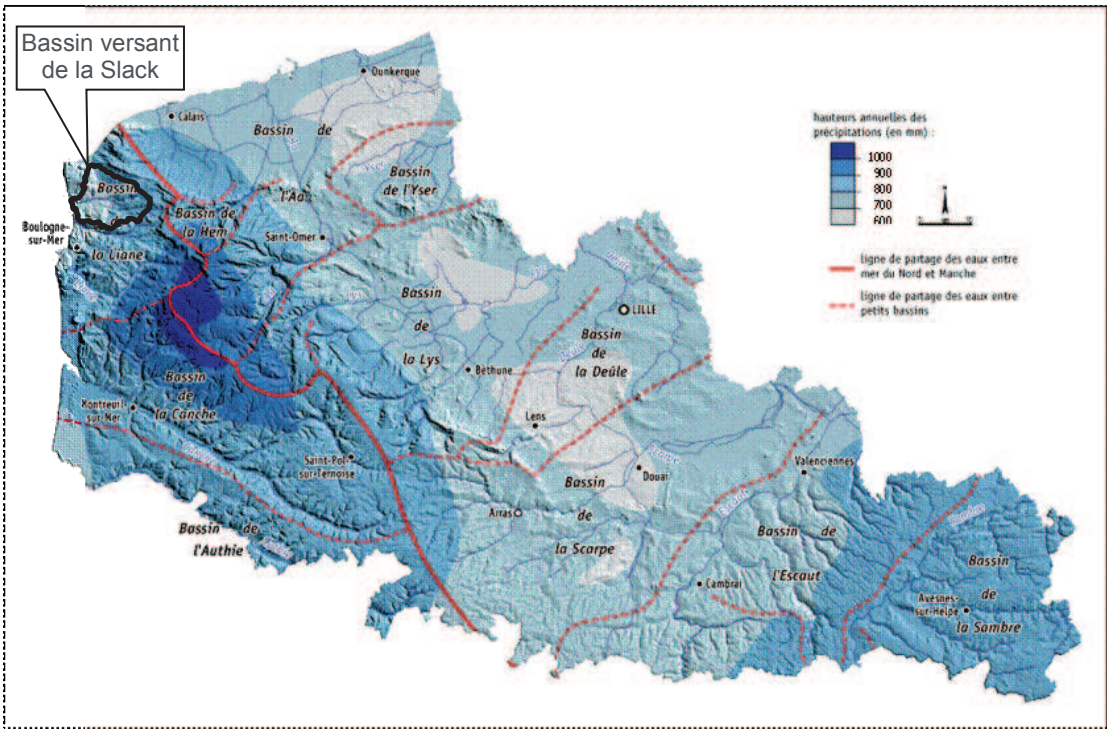
Les mesures présentées ci-dessus mettent en évidence une évolution des débits en aval des carrières fonction de la pluviométrie. Ainsi ce n'est pas un débit constant qui est rejeté.

*N.B. : Les données sont disponibles pendant la campagne de mesures de débit pour le pompage R1. Elles ne le sont pas pour R4 (dysfonctionnement sur la station pendant la période).* ***Cette analyse sera complétée avec lors de la réalisation de la phase 2 de l'étude (modélisation hydraulique).***

## 6.6 Pluviométrie – analyse détaillée

De manière générale, la hauteur des précipitations annuelles dans la région Nord Pas-de-Calais se situe entre 600 et 1200 millimètres. Malgré une relative homogénéité des précipitations d'un mois à l'autre en raison du climat à forte influence océanique tempérée, la région est marquée par des printemps et des automnes plus pluvieux.

Sur le secteur étudié, les précipitations annuelles sont comprises entre 700 et 900mm en moyenne.

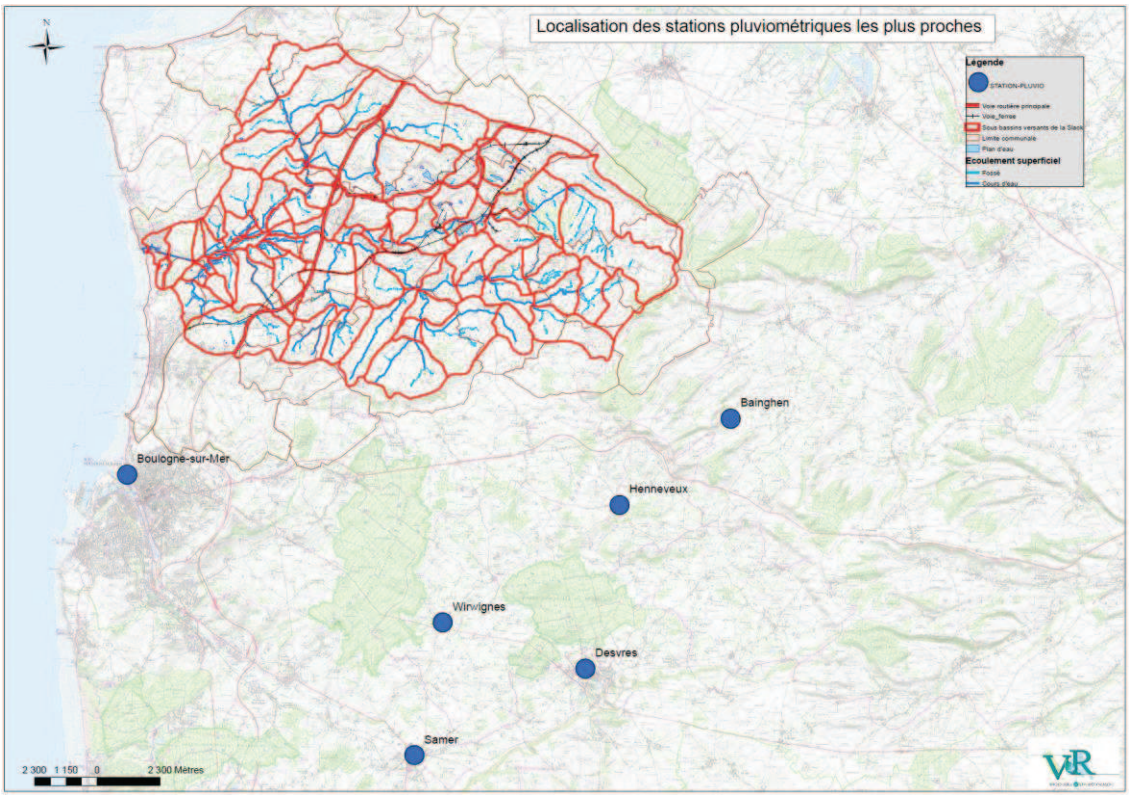



**Document n° 64 :** Répartition pluviométrique à l'échelle régionale

Pour l'analyse pluviométrique statistique, nous avons retenu dans un premier temps la station de la DREAL située à Henneveux pour sa proximité géographique.

Ce choix est motivé par la proximité géographique avec le bassin de la Slack, sa position plus représentative de l'intérieur des terres par rapport à la station littorale de Boulogne-sur-Mer et son nombre d'années de mesures disponibles qui est le plus important de toutes les autres stations disponibles les plus proches (depuis 1970 contrairement à celles de Desvres disponibles seulement depuis 1992).

*N.B. : Notons que la station de Desvres gérée par la DREAL a été retenue dans l'étude PROLOG. Nous sommes dans l'attente des données de Desvres pour pouvoir effectuer les mêmes analyses et les comparer entre elles.*




**Document n° 65 :** Localisation des stations pluviométriques les plus proches.

*Les données pluviométriques collectées sont les suivantes :*

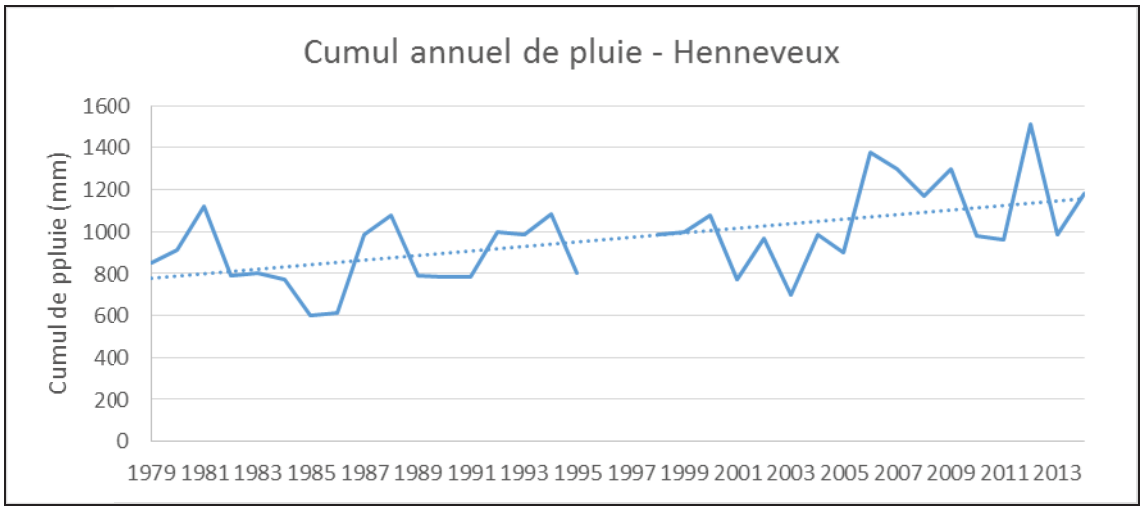
- Cumuls journaliers à la station d'Henneveux (1972-2014) (pas de donnée entre 1976 et 1978, et 1996 et 1997 années incomplètes) ;
- Cumuls au pas de temps 6min à Henneveux de 2011 à 2010 ;
- Images radars des évènements de déc. 2006 et nov. 2012 ;
- Cumuls aux stations de Réty et Marquise pour la période de la campagne de mesure (déc.2014 à fév.2015)

Le climat des bassins versants du Boulonnais est océanique, la présence de reliefs rétro littoraux provoque un gradient pluviométrique entre la frange littorale et l'arrière-

pays. On relève des cumuls annuels moyens entre 700 et 800 mm à Boulogne-sur-Mer et plus de 1000 mm à Henneveux par exemple.

L'analyse des cumuls annuels depuis 1979 à Henneveux indique une tendance à la hausse de la pluviométrie, avec en moyenne entre 1979 et 2014 : +11mm/an) (stable jusqu'à 2005, brutale hausse à partir de 2006 et 2007). Le GIEC confirme ce constat dans *Résumé à l'intention des décideurs, "Changements climatiques 2013: Les éléments scientifiques" (2013) :*

*«* Sur les régions continentales des moyennes latitudes de l'hémisphère Nord, les précipitations ont en moyenne augmenté depuis 1901 (avec un degré de confiance moyen avant 1951 et élevé ensuite). »




**Document n° 66 :** Cumuls annuels de pluie, Henneveux (1979 – 2014)

*Notons qu'une période moins pluvieuse sur quelques années à partir de 2014 peut réduire fortement cette tendance à l'augmentation, l'influence des années 2006 à 2012 étant très forte et constituant une augmentation marquée.*

*Remarque, entre 2006 et 2014, la tendance linéaire est à la baisse : -25mm/an*

*Les prochaines décades permettront donc de confirmer la tendance à long terme de l'évolution pluviométrique.*

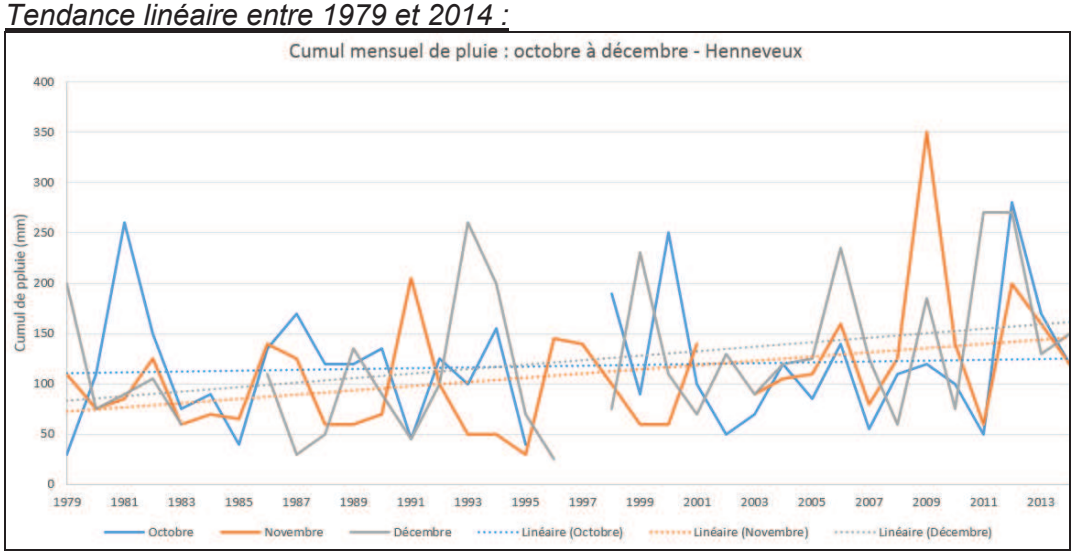
***Les pages suivantes présentent des analyses de la tendance par saisons.***

## Période automnale (octobre-décembre)

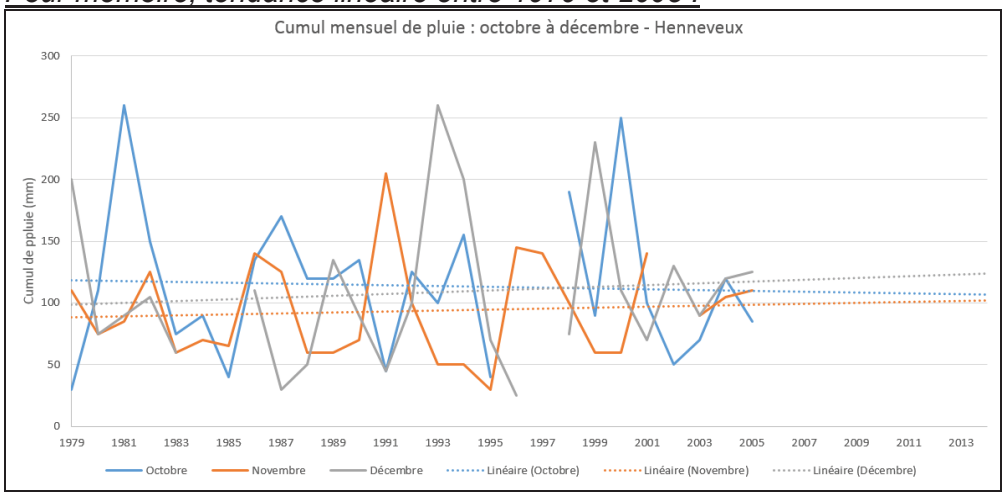
Les graphiques mettent en évidence une tendance à la hausse plus forte durant les mois les plus pluvieux d'automne (octobre étant stable, novembre et décembre augmentant). L'observatoire du climat en Nord-Pas-de-Calais confirme ce constat dans son rapport sur l'évolution climatique : « *En Nord-Pas-de-Calais, une évolution similaire aux constats mondiaux est retrouvée. Le nombre de jours de fortes pluies, c'est-à-dire avec des précipitations supérieures à 10 mm, augmente légèrement depuis 1955. Cette hausse est significative à Boulogne-sur-Mer, avec une tendance de l'ordre de +2,5 jours/décennie pour un total moyen de 18 jours sur la période 1955-2013.* »

Cependant, là encore, l'augmentation est surtout générée par la période fortement pluvieuse depuis 2006 et 2007. Avant 2006, la tendance était à la stabilité. Les prochaines décades d'observations permettront donc de définir une tendance durable, ce que l'on ne peut pas faire au stade actuel parce que la période d'observations n'est que d'une trentaine d'années.

*Tendance linéaire entre 1979 et 2014 :*




*Pour mémoire, tendance linéaire entre 1979 et 2005 :*




**Document n° 67 :** Cumuls mensuels automnaux et tendance linéaire (1979-2014), Henneveux

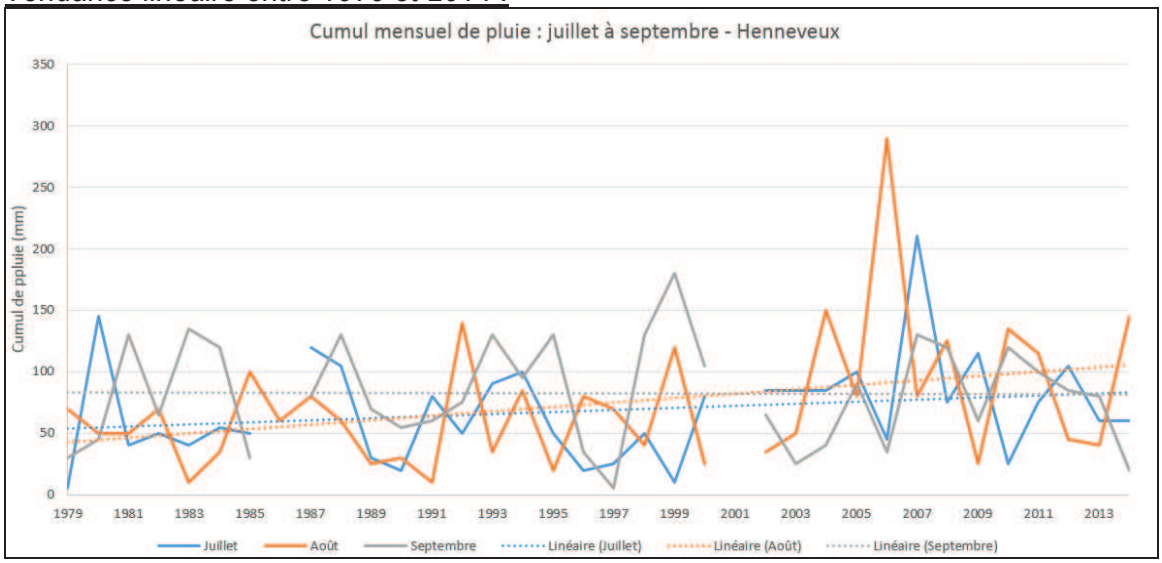
**Période estivale (juillet-septembre)**

Durant cette période la grande majorité des pluies a une origine de climat instable, donc orageux. Il s'agit donc de pluies de fortes intensités et cumuls importants sur une courte durée, propices à l'érosion des sols agricoles lorsqu'ils sont à nu (août-septembre).

Les graphiques mettent en évidence une tendance à la hausse plus forte durant les mois les estivaux (septembre étant stable, juillet et août augmentant). Contrairement aux pluies automnales, on n'observe pas de période de rupture, la tendance est homogène depuis 1979.

**Le régime pluviométrique est donc à priori de plus en plus défavorable par rapport aux risques d'érosion des sols après récolte.**

*Tendance linéaire entre 1979 et 2014 :*




**Document n° 68 :** Cumuls mensuels estivaux et tendance linéaire (1979-2014), Henneveux

**Période hivernale (janvier-avril)**

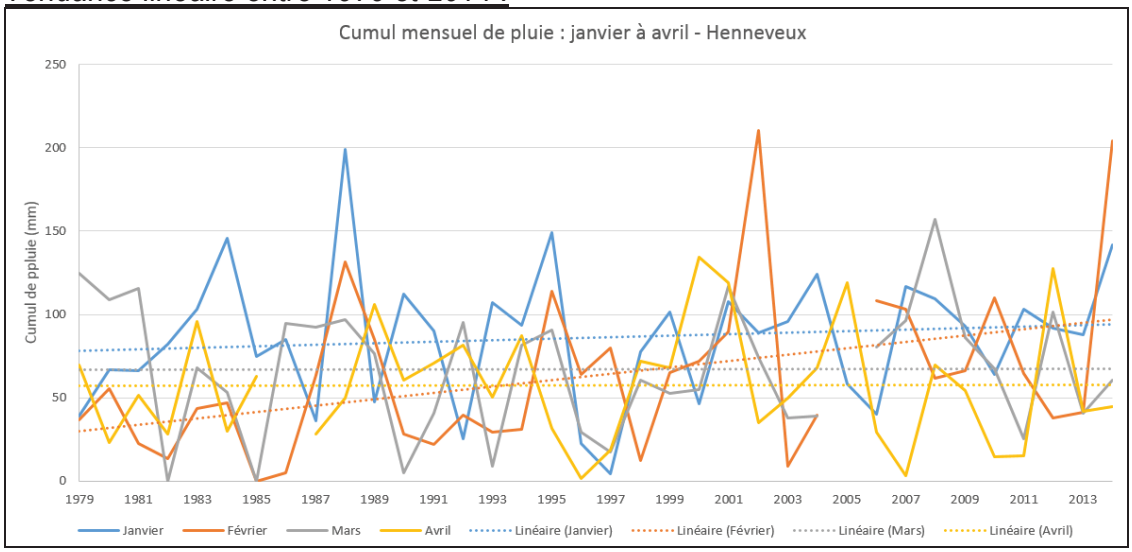
Cette période est intéressante à étudier car les exploitants agricoles signalent que le marais est de plus en plus longtemps inondé à l'entrée du printemps, en mars/avril. Il était donc pertinent d'analyser la pluviométrie jusqu'en avril.

**Les graphiques mettent en évidence une tendance stable ou très faiblement à la hausse pour la période hivernale jusqu'en avril. Le seul mois nettement à la hausse est février.**

**La tendance est homogène depuis 1979, et cela démontre qu'il n'y a pas d'augmentation significative de la pluviométrie en période hivernale et pré-printanière depuis plus de 35 ans, ce qui va à l'encontre du phénomène signalé de prolongement des risques d'inondations du marais jusqu'au début du printemps.**

**La pluviométrie n'est donc statistiquement pas en cause dans le fait que les agriculteurs signalent que depuis quelques années le Marais est inondé de plus en plus tard en sortie d'hiver/début de printemps.**

*Tendance linéaire entre 1979 et 2014 :*




**Document n° 69 :** Cumuls mensuels hivernaux et tendance linéaire (1979-2014), Henneveux

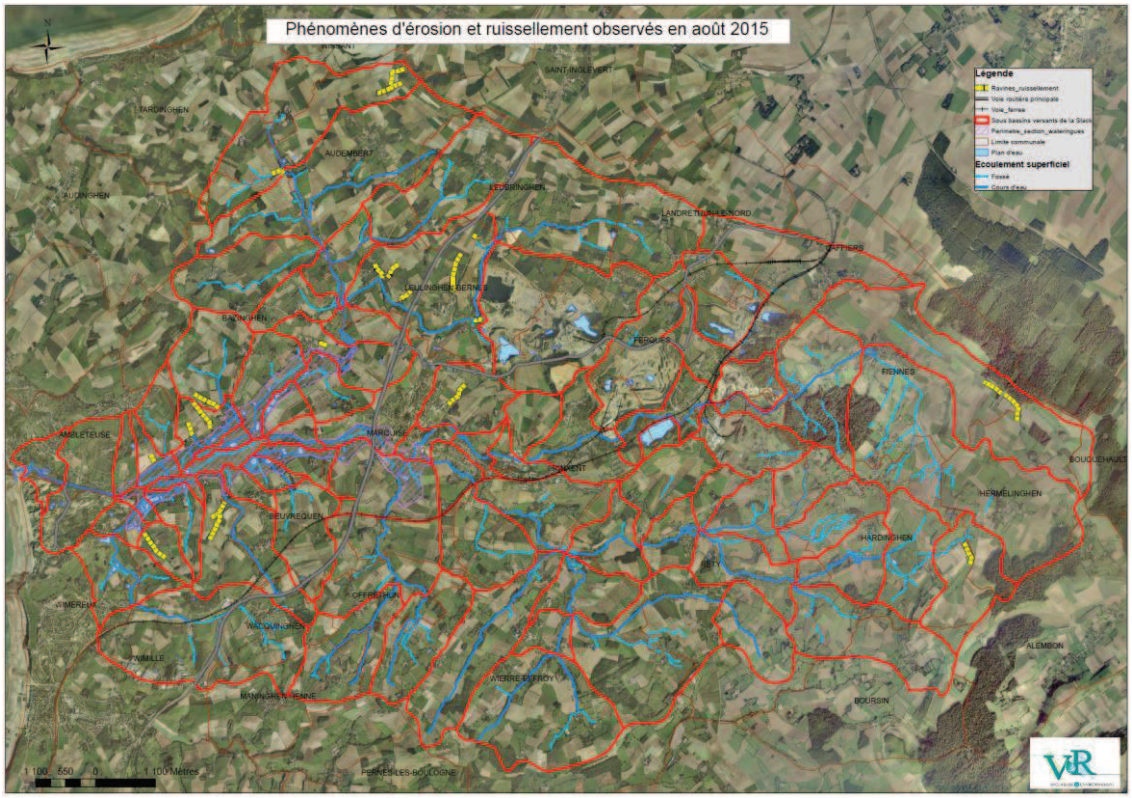
Comme l'a démontré PROLOG dans son *étude hydrologique et hydraulique des bassins versants du Boulonnais* (2015), bien que la station pluviométrique se situe sur le bassin versant de la Liane, les conclusions faites restent valable pour la Slack de par la ressemblance des bassins et leur proximité géographique.

## 6.7 Hydrographie détaillée : inondations du marais, ruissellement et érosion – observations et cas spécifique des orages d'août 2015

Une succession de 3 journées d'orages s'est produite à la fin août 2015, et le marais a été partiellement inondé alors que la récolte du foin n'était pas terminée. On a observé aussi plusieurs coulées de boues traversant les routes ou les zones habitées en lien avec l'érosion et le ruissellement sur les terres agricoles à nu.

Un reportage photographique a été effectué dans l'après-midi suivant le principal orage qui s'était produit le lundi 31 août vers 11h00. L'ensemble des photographies a été localisé sur les cartographies SIG et quelques-unes sont reprises dans les pages suivantes. Les écarts à Hermelinghen et Fiennes n'ont pas été photographiés lors de l'orage, mais on bien ruisselés à cette occasion (ravines déjà formées avant d'ailleurs).

**Il n'a pas été recensé de dommages aux habitations ni bâtiments agricoles ou d'entreprises lors de cette crue décennale. Les dommages observés auraient pu concerner les récoltes de balles de foins encore présentes dans le Marais, mais elles ont rapidement pu être évacuées. Pour cette crue décennale d'été, il n'y a donc pas eu de dommages chiffrables sur le bassin versant. Il y a forcément eu des coûts associés au nettoyage de certaines rues couvertes de boue, mais nous n'avons pas eu de remontées d'informations à ce sujet.**




**Document n° 70 :** Localisation des phénomènes d'érosion/ruissellement suite aux orages du 31 août 2015.

Photos 7.01 et 7.02 : Erosion et ruissellement en amont de Leulinghen (août 2015 – V2R).

Photos 7.03 et 7.04 : Erosion et ruissellement en amont de Leulinghen (août 2015 – V2R).

Photos 7.05 et 7.06 : Ruisseau de Bazinghen 4 heures après l'orage (août 2015 – V2R).

Photo 7.07 : Ruisseau de Bazinghen 4 heures après l'orage et apports des eaux d'exhaures des carrières du Boulonnais (août 2015 – V2R).

Photos 7.08 & 7.09 : Ruissellement et érosion sur les terres agricoles à Bernes – débordement sur voirie (août 2015 – V2R).

Photos 7.10 & 7.11 : Coulées de boue à Bernes – accumulation de boue en amont des ralentisseurs (très fort risque accidentogène) (août 2015 – V2R).

Photos 7.12 & 7.13 : Inondations précoces sur les pâtures en fond de vallée – Noir-Bernes (août 2015 – V2R).

Photos 7.14, 7.15 et 7.16 : Inondation partielle et précoce du Marais, Bazinghen, Beuvrequen et Ambleteuse (août 2015 – V2R).

Photo 7.17 : Inondation partielle et précoce du Marais, Bazinghen, Beuvrequen et Ambleteuse (août 2015 – V2R).

Photos 7.18 et 7.19 : Ruissellement et érosion à Beuvrequen (côté sud du Marais) (août 2015 – V2R).

Photo 7.20 : La Slack à Beuvrequen 5 heures après l'orage – vue vers l'amont (août 2015 – V2R).

Photo 7.21 : La Slack à Beuvrequen 5 heures après l'orage – vue vers l'aval (août 2015 – V2R).

*REMARQUE :*
Des fiches désordres spécifiques sont réalisées pour les désordres observés et sont annexées au rapport.

## 6.8 Analyse des dommages liés aux crues sur le bassin versant de la Slack (retours d'expériences, témoignages, bibliographie)

La crue décennale n'a pas engendré de dommages significatifs et estimables sur le bassin versant. La décrue a été rapide et le foin déjà récolé en balles a pu être évacué du marais avant l'automne.

Les retours d'informations issues des collectes de données et des rencontres avec les communes ont permis de synthétiser les désordres et dommages connus sur le bassin versant, citons en particulier :

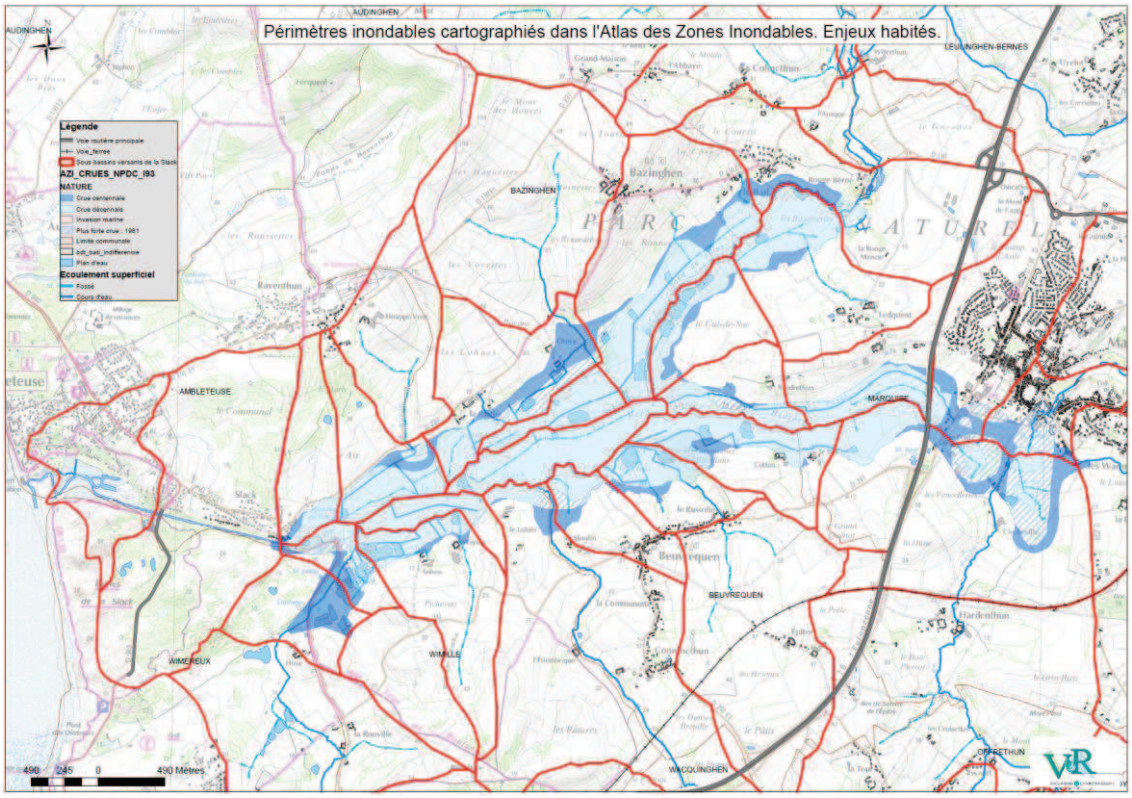
- Hardinghen : inondations à la ferme Taverne (20cm d'eau), Route de Boursin (1 ferme et la cours de deux habitations), Rue de l'Eau Courte (25cm d'eau, 4 maisons cernées par les eaux), en bas de la rue de l'Eglise (garage et dépendances inondées, 20cm d'eau).
- Ferques : une ferme menacée le long de la RD231, les habitations situées près du Parc d'Elinghen menacées également. Une maison inondée rue du Hure (10cm d'eau).
- Hermelinghen : une habitation avec jusqu'à 80cm d'eau. Inondation d'une route départementale en plein virage.
- Leulinghen-Bernes : ruissellements et coulées de boue menaçant certaines habitations (lotissement des Capucines, Uzelot, Bernes).

Plusieurs désordres liés à l'érosion des berges des cours d'eau et leur menace – à terme - concernant des fermes ont été signalés, notamment dans le secteur de la Ménandelle. Les terrains sont plus sableux et sensibles à l'érosion dans ce secteur.
Il y a de très nombreux points de ruissellement et coulées de boues coupant des routes (voies communales, routes départementales) sur l'ensemble du bassin versant.

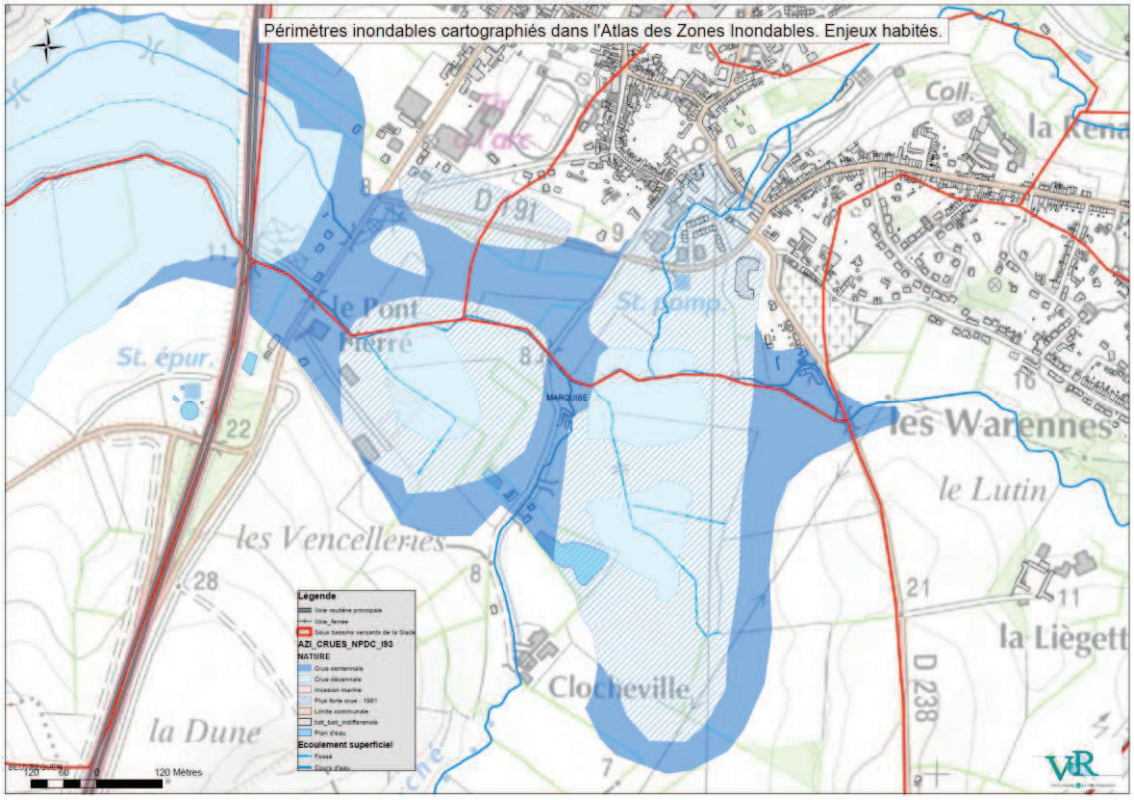
Les dommages sur les zones urbanisées de Marquise et Rinxent sont surtout générés par les débordements de réseaux d'assainissement pluviaux, indépendamment des crues de la Slack (même si au regard des cartographies de zones inondables celles-ci peuvent concerner des habitations en lit majeur sur Marquise et Rinxent pour des crues très rares).

Les cartographies reprises en pages suivantes sont extraites de l'Atlas des Zones Inondables et montrent les zones urbanisées potentiellement touchées par les inondations (notamment sur Marquise et Slack). Notons que la modélisation hydraulique réalisée dans le cadre de cette étude n'a pas pour objet de réaliser un zonage de prévention des inondations, mais elle contribuera à délimiter plus précisément les enjeux inondables sur le territoire.

*REMARQUE :*
Des fiches désordres spécifiques sont réalisées pour les désordres précités et sont annexées au rapport.




**Document n° 71 :** Carte du périmètre inondable – extrait de l'Atlas des Zones Inondables.




**Document n° 72 :** Carte du périmètre inondable, zoom au 1/5000ème au niveau du Hameau de Slack – extrait de l'Atlas des Zones Inondables.