

## RAPPORTS

Service  
Ressources Naturelles

Bureau Hydrologie,  
Hydrométrie et  
Prévision des Crues

25 avril 2016

# Observatoire de la Risle

## Données quantitatives des eaux superficielles



Direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement  
de Normandie



Direction régionale  
de l'Environnement,  
de l'Aménagement  
et du Logement  
NORMANDIE

## Historique des versions du document

Version	Date	Commentaire
0	09 mai 2016	

## Affaire suivie par

<b>Stéphane HELOUIN - Service Ressources Naturelles / B2HPC</b>
<i>Tél. : 02 32 81 35 84 / Fax : 02 32 81 35 99</i>
<i>Courriel : <a href="mailto:stephane.helouin@developpement-durable.gouv.fr">stephane.helouin@developpement-durable.gouv.fr</a></i>

## Rédacteur

**Stéphane HELOUIN - Service Ressources Naturelles / B2HPC**

## Relecteurs

Claude GIRARD – SRN/B2HPC  
Stéphane PINEY – SRN/B2HPC

## Référence(s) intranet

*<http://>*

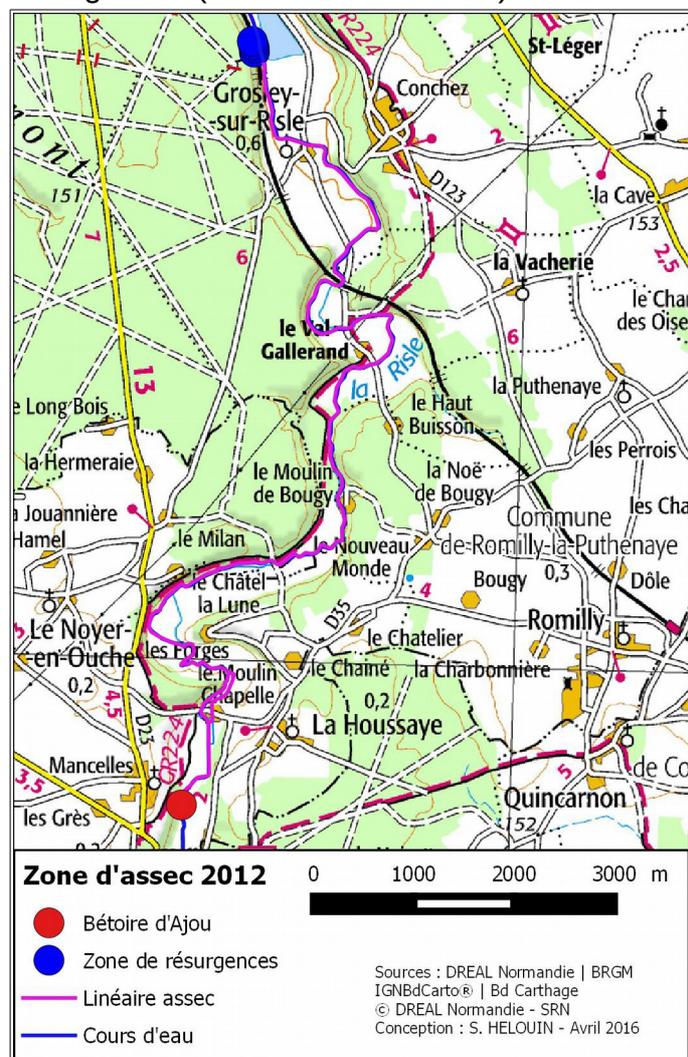
# SOMMAIRE

<b>1 - CONTEXTE ET OBJECTIFS.....</b>	<b>4</b>
<b>2 - MISSIONS ET MÉTHODOLOGIE.....</b>	<b>5</b>
2.1 - Installation de deux stations hydrométriques.....	5
2.2 - Campagnes de jaugeages.....	6
2.2.1 -Matériel utilisé.....	6
2.2.2 -Des profils étendus.....	7
2.2.3 -Des profils restreints.....	8
<b>3 - RÉSULTATS.....</b>	<b>9</b>
3.1 - Stations hydrométriques.....	9
3.2 - Campagnes de jaugeages.....	10
3.2.1 -les profils étendus.....	10
3.2.2 -Les profils restreints.....	11
<b>4 - ANALYSES ET CRITIQUE DES RÉSULTATS.....</b>	<b>12</b>
4.1 - Sur le fonctionnement de la Risle amont et moyenne : les profils étendus.....	12
4.1.1 -Qualification de l'écoulement superficiel au moment des campagnes de mesures.....	12
4.1.2 -Evolution temporelle des débits.....	13
4.1.3 -Évolution spatiale des débits.....	13
4.2 - Zoom sur la bétoire d'Ajou et la zone d'assec.....	14
4.2.1 -Résultats avant les travaux de comblement.....	14
4.2.1.a - Capacité d'engouffrement.....	14
4.2.1.b - Influence des travaux sur le comportement de la bétoire.....	14
4.2.2 -Analyses des résultats après les travaux.....	15
4.2.2.a - Une fin de période d'étude en juin 2015.....	15
4.2.2.b - De forte variations temporelles.....	15
4.2.2.c - De très bonnes corrélations sur les cinq points de mesure.....	16
<b>5 - CONCLUSION.....</b>	<b>17</b>

# 1 - Contexte et Objectifs

La Risle moyenne est caractérisée par un fonctionnement hydrogéologique particulier. En effet, sur ce secteur, de nombreuses pertes existent entraînant une diminution du débit de la rivière de l'amont vers l'aval.

Le 27 juillet 2012 une bétoire de grande ampleur s'est effondrée dans le lit de la Risle entre les communes de la Ferrière-sur-Risle et d'Ajou au lieu-dit Mancelle. Cet engouffrement a provoqué un assèchement complet de la rivière sur un tronçon d'environ 12 Km. Ces pertes sont restituées sur un secteur plus aval (au niveau de Beaumont-le-Roger) au droit de résurgences (Cf. Carte ci-dessous).



Carte n°1 : Zone d'assec observé après l'ouverture de la bétoire en 2012



Photo n°1 : Bétoire d'Ajou vue de dessus  
Source : DREAL Normandie/SRN/BEMA



Photo n°2 : Zone d'assec à l'aval de la bétoire  
Source : DREAL Normandie/SRN/B2HPC

Étant donnée l'importance de ce phénomène naturel et les conséquences économiques, écologiques et sociales engendrées, il a été décidé de procéder au comblement partiel de cette bétoire. Toutefois, devant la méconnaissance des fonctionnements d'échanges karstiques entre la nappe et la rivière et des conséquences que peut avoir un tel phénomène, il a été acté la mise en place d'un observatoire de la Risle piloté par le Bureau de Recherche Géologique et Minière (BRGM).

Cet observatoire a notamment pour objectif d'acquérir des données sur le fonctionnement qualitatif et quantitatif de l'hydro-système Risle – nappe de la craie dans différentes situations hydrogéologiques et hydrologiques, d'étudier le comportement de la bétoire d'Ajou et d'évaluer l'impact des travaux de comblement.

Dans ce cadre l'unité hydrologie et hydrométrie Est de la DREAL Normandie a été missionnée afin de fournir une partie des éléments quantitatifs sur les eaux superficielles de ce secteur de la Risle.

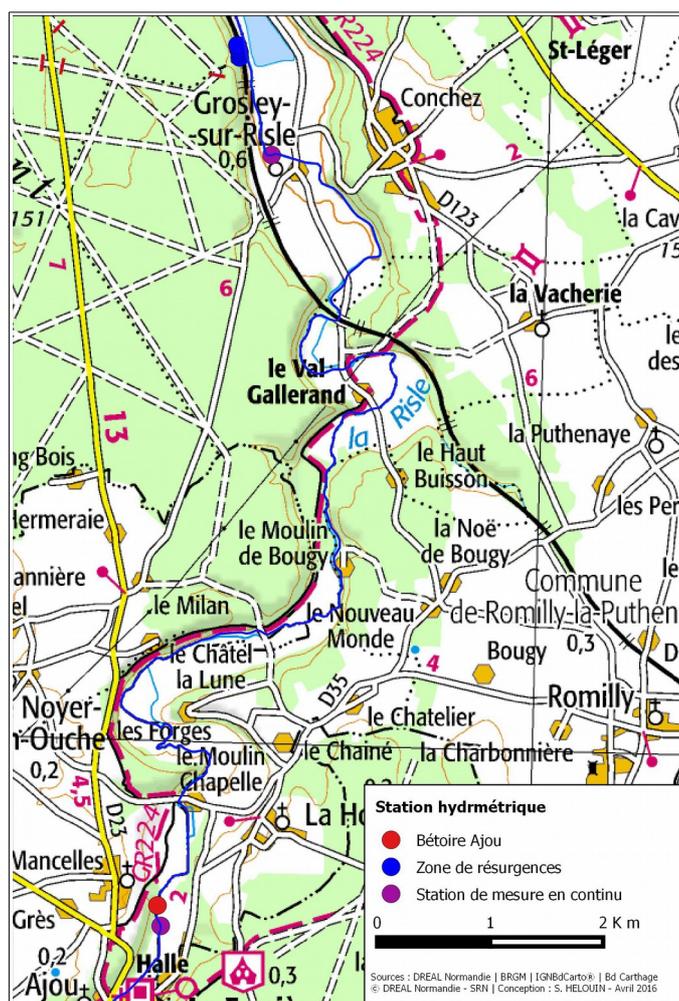
## 2 - Missions et méthodologie

Afin de d'obtenir des données nécessaires à l'estimation des flux d'entrée et de sortie du secteur d'étude et de suivre le comportement de la béttoire d'Ajou et des autres zones de pertes, trois grands types de mesures ont été demandée au Bureau de l'Hydrométrie, de l'Hydrologie et Prévision des crues (B2HPC) : acquisition de données en continu, profils en long sur tout le linéaire de la Risle amont et moyenne et réalisation de profils en long sur la zone en assec en 2012.

### 2.1 - Installation de deux stations hydrométriques

Deux stations de mesures en continu ont été installées sur le linéaire de la Risle impacté par la béttoire. La première se situe à l'amont immédiat de celle-ci, sur la commune d'Ajou.

La deuxième se situe sur la commune de Grosley-sur-Risle, à l'amont immédiat de la zone de résurgences.



Carte n°2 : Situation des deux stations de mesure en continu

Les stations d'Ajou et de Grosley ont été installées respectivement le 24 août 2012 et 12 juillet 2013.

Ces stations de mesures de la hauteur permettent d'estimer les débits par l'intermédiaire de courbes de tarage. De nombreuses mesures ont donc été réalisées sur ces deux sites.

Toutes les mesures effectuées ont été versées dans la banque Hydro.



## 2.2 - Campagnes de jaugeages

Deux types de campagnes de mesures ont été réalisées avec des fréquences et des secteurs géographiques différents.

Sur le premier type de tournée, les jaugeages se situaient sur la partie amont et moyenne de la Risle afin d'avoir une image globale de son fonctionnement.

Le deuxième type de profil s'est déroulé sur une partie plus restreinte et ne concernait que la partie en assec.

### 2.2.1 - Matériel utilisé

Sur tous les points, nous avons retenu la méthode de mesure par exploration du champ des vitesses (méthode la plus couramment utilisée) soit à l'aide de moulinets montés sur une perche soit à l'aide d'un profileur à effet Doppler (ADCP).

Suivant les sections de jaugeage et les conditions d'écoulement, les mesures ont été réalisées à l'aide de différents matériels régulièrement utilisés par notre service :



Photo n°4 : Exemple d'un jaugeage au moulinet sur la Risle à Rai  
Source : DREAL Normandie/SRN/B2HPC

Moulinets montés sur perches :

- un moulinet C2 de marque OTT n° de série 39 028, hélice 3-40 917 (date du dernier étalonnage : le 19/09/2011) ;
- un moulinet C2 de marque OTT n° de série 132266, hélice 1-133310 (date du dernier étalonnage : le 07/10/2014) ;
- un moulinet C31 de marque OTT n° de série 39 668, hélice A-39919 (date du dernier étalonnage : le 19/09/2011) ;
- un moulinet C31 de marque OTT n° de série 141887, hélice A-106201 (date du dernier étalonnage : le 07/10/2014).

Profileurs à effet Doppler (ADCP) :

- Un profileur ADCP Surveyor de marque Son-TEK, n° de série 2989 et 3786 ;
- Un profileur ADCP Stream-Pro de marque RDI instrument n° de série 229.



Photo n°5 : Exemple d'un jaugeage avec un profileur ADCP Surveyor  
Source : DREAL Normandie/SRN/B2HPC

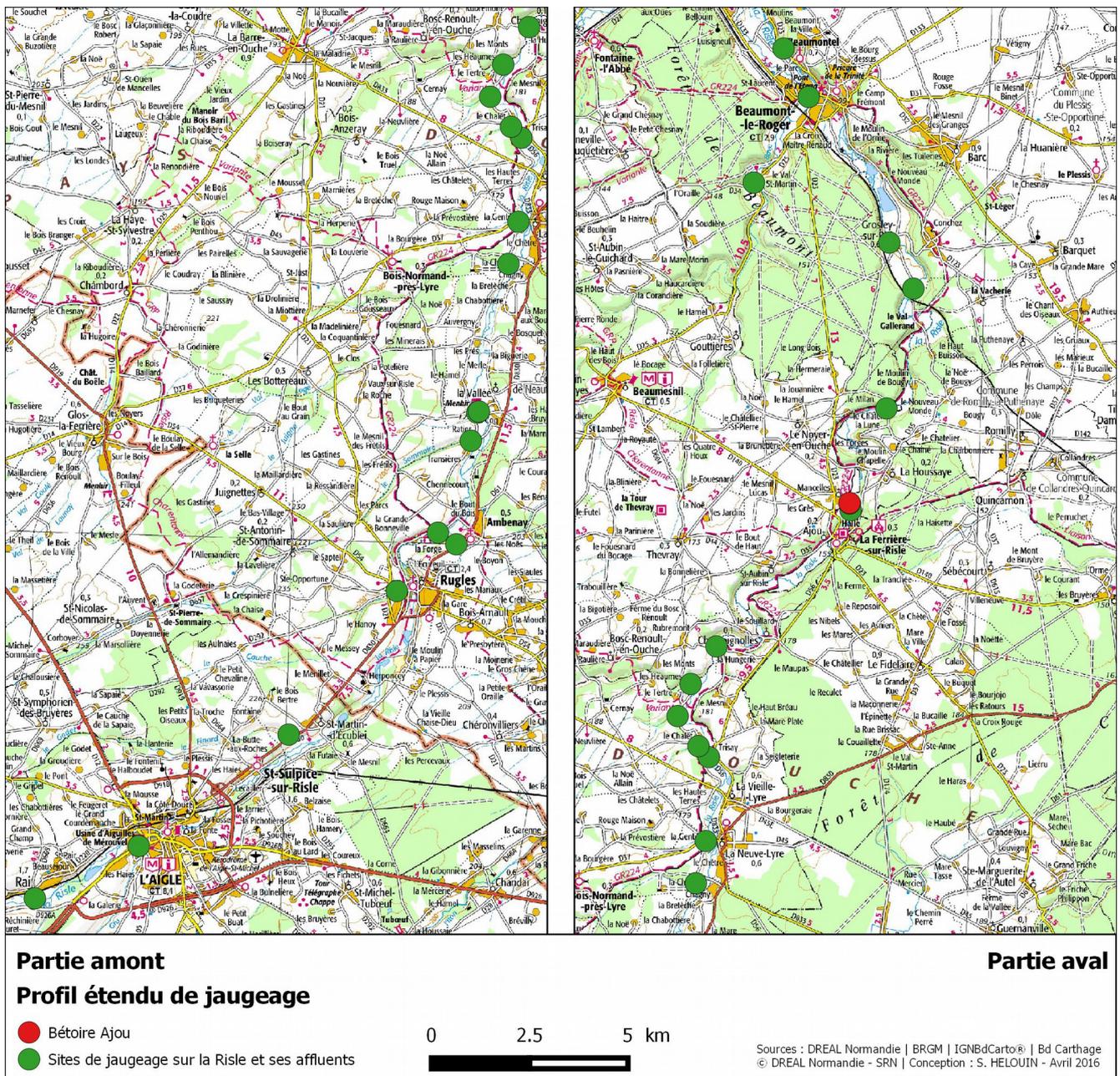
## 2.2.2 - Des profils étendus

Les mesures ont été réalisées lors de trois profils en long effectués sur deux jours consécutifs :

- au mois de septembre 2013 : ce profil a été effectué les 25 et 26 septembre afin de quantifier les volumes d'eau écoulés en période de basses eaux souterraines ;
- au mois d'avril 2014 : ce profil a été réalisé le 16 et 17 avril afin de quantifier les écoulements en période de hautes eaux souterraines ;
- au mois d'octobre 2014 : ce profil a été réalisé le 22 et 23 octobre afin de quantifier les écoulements en période de hautes eaux souterraines. Nota ce profil a été réalisé sur trois jours suite à un problème de vannage en cours sur certains points.

Ces profils ont été réalisés en l'absence de précipitations sur la zone d'étude : elles sont ainsi représentatives du débit de base des cours d'eau et ne sont pas parasitées par des écoulements intermédiaires et non-reproductibles.

Ils ont pour but de caractériser le fonctionnement global de l'hydrosystème Risle.



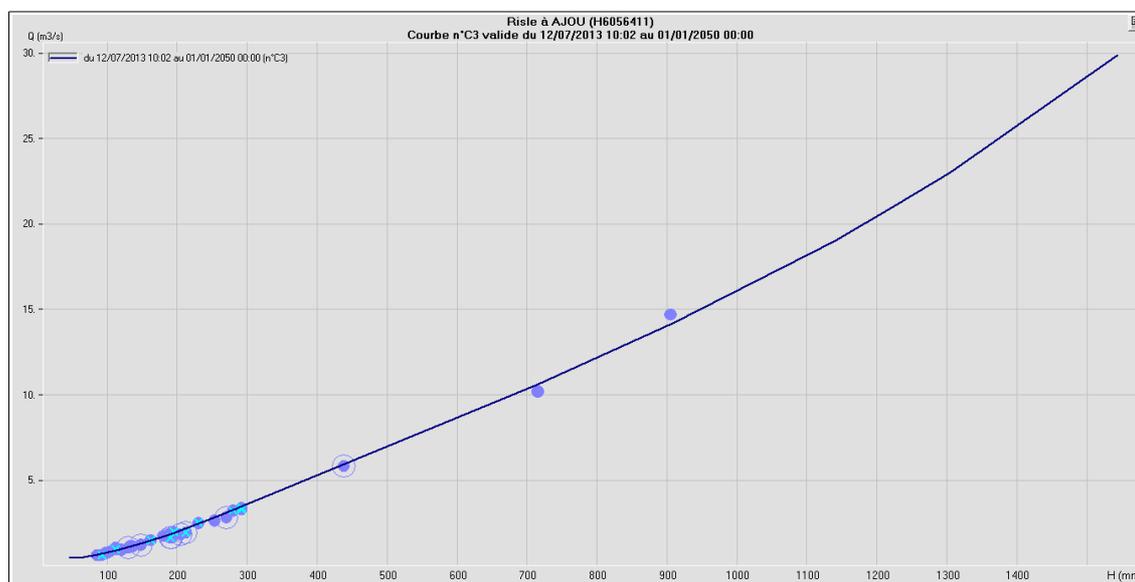
Carte n°4 : Situation des points de jaugeages sur la Risle et ses affluents lors des campagnes étendues.



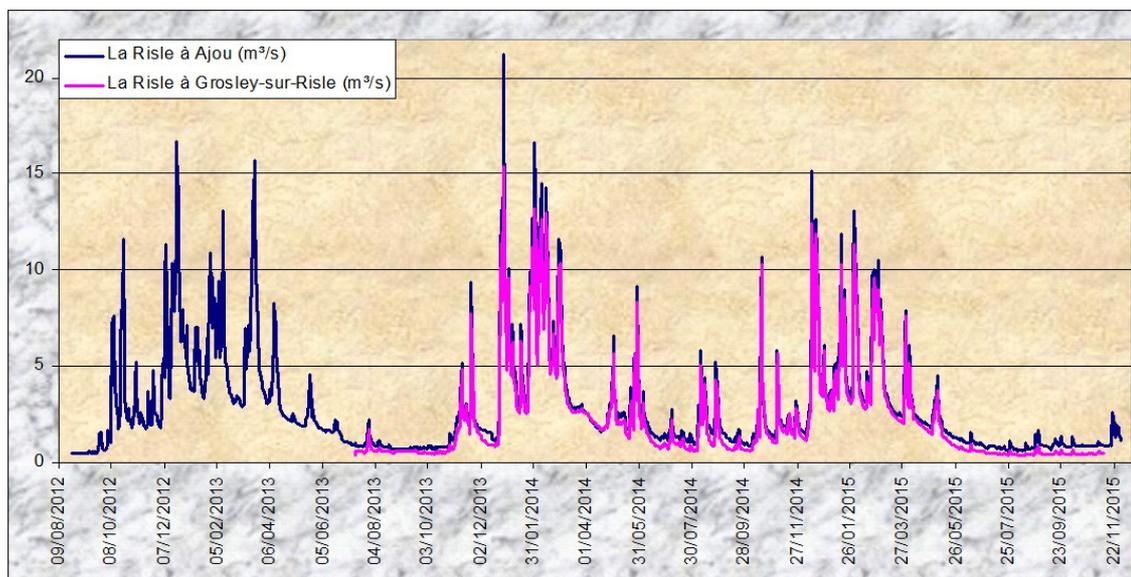
## 3 - Résultats

### 3.1 - Stations hydrométriques

Afin de convertir les hauteurs enregistrées sur les deux stations en débits, des courbes de tarage ont été réalisées sur les deux stations. Celles-ci ont été faites sur la base d'une vingtaine de mesures sur la station de Grosley et une quarantaine sur la station d'Ajou.



Graphique n°1 : Courbe de tarage établie sur la station d'Ajou



Graphique n°2 : Récapitulatif des données de débit enregistrés sur les stations d'Ajou et de Grosley

Il est à noter que sur la station d'Ajou, des problèmes de matériels ont entraîné la perte de certaines données (avril, mai, juin et novembre 2013). Toutefois, ces absences de données ont pu être comblées par des corrélations.

## 3.2 - Campagnes de jaugeages

### 3.2.1 - les profils étendus

Les résultats des trois profils sont récapitulés dans le tableau suivant :

	Septembre 2013			Avril 2014			22 octobre 2014		
	Débit (m³/s)	Date	Commentaires	Débit (m³/s)	Date	Commentaires	Débit (m³/s)	Date	Commentaires
La Risle à Rai	0,527	25/09/2013		0,998	16/04/2014		1,18	22/10/2014	
Le ruisseau de Gru à l'aigle	0,004	25/09/2013		0,017	16/04/2014		0,046	22/10/2014	
Le Finnard à St-Martin d'Ecublei	0	25/09/2013		0	16/04/2014		0	22/10/2014	Traces d'écoulement récent
Le Cauche à Rugles	0	25/09/2013		0	16/04/2014		0	22/10/2014	
Le Fossé de Bois Arnaud à Ambenay	0	25/09/2013		0	16/04/2014		0	22/10/2014	
La Risle à Ambenay (Au moulin Roger)	1,006	25/09/2013		1,587	16/04/2014		2,073	22/10/2014	
Le Sommaire à Neaufle Auvergny	0	25/09/2013	Suite à conversation avec employé communal, le Sommaire coule jusqu'à Saint-Antonnin	0	16/04/2014	Traces d'écoulement récentes	0	22/10/2014	Traces d'écoulement récent
Le fossé de St Antonnin de Sommaire	0	25/09/2013		0	16/04/2014		0	22/10/2014	
La Risle à Neaufle Auvergny	0,86	25/09/2013	Jaugeage au pont de la D833 impossible, jaugeage de 3 bras à l'aval (Lieu-dit Trisay)	1,709	16/04/2014		2,285	22/10/2014	
Le Val Logé à la Neuve Lyre	0	25/09/2013		0,033	16/04/2014		0,033	22/10/2014	
Fossé de la Neuve Lyre à la Neuve Lyre	0	25/09/2013		0	16/04/2014		0	22/10/2014	
La Risle à la Vieille Lyre	0,818	25/09/2013		1,685	16/04/2014		2,264	22/10/2014	
Fossé de la vieille Lyre à la Vieille Lyre	0	25/09/2013		0	16/04/2014		0	22/10/2014	
Fossé de Bois Anzeray à la Vieille Lyre	0	25/09/2013		0	16/04/2014		0	22/10/2014	
Le Vernet à la Vieille Lyre	0	25/09/2013		0	16/04/2014		0	22/10/2014	
La Risle à Bosc Renoult	0,809	25/09/2013		1,716	16/04/2014		2,252	22/10/2014	
La Risle à Ajou amont bétoire	0,742	25/09/2013		1,64	16/04/2014		1,94	22/10/2014	
La Risle à Ajou aval bétoire	0,698	25/09/2013		1,67	16/04/2014		1,91	22/10/2014	
La Risle au lieu-dit le Milan	0,508	26/09/2013		1,556	17/04/2014		1,34	23/10/2014	Mesure faussée par un vannage
La Risle au Val Gallerand	0,452	26/09/2013		1,371	17/04/2014		1,778	23/10/2014	
La Risle à Grosley	0,436	26/09/2013		1,416	17/04/2014		1,765	23/10/2014	
La Bave au Val St Martin	0	26/09/2013	Les deux sources le long de la D25 sont également à sec	0,052	17/04/2014	Pas d'écoulement au point de jaugeage prévu initialement. Mesure effectuée à l'aval du Val St Martin au niveau des passerelles située le long de la D25. Traces d'écoulement récentes observées sur le point prévu.	-	21/10/2014	Pas d'écoulement au droit de la section mais écoulement plus en aval mesuré par BRGM
La Bave aval à Beaumont le Roger	0,809	26/09/2013		1,33	17/04/2014		1,25	21/10/2014	
La Risle à Beaumontel	3,34	26/09/2013		5,088	17/04/2014		5,974	23/10/2014	Douteux vannage en cours

Tableau n°1 : Récapitulatif des résultats de jaugeages sur les trois profils en long étendus

### 3.2.2 - Les profils restreints

Les résultats de tous les profils restreints sont consignés dans tableau ci-dessous. Les résultats de jaugeages effectués avant la mise en place de l'observatoire de la Risle, et avant les travaux de comblement partiel (juillet 2013) ont également été intégrés à ce tableau.

Date	Ajou (amont bétoire) (m³/s)	Ajou (aval bétoire) (m³/s)	Le Milan (m³/s)	Le val Gallerand (m³/s)	Grosley sur Risle (m³/s)	Commentaires
06/08/2012	0,816	0	0	0	0	
23/08/2012	0,516	0	0	0	0	
05/09/2012	0,501	0,073	-	-	-	
12/09/2012	0,568	0,159	-	-	-	
27/09/2012	1,058	0	0	0	0	
11/10/2012	3,71	2,59	-	-	-	
22/10/2012	11,7	11,2	-	-	-	
12/11/2012	2,58	1,77	1,542	1,32	1,371	
10/12/2012	5,95	5,6	-	-	-	
16/01/2013	6,17	5,85	-	-	-	
11/02/2013	12,12	-	-	-	-	
15/04/2013	4,898	4,578	-	-	-	
24/05/2013	2,27	1,735	1,561	1,506	1,469	
26/06/2013	1,25	0,391	0,336	0,26	0,234	
11/07/2013	0,946	0,254	-	-	-	Bras de retour vers la bétoire fermé. Pas de mesure de la capacité totale d'engouffrement de la bétoire.
12/07/2013	1,051	0,979	-	-	-	
18/07/2013	0,953	0,898	-	-	0,542	
22/07/2013	0,824	0,77	-	-	-	Débit dans bras de dérivation très faible : 25 l/s
02/08/2013	0,929	0,857	0,831	0,698	0,591	Bras de dérivation bouché
28/08/2013	0,614	0,53	0,498	0,458	0,513	
26/09/2013	0,742	0,698	0,508	0,452	0,436	Fais sur deux jours lors du profil étendu. Végétation importante sur l'aval
30/10/2013	0,942	0,919	0,92	0,844	0,75	Attention pluie sur la période mais onde de crue passée
19/11/2013	1,886	1,785	1,668	1,667	1,644	
16/12/2013	1,136	1,141	1,036	0,894	0,9	
15/01/2014	2,653	2,595	2,568	2,504	2,353	Attention pluie sur la période mais onde de crue passée
24/02/2014	5,829	5,739	5,631	5,565	5,577	Attention pluie sur la période mais onde de crue passée
17/03/2014	2,83	2,828	2,977	2,877	2,689	
16/04/2014	1,64	1,67	1,556	1,371	1,416	Fais sur deux jours lors du profil étendu.
16/05/2014	1,83	1,76	1,849	1,757	1,66	Attention pluie sur la période mais onde de crue passée
19/06/2014	1,23	1,23	1,164	1,008	1,02	
17/07/2014	1,15	1,05	0,939	0,825	0,789	
19/08/2014	1,733	1,638	1,637	1,299	1,325	Attention pluie sur la période mais onde de crue passée
17/09/2014	1,07	0,929	0,854	0,741	0,659	
23/10/2014	1,94	1,91	1,835	1,778	1,765	Attention pluie sur la période mais onde de crue passée La donnée du Milan est issue de la corrélation. Valeur mesurée 1.34m³/s mais en vannage
21/11/2014	1,64	1,61	1,721	1,658	1,654	Attention pluie sur la période mais onde de crue passée
26/01/2015	3,38	3,306	3,299	2,858	3,067	
19/02/2015	3,226	3,176	2,997	3,157	2,923	Attention pluie sur la période mais onde de crue passée
19/03/2015	2,509	2,441	2,281	2,339	2,25	
22/04/2015	1,978	1,793	1,599	1,606	1,645	
18/05/2015	1,493	1,455	1,304	1,214	1,125	Attention pluie sur la période mais onde de crue passée
09/06/2015	0,964	0,897	0,75	0,715	0,675	
24/07/2015	0,626	0,568	0,421	0,412	0,31	Vannage, la valeur du val Gallerand est issue de la corrélation et la valeur de Grosley provient de la courbe de tarage

Tableau n°2 : Récapitulatif des résultats de jaugeages sur les trois profils en long étendus

## 4 - Analyse et critique des résultats

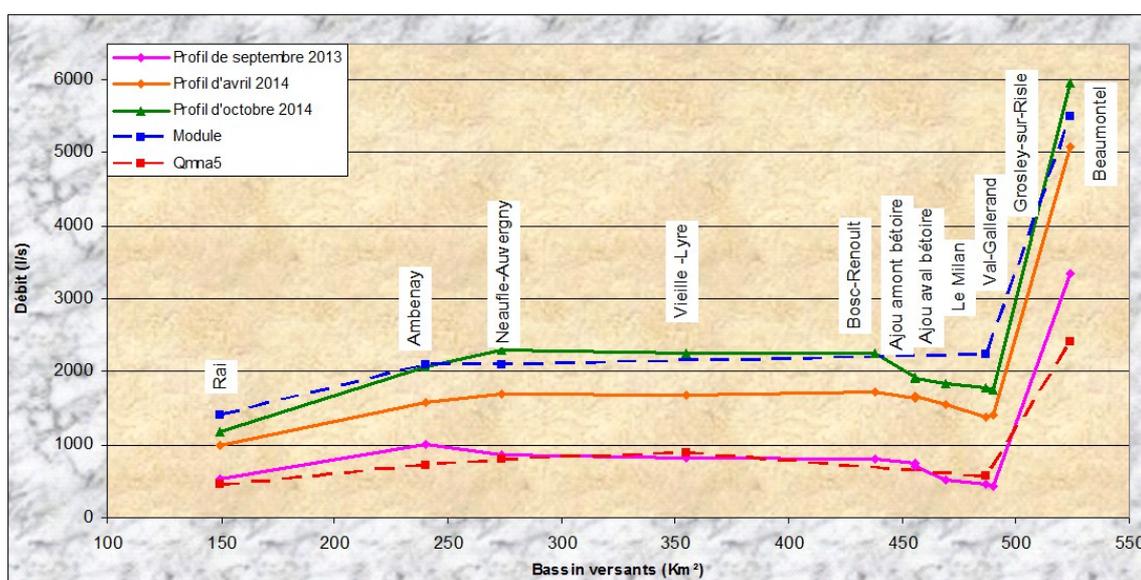
### 4.1 - Le fonctionnement de la Risle amont et moyenne : les profils étendus

Le débit spécifique est une mesure de l'écoulement d'un cours d'eau comparé à la taille de son bassin versant. Il se définit comme étant le nombre de litres d'eau qui s'écoule en moyenne chaque seconde par kilomètre carré du bassin.

Cette représentation des débits permet une comparaison spatio-temporelle des écoulements d'un bassin versant (*Répartition des écoulements en basses eaux, aspects méthodologiques*, Corbonnois et al ; 1999).

Le graphique suivant récapitule l'évolution des débits spécifiques pour la Risle.

Nous avons également fait figurer sur ce graphique les données de débits caractéristiques (module et QMNA5) qui avaient été estimées par la DREAL Haute-Normandie (Atlas hydrologique de Haute-Normandie – 2005).



Graphique n°3 : Evolution du débit sur le bassin versant de la Risle amont et moyenne

#### 4.1.1 - Qualification de l'écoulement superficiel au moment des campagnes de mesures

Au regard de ce graphique, la première constatation concerne la saisonnalité des écoulements. En effet, comme indiqué au paragraphe 2.2.2. trois profils ont été réalisés afin de déterminer si des différences de fonctionnement existaient entre les périodes de hautes-eaux et les périodes de basses-eaux.

En comparant avec les débits caractéristiques établis en 2005 par notre service, il est clairement établi que la campagne de mesures effectuée en avril 2014 a bien été faite sur des débits proches des modules (débits moyens inter-annuels) alors que la campagne de septembre 2013 qualifie bien des débits plus faibles proches du QMNA5 (débit mensuel minimal d'une année calendaire atteint en moyenne une fois tous les cinq ans).

Concernant la campagne d'octobre 2014, celle-ci avait également pour objectif de quantifier les écoulements en période de basses eaux. Or, les débits mesurés sur les différents points sont très proches des modules.

**La campagne d'octobre qualifie donc davantage un fonctionnement de l'hydrosystème en moyennes eaux.**

Au cours de l'année hydrologique 2013 – 2014, la pluviométrie enregistrée dans l'Eure a été en effet plus abondante que les années précédentes. De plus en août 2014 la pluviométrie a

été très abondante et largement excédentaire (95,7 mm à la station de Evreux-Huest, soit + 157 % par rapport à la normale). Cette pluviométrie explique sans doute pourquoi les basses eaux n'ont pas été atteintes au mois d'octobre.

#### 4.1.2 - Evolution temporelle des débits

Sur le graphique précédent, on peut constater que les courbes ont globalement le même aspect en période de hautes et de moyennes eaux. Toutefois, ces courbes ne semblent pas être tout à fait parallèles.

Il est donc probable que le fonctionnement de l'hydro-système diffère selon les conditions hydrogéologiques. En effet, si toutes les sources étaient impactées de manière homogène par les changements de niveaux de l'aquifère, ces courbes seraient strictement parallèles.

Le croisement de ces données avec les données de hauteurs de nappes pourraient aboutir à des résultats intéressants permettant d'expliquer ces évolutions temporelles.

#### 4.1.3 - Évolution spatiale des débits

Sur ce bassin versant, on peut observer que la progression des débits spécifiques n'est pas linéaire.

Dans son article de 1999 : « *Répartition des écoulements en basses eaux – Aspects méthodologiques* », J. CORBONNOIS rappelle que : « la méthode d'élaboration du profil hydrologique est fondée sur la relation existant entre le débit  $Q$  et la surface  $A$  correspondante du bassin au point de mesure, selon la loi  $Q = h A^g$ . Cette relation est souvent utilisée en hydrologie pour spatialiser les débits de crues et les modules qui sont sous la dépendance des précipitations (Hirsch, 1962 et 1963 ; Léopold et Miller, 1956). Pour les étiages, la même relation peut être employée, mais en raison du mode d'alimentation alors différent des cours d'eau, elle n'est applicable que par secteur homogène de bassin versant ».

Par ailleurs, elle interprète les variations du débit caractéristique en fonction des valeurs de  $g$  et du bassin versant comme suit :

Valeur de $g$	Caractéristiques de $Q_s$ (l/s/km <sup>2</sup> )	Variation de $Q$ (l/s)
Supérieure à 1	Rapide croissance	$Q$ augmente plus vite que la surface du bassin versant – Apports très abondants d'eau correspondant au recoupement de nappes.
Proche de 1	Constant	$Q$ augmente dans les mêmes proportions que la surface du bassin versant – Apports soutenus d'eau en provenance du substratum.
Comprise entre 0 et 1	Lente décroissance	$Q$ augmente moins vite que la surface du bassin versant – Apports peu abondants d'eau en provenance du substratum.
Inférieure à 0	Rapide décroissance	$Q$ diminue lorsque la surface du bassin versant augmente – Pertes d'eau

Tableau n°4 : Signification de l'évolution des débits caractéristiques.

Le graphique n°3 semble montrer que sur ce secteur de la Risle, l'ensemble des différentes composantes d'alimentation du cours d'eau en secteur karstique décrites dans le tableau n°4 sont présentes.

Nous avons déterminé les valeurs de  $g$  pour chacun des tronçons qui semblent relativement homogène sur le linéaire de la Risle. Les résultats sont récapitulés dans le tableau n°5.

Tronçons	Septembre 2013	Avril 2014	Octobre 2014
Rai - Ambenay	1,35	0,97	1,18
Ambenay – Bosc-Renoult	- 0,32	0,095	0,099
Bosc-Renoult – Grosley-sur-Risle	- 6,05	- 2,05	- 1,93
Grosley-sur-Risle - Beaumontel	30,35	19,07	18,17

Tableau n°5 : Evolution de la valeur de g par tronçon sur les trois profils en long

Le premier tronçon de la Risle entre Rai et Ambenay semble être une zone de gain de débit quelque soit la situation hydrogéologique. En effet, la valeur de g est proche de 1 et correspond à des apports soutenus d'eau en provenance du substratum.

Sur le tronçon « Bosc-Renoult – Grosley-sur-Risle », comprenant la zone en assec en 2012, la valeur de g est négative pour les trois séries de mesures. Cette zone de pertes très importantes à l'échelle du bassin versant semble active quelles que soient les conditions d'écoulement. On notera tout de même que la valeur de g semble tendre vers 0 quand la situation de hydrogéologique tend vers les hautes eaux.

La zone « Ambenay – Bosc-Renoult » semble avoir un comportement plus changeant suivant les conditions hydrogéologiques. En effet, sur le profil de septembre 2013, réalisé en basse eaux, la valeur de g est négative alors qu'elle devient positive pour les deux autres profils (réalisés en situation de plus hautes eaux). Il serait intéressant de reproduire cette mesure en basse eaux afin de confirmer ce résultat et de densifier le nombre de points de mesures sur l'amont du secteur afin de mieux cerner une éventuelle zone de pertes. Par ailleurs, sur cette zone, même en période de « hautes-eaux », la valeur de g reste comprise entre 0 et 1, correspondant à une zone d'apports peu abondants d'eau en provenance du substratum.

Enfin, sur l'aval du secteur d'étude, on notera la très forte croissance du débit spécifique et la valeur très importante de g entre Grosley-sur-Risle et Beaumontel. Elle correspond aux secteurs de résurgences situés à l'aval de Grosley et aux apports issus de la Bave. Il est intéressant d'observer que la plus forte valeur du g se situe sur le profil effectué en basses eaux.

Là encore, le croisement de ces informations avec les autres données issues de l'observatoire de la Risle permettra peut être d'affiner les conclusions tirées de ces résultats. Il pourrait également être intéressant de d'effectuer à nouveau ces mesures afin de vérifier la reproductibilité des résultats.

## 4.2 - Zoom sur la bétoire d'Ajou et la zone d'assec

Deux périodes bien distinctes ont eu lieu au cours du suivi réalisé par notre service. La première période est représentative du fonctionnement de la Risle alors que la bétoire d'Ajou est ouverte et engouffre tout ou partie du débit de la Risle (jusqu'au 11 juillet 2013).

Sur la deuxième période, les données ont été collectées alors que les travaux de comblement de cette bétoire avait eu lieu.

### 4.2.1 - Résultats avant les travaux de comblement

#### 4.2.1.a - Capacité d'engouffrement

Dans les jours qui ont suivi l'effondrement de la bétoire d'Ajou et pendant plusieurs mois avant la constitution de l'observatoire de la Risle, la DREAL a réalisé plusieurs séries de mesures.

Une des informations à retenir de ces séries de mesures est la capacité d'engouffrement de

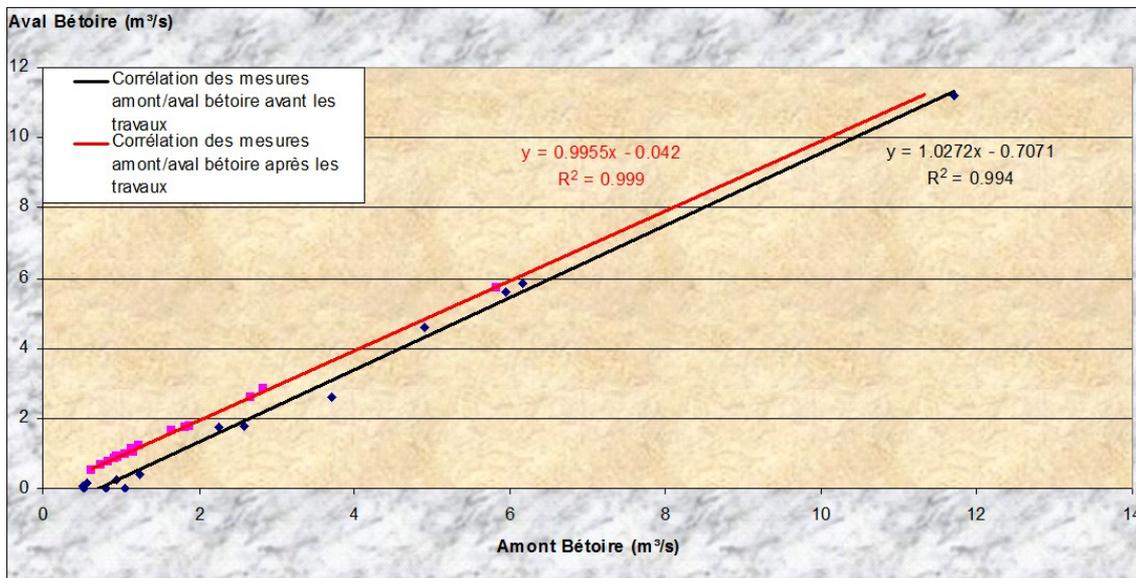
cette bétoire. En effet, plusieurs jaugeages effectués à l'amont et l'aval immédiat montrent que la capacité d'engouffrement varie énormément. En effet, le débit engouffré varie de quelque centaine de litres (0,32 m<sup>3</sup>/s en janvier et avril 2013) à plus de 1 m<sup>3</sup>/s (1,12 m<sup>3</sup>/s en octobre 2012).

Nous ne pouvons toutefois pas exclure la possibilité que cette bétoire était capable d'absorber un débit plus important. Pour vérifier cette hypothèse, une instrumentation plus lourde aurait été nécessaire afin de mesurer en continu le débit de la Risle à l'aval immédiat de la bétoire.

#### 4.2.1.b - Influence des travaux sur le comportement de la bétoire

L'objectif des travaux de comblement de la Bétoire était de combler le gouffre et d'étancher en partie la Bétoire. En effet, les travaux devaient permettre un retour de l'écoulement de la Risle et donc mettre fin à la zone d'assec. Toutefois, cette bétoire alimentant en partie une zone de résurgences située en aval, il était donc très important que ce comblement ne soit pas hermétique et laisse s'infiltrer une partie du débit.

Les campagnes de mesures réalisées à l'amont et à l'aval immédiat de la bétoire montrent très clairement l'influence des travaux sur le comportement de la bétoire. Ce phénomène est récapitulé dans le graphique suivant :



Graphique n°4 : Influence des travaux de comblement sur le comportement de la bétoire.

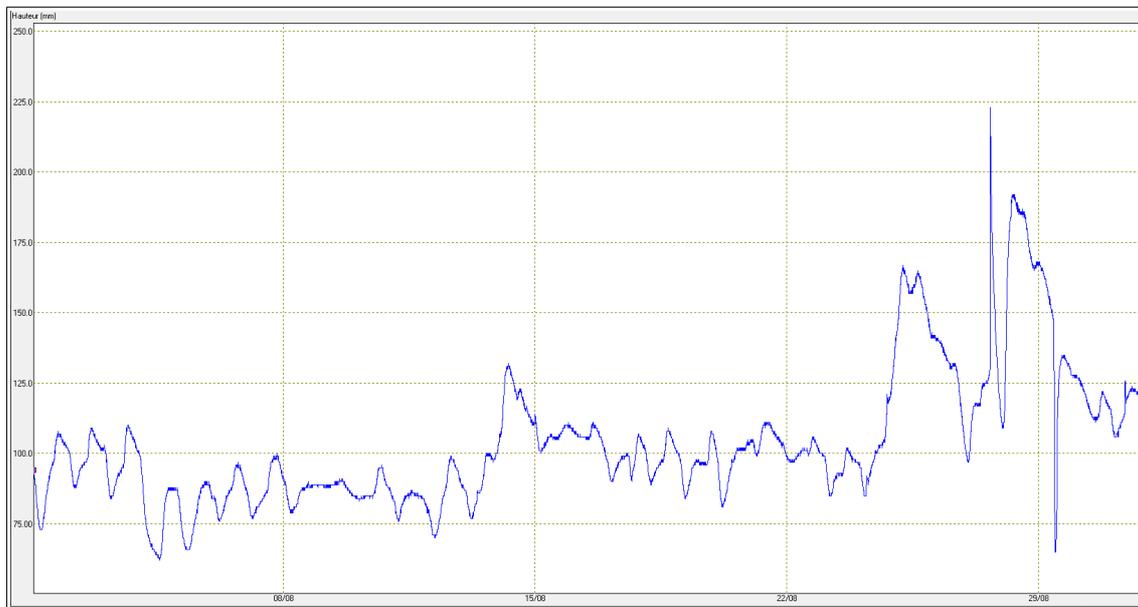
Ce graphique montre très clairement une diminution des pertes après les travaux avec une ordonnée à l'origine qui passe de  $- 707$  l/s et  $- 42$  l/s.

Il est à noter que le volume des pertes enregistré après les travaux est déterminé en réalisant une mesure en amont et en aval immédiat de la bétoire. Or l'ordre de grandeur de ces pertes rentre pleinement dans la marge d'incertitude de nos mesures. Seule la répétabilité de cette mesure nous laisse à penser qu'il existe toujours une perte et que celle-ci, sur la période d'étude, est en moyenne de 60 l/s.

#### 4.2.2 - Analyses des résultats après les travaux

##### 4.2.2.a - Une fin de période d'étude en juin 2015

Après les travaux, vingt cinq séries de mesures ont été réalisées sur les cinq points du profil restreint jusqu'en juin 2015. En juillet 2015, la mesure a été perturbée par un vannage et n'a donc pas été retenue dans les résultats. À partir du mois d'août, les vannages sont devenus quasi-continus sur ce secteur de la Risle empêchant donc la réalisation des profils (cf. graphique n°5).

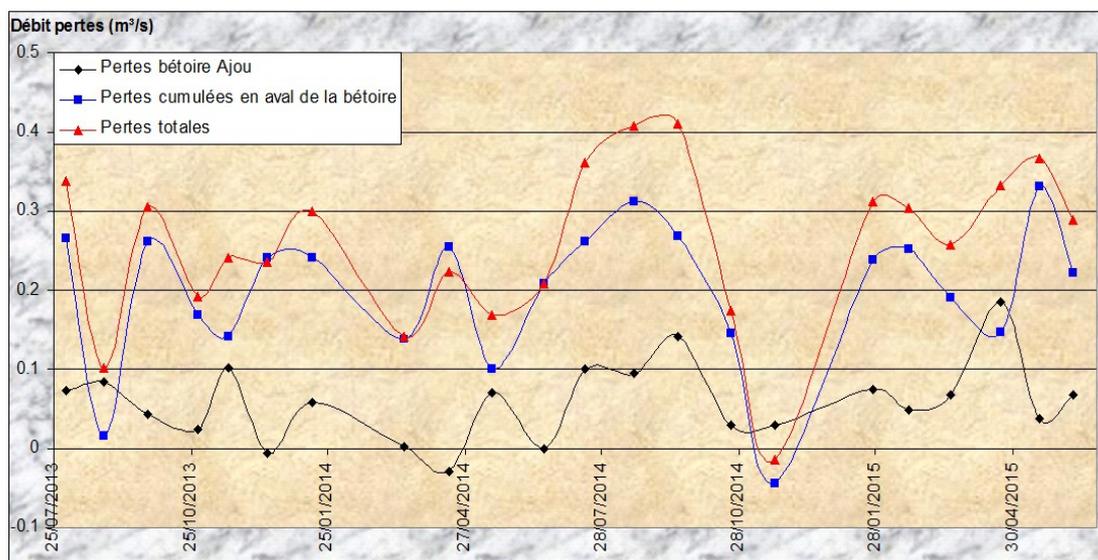


Graphique n°5 : Limnigramme de la station d'Ajou (amont bétoire) en août 2015

#### 4.2.2.b - De fortes variations temporelles

La réalisation des profils restreints a permis de mettre en évidence les débits engouffrés par les différentes zones de bétoires recensées sur la Risle. Les résultats obtenus sont récapitulés dans le graphique n°6. Plusieurs constats peuvent être faits sur ces résultats :

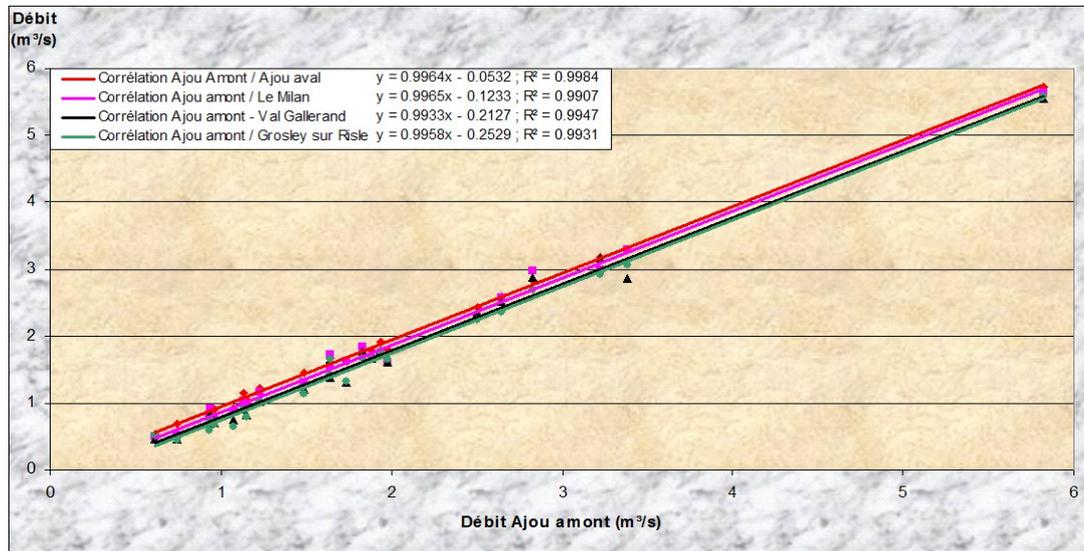
- Il est possible que certaines de ces bétoires et notamment celle d'Ajou puissent « fonctionner dans les deux sens » et qu'elle puissent par moment restituer du débit à la Risle. À plusieurs reprises, un débit nul voire même négatif des pertes a été calculé, le plus important étant en novembre 2014 ;
- une très forte variabilité des débits de pertes pendant la période d'étude sur cette zone. En effet, sur la bétoire d'Ajou, le débit des pertes varie entre 185 l/s (avril 2015) et – 30 l/s (avril 2014).



Graphique n°6 : Evolution du débit des pertes entre Ajou et Grosley

#### 4.2.2.c - De très bonnes corrélations sur les cinq points de mesure

Malgré ces fortes variations temporelles du débit des pertes, les résultats des débits mesurés sur les cinq points montrent que de très bonnes corrélations existent entre le débit des points aval et le débit du point amont. Le graphique n°7 récapitule les quatre corrélations qui ont pu être établies.



Graphique n°7 : Corrélations entre les différents points de mesure des profils restreints

Au moins deux hypothèses peuvent sembler expliquer ces coefficients de corrélation très forts alors que l'on observe une forte variabilité des pertes :

- le volume des pertes et leurs variabilités sont suffisamment petits par rapport au débit de la Risle pour ne pas influencer beaucoup le résultat des corrélations ;
- La variabilité des pertes est également, au moins en partie, liée au débit de la Risle.

La remise en perspective de ces données avec l'ensemble des données acquises pendant la période d'étude de l'observatoire de la Risle permettra peut-être d'expliquer la variabilité temporelle du débit des pertes et leur relation avec les débits ou autres facteurs.

## 5 - Conclusion

Suite à l'ouverture d'une bétoire dans le lit de la Risle en juillet 2012, un observatoire a été créé afin de collecter, traiter, et analyser toutes les données possibles permettant d'expliquer ce phénomène et d'en gérer les conséquences. Cet observatoire était également l'occasion d'étudier le fonctionnement karstique de l'hydro-système Risle.

L'unité hydrologie et hydrométrie Est de la DREAL Normandie a été missionnée afin de fournir des éléments quantitatifs sur les eaux superficielles de ce secteur de la Risle.

Deux stations de mesures en continu ont été installées, des profils mensuels sur la zone asséchée en 2012 et trois profils en long étendus ont été réalisés afin de mener à bien cette mission.

Grâce à ces données, plusieurs constats sont à mettre en évidence :

- les travaux de comblement de la bétoire ont bien atteint leur objectif d'un comblement non hermétique, la bétoire avalant en moyenne une soixantaine de litre par seconde ;
- une forte variation spatiale et temporelle de l'alimentation de la Risle par son bassin versant hydrogéologique ;
- une très bonne corrélation sur les débits des cinq points de référence déterminés sur la zone asséchée en 2012.

Les eaux superficielles ne sont cependant qu'une des variables caractérisant cet hydrosystème complexe. Le croisement de ces données avec celles obtenues par les autres parties prenantes à cet observatoire permettra peut-être de tirer des conclusions plus établies sur le fonctionnement de la Risle amont et moyenne.



**Direction régionale de l'Environnement  
de l'Aménagement et du Logement  
HAUTE-NORMANDIE**

Cité administrative Saint-Sever  
76032 Rouen cedex  
Tél : 33 (02) 35 58 53 27  
Fax : 33 (02) 35 58 53 03

