

Révision du schéma directeur pluvial de la commune
d'Andernos

**Phase 1b : Analyse de la campagne de mesures et
diagnostic**

CONSULTING

SAFEGE
2A avenue de Berlican
BP 50004
33166 SAINT MEDARD EN JALLES cedex

Direction France Sud et Outre-mer

SAFEGE SAS - SIÈGE SOCIAL
Parc de l'île - 15/27 rue du Port
92022 NANTERRE CEDEX

Version : 1

Date : 15/04/2016

Nom Prénom : BASTIEN Nicolas

Visa :

Numéro du projet : 15SMU021

Intitulé du projet : Révision des schéma directeurs d'Andernos et Lanton

Intitulé du document : Rapport d'étude phase 1b

Version	Rédacteur NOM / Prénom	Vérificateur NOM / Prénom	Date d'envoi JJ/MM/AA	COMMENTAIRES Documents de référence / Description des modifications essentielles
1	BASTIEN Nicolas	GANCEL Guillaume Bénédicte Querré	15/04/2016	Version initiale
2	BASTIEN Nicolas		03/05/2016	Prise en comptes des remarques du SIBA

Sommaire

1.....	CONTEXTE ET OBJET DE L'ETUDE	4
2.....	Campagne de mesures	5
2.1	Étude de la pluviométrie	7
2.1.1	Introduction	7
2.1.2	Analyse des résultats	7
2.2	Étude des débits produits par les cours d'eau.....	10
2.2.1	Introduction.....	10
2.2.2	Hauteurs d'eau mesurées	10
2.2.3	Calculs des hydrogrammes.....	13
2.3	Étude de la piézométrie.....	18
2.3.1	Données du BRGM	18
2.4	L'enquête piézométrique	19
2.5	Détermination du niveau de plus hautes eaux	23
3.....	Construction d'un modèle numérique hydrologique et hydraulique.....	27
3.1	Principes généraux.....	27
3.2	Le réseau modélisé.....	27
3.3	Les pluies	30
3.3.1	Pluie réelle.....	30
3.3.2	Pluies de projet.....	32
3.4	Les bassins versants.....	32
3.4.1	Débits de base.....	32
3.4.2	Fonction de production	34
3.4.3	Fonction de transfert.....	34
3.5	Les conditions aval.....	35
3.6	Les scénarii modélisés	35
3.6.1	Analyse des concomitances événement pluvieux / niveau de nappe	35
3.6.2	Scénarii retenus.....	36
3.6.2.1	Diagnostic réseau	36
3.6.2.2	Cours d'eau.....	37
4.....	Diagnostic hydraulique du réseau	37

Phase 1b : Analyse de la campagne de mesures et diagnostic

Révision du schéma directeur pluvial de la commune d'Andernos

4.1	Situation actuelle	37
4.1.1	Scénario 1	37
4.1.2	Scénario 2	39
4.2	Situation future	41
5.....	Diagnostic hydraulique des cours d'eau	44



Tables des illustrations

Figure 1 : carte du risque de remontée de nappe du BRGM.....	19
Figure 3 : Niveau de la nappe en m NGF enregistré depuis le 01/01/2000 sur l'ouvrage de suivi de Blagon (Lanton) ..	24

Table des tableaux

Tableau 1 : Puits mesurés - piézométrie	20
Tableau 2 : Période de retour des concomitances entre phénomènes pluvieux et niveaux de nappe	36
Tableau 3 : synthèse des scénarii étudiés.....	36
Tableau 4 : Débits de pointe pour les cours d'eau.....	45

1 CONTEXTE ET OBJET DE L'ETUDE

Suite aux intempéries du printemps 2013 et du mois de janvier 2014, les communes du pourtour du bassin d'Arcachon ont été victimes d'importantes inondations, liées au fonctionnement du réseau d'assainissement pluvial. Le Syndicat Intercommunal du Bassin d'Arcachon (dénommé SIBA par la suite) souhaite donc actualiser ses Schémas Directeurs d'Assainissement Pluvial (SDAP) comprenant un programme d'actions visant à garantir un niveau de protection contre les inondations.

Les enjeux de cette étude sont importants pour le SIBA et pour la commune d'Andernos. La volonté du SIBA est d'apporter à la commune et aux riverains des solutions concrètes et réalistes pour protéger les biens et les personnes au regard des inondations. En effet, les désordres hydrauliques subis en 2014 ont été importants et fortement problématiques pour les riverains. Le SIBA mesure l'urgence et la nécessité d'engager des mesures concrètes pour y répondre. Ceci est d'autant plus important que la commune d'Andernos voit son urbanisation se développer. Il est donc essentiel, pour la commune comme pour le SIBA, de disposer d'un Schéma Directeur Pluvial pour la ville d'Andernos.

L'étude est divisée en 3 parties dont la méthodologie est explicitée ci-dessous :

La première partie (phase 1A) vise à recueillir tous les éléments intervenant dans la problématique de la collecte des eaux pluviales. Cette première étape est fondamentale pour toute l'étude : elle supportera l'ossature complète de la réflexion. Elle comprend les différents éléments suivants :

- l'analyse des données existantes (anciens Schémas Directeurs, étude sur la collecte des bassins ruraux d'Audenge, etc...) ;
- les investigations sur le réseau et identification des insuffisances du fonctionnement du système d'assainissement pluvial ;
- la mise en place d'une campagne de mesure piézométrique, pluviométrique et débitmétrique ;
- la mise à jour des plans des réseaux d'eaux pluviales ;
- l'analyse préliminaire du fonctionnement global du système d'assainissement pluvial ;
- la délimitation des bassins-versants et sous bassin versants associés aux exutoires.

La seconde partie (phase 1B) consiste à réaliser un diagnostic hydraulique capacitair par la modélisation du réseau pluvial ainsi que l'analyse des résultats de la campagne de mesure.

La modélisation hydraulique sera réalisée sous le Logiciel CANOE comportant différents modules comme :

- la transformation pluie-débit sur les bassins versants : module hydrologique ;
- les écoulements de temps sec et temps de pluie en réseau : module hydraulique.

La situation actuelle et la situation future seront étudiées successivement.

La troisième partie de l'étude (phase 2) aura pour objectifs d'apporter des solutions techniques visant à résoudre les désordres hydrauliques ainsi que des prescriptions concernant les eaux pluviales sur les nouvelles zones ouvertes à l'urbanisation.

Le diagnostic du fonctionnement du réseau réalisé dans les phases précédentes aura permis de mettre en exergue les insuffisances hydrauliques sur certains bassins versants. Des propositions seront ainsi faites afin de résoudre, en situation actuelle et future, les dysfonctionnements hydrauliques de débordement.

Les aménagements pourront être testés via la modélisation et comparés par une analyse multicritère. Ils seront ensuite hiérarchisés et feront l'objet d'un programme de travaux et de préconisation d'entretien.

A l'issue de l'étude, les modèles créés sous CANOE seront fournis au SIBA.

Phase 1b : Analyse de la campagne de mesures et diagnostic

Révision du schéma directeur pluvial de la commune d'Andernos

SAFEGE procédera :

- au transfert des fichiers CANOE vers un support informatique du SIBA ;
- à la présentation du modèle et de ses caractéristiques.

Le présent rapport concerne la phase 1B de la commune d'Andernos.

2 CAMPAGNE DE MESURES

Des campagnes de mesures ont été réalisées dans l'objectif de mieux comprendre les interactions existantes entre les niveaux de nappe, la pluviométrie et les débits générés par les bassins versants.

Deux campagnes de mesures ont été réalisées :

- la première du 5 Novembre 2015 au 7 décembre 2015 ;
- la seconde du 26 janvier 2016 au 29 Février 2016.

Durant la première campagne de mesures, il a été réalisé :

- la pose d'un pluviomètre à augets permettant la hauteur de pluie précipitée,
- la pose de sondes de hauteurs dans les cours d'eau du Bétay, du Renet, du Ponteils et du Tagon sur les communes de Andernos, Lanton, Audenge et Biganos,
- le relevé des hauteurs d'eau au niveau des piézomètres existants et connus sur les communes.

Durant la seconde campagne de mesures, seules les hauteurs précipitées et les hauteurs dans les cours d'eau ont été mesurées.

Les sections ci-dessous présentent les résultats et les enseignements qui peuvent être tirés de la campagne de mesures.

Les emplacements des points de mesure sont reportés sur la carte ci-dessous.

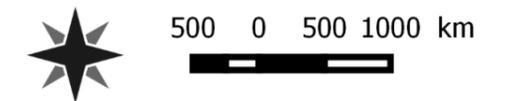
Emplacement des points de mesure

Légende

- Pluviomètre
- Piézomètre
- Point de mesure cours d'eau



Sources : cadastre



2.1 Étude de la pluviométrie

2.1.1 Introduction

La mesure de la pluviométrie a été réalisée en utilisant un pluviographe à augets basculeurs. L'instrument permet la mesure de la hauteur d'eau précipitée par basculement successif des augets. L'appareil enregistre le moment où l'auget bascule, soit lorsque 0,2 mm de précipitation ont lieu.

2.1.2 Analyse des résultats

Les courbes issues du pluviographe pour les deux campagnes de mesures sont présentées ci-après.

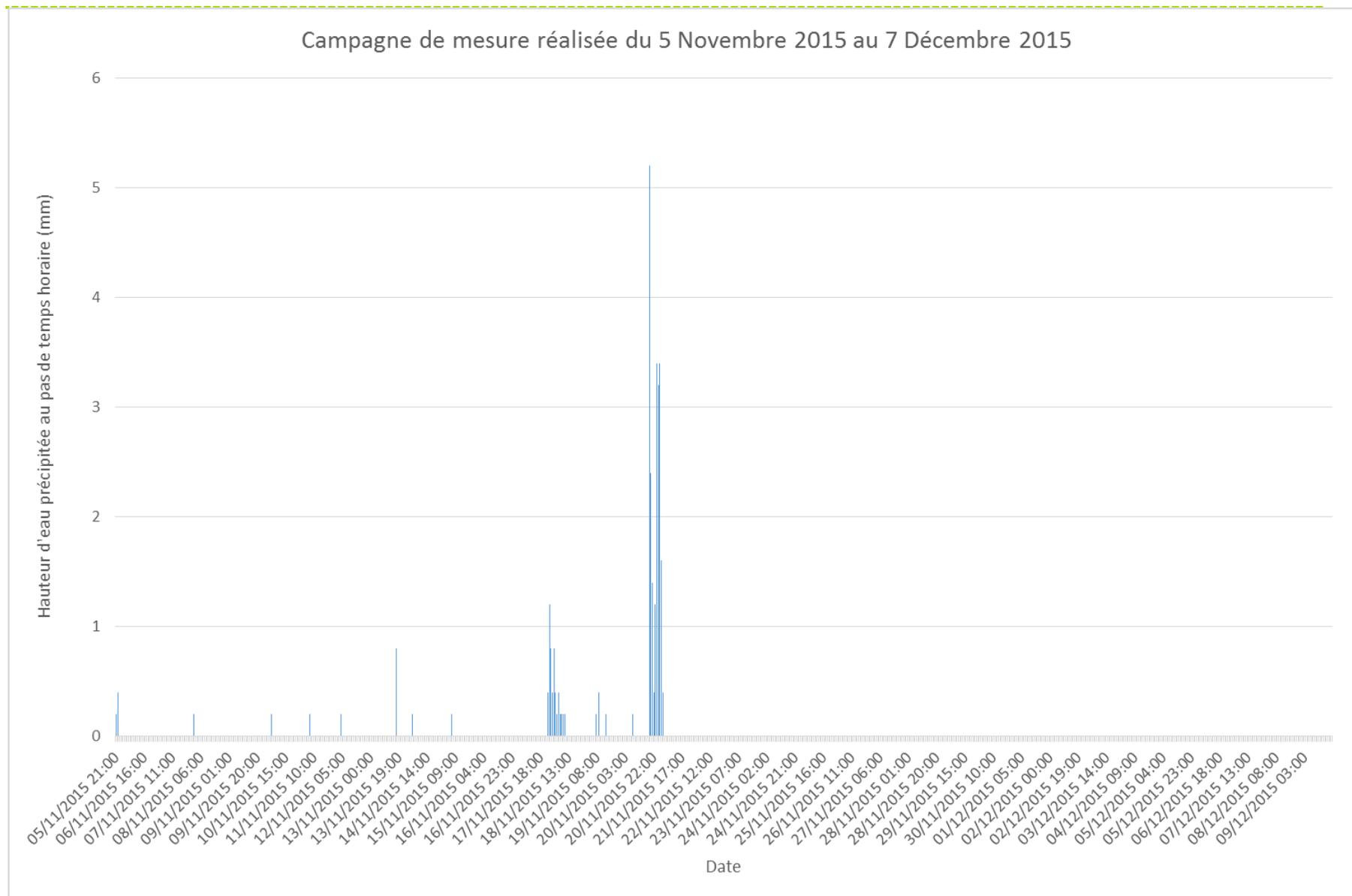
Elles mettent en évidence que les campagnes se sont déroulées dans des conditions pluviométriques très différentes :

- la hauteur précipitée totale mesurée lors de la première campagne de mesures est de 31,6 mm. L'évènement pluvieux avec la période de retour la plus importante a lieu le 20 Novembre 2015 avec une hauteur précipitée de 22 mm sur une durée de 9 h correspondant à une période de retour trimestrielle ;
- la hauteur précipitée totale mesurée lors de la seconde campagne de mesures est de 181,2 mm. Sur la chronique mesurée, la période de retour la plus importante a lieu le 11 Février 2016 avec une hauteur précipitée de 20.6 mm sur 6 h correspondant à une période de retour semestrielle.

La première campagne a eu lieu lors d'une période relativement sèche et la seconde lors d'une période nettement plus pluvieuse. Les événements pluvieux mesurés restent cependant de faible période de retour.

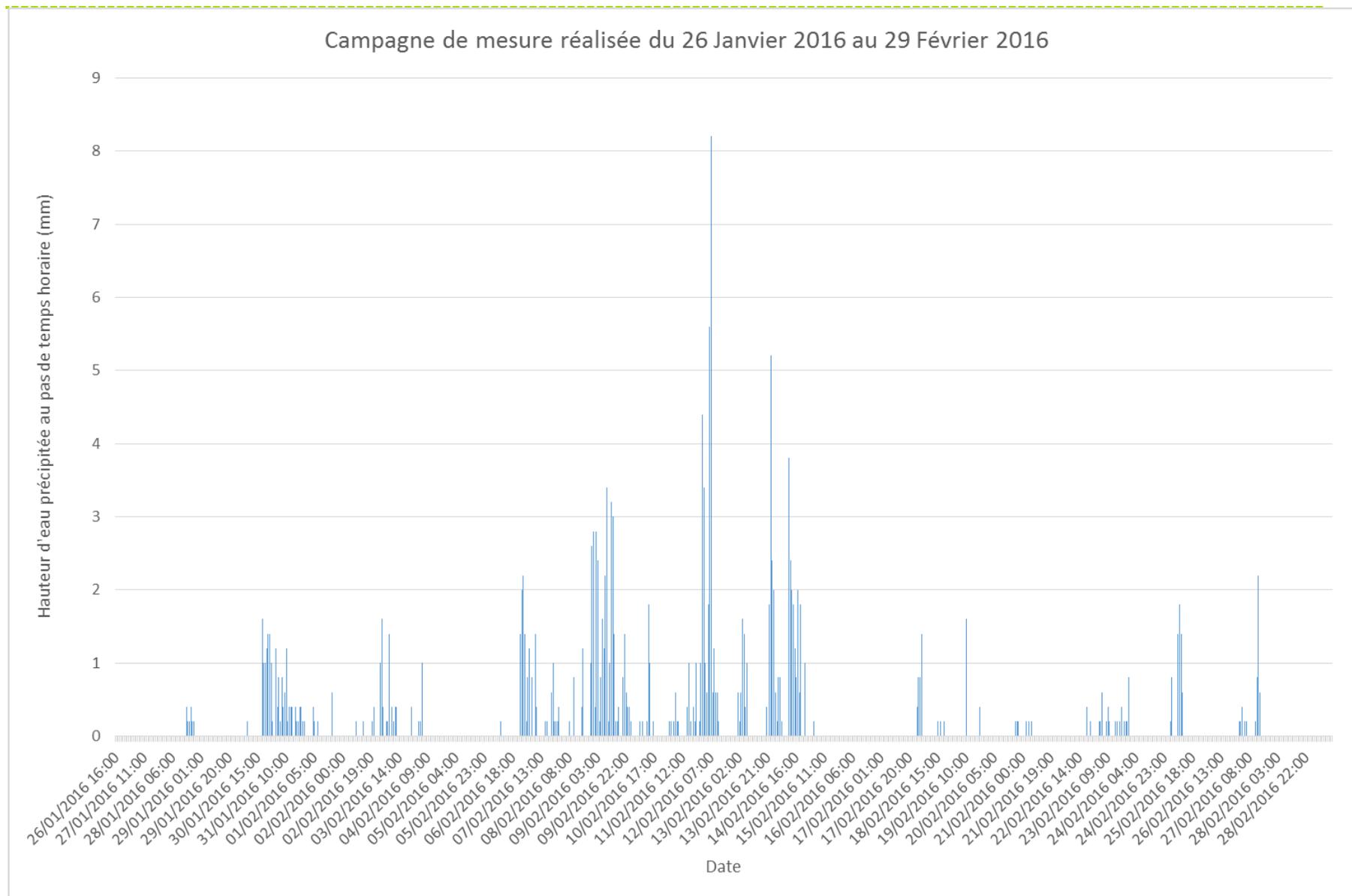
Phase 1b : Analyse de la campagne de mesures et diagnostic

Révision du schéma directeur pluvial de la commune d'Andernos



Phase 1b : Analyse de la campagne de mesures et diagnostic

Révision du schéma directeur pluvial de la commune d'Andernos



2.2 Étude des débits produits par les cours d'eau

2.2.1 Introduction

La mesure des débits produits par les cours d'eau en réponse à la pluviométrie a été réalisée à travers la pose de sondes de hauteurs sur les cours d'eau du Bétey, du Renet, du Ponteils et du Tagon.

Les sondes permettent l'enregistrement des hauteurs d'eau à chaque instant. Celles-ci seront traduites en débits grâce aux données issues des courbes de tarage réalisées au droit de chaque point de mesure.

Nota : Bien que ce rapport ne concerne que la commune d'Andernos traversée par le Bétey, l'intégralité des résultats de la campagne de mesures est présenté. En effet, l'analyse des résultats sur les cours d'eau du Ponteils, du Tagon et du Renet présentant des bassins versants ayant des caractéristiques géo-hydromorphologique proches de celles du bassin versant du Bétey est jugée intéressante et porteuse d'informations.

2.2.2 Hauteurs d'eau mesurées

Les graphiques ci-dessous présentent les résultats bruts issus des stations de mesures au niveau des quatre cours d'eau pour les deux campagnes de mesures.

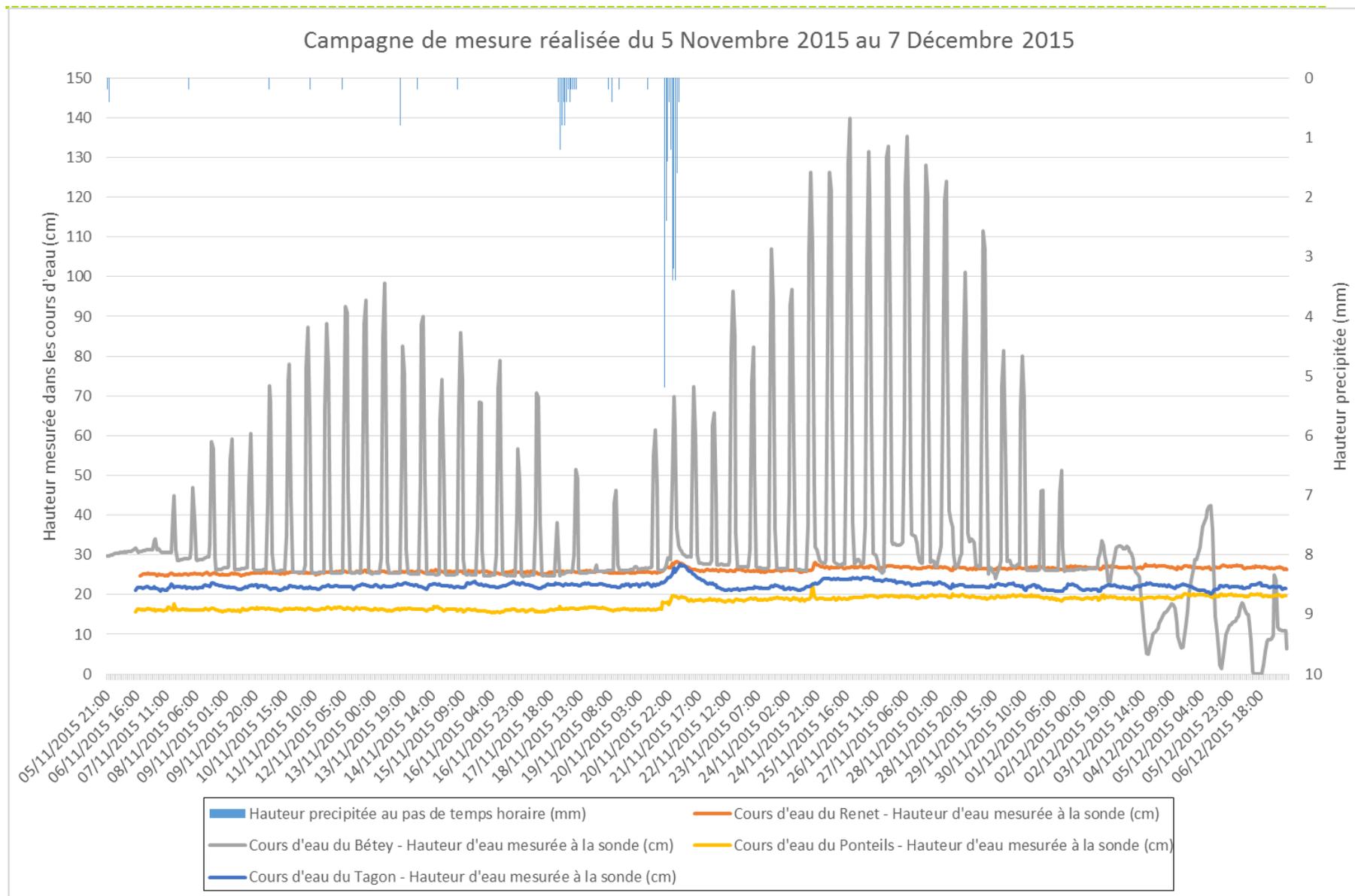
Leur analyse permet de mettre en évidence les points suivants :

- sur les deux graphiques, les hauteurs d'eau mesurées sur le ruisseau du Bétey présentent des variations importantes. Ces dernières sont imputables à l'influence des marées exerçant une remontée du niveau des eaux. Cette influence n'est pas présente sur les autres cours d'eau ;
- durant la première campagne de mesures, les cours d'eau réagissent peu à l'événement pluvieux du 20 Novembre 2015. Cette absence de réaction s'explique par le fait qu'une grande partie des eaux précipitées est infiltrée dans le sol et va recharger la nappe ;
- durant la seconde campagne de mesures, on distingue deux périodes pendant lesquelles les cours réagissent de façon très différentes aux événements pluvieux :
 - En **A**, les cours d'eau montrent des réactions très lentes aux événements pluvieux : les montées et les courbes de tarissement des hydrogrammes sont peu prononcées. On note en particulier sur le Bétey et le Renet que les courbes de tarissement sont quasiment inexistantes. L'aspect de ces courbes s'explique par le fait que les précipitations de fin janvier 2016 ont principalement été infiltrées dans le sol, contribuant au rechargement de la nappe. Le phénomène de ruissellement est alors peu significatif.
 - En **B**, les cours d'eau réagissent de façon beaucoup plus rapide aux événements pluvieux entraînant des augmentations importantes des hauteurs d'eau mesurées dans les cours d'eau.

L'ensemble des deux campagnes de mesures a ainsi pu démontrer l'influence de la nappe sur les ruissellements produits. Lorsque cette dernière est basse, les précipitations sont principalement infiltrées dans le sol (cas de la première campagne). A contrario, lorsque cette dernière est haute, les ruissellements sont plus importants (cas de la seconde campagne).

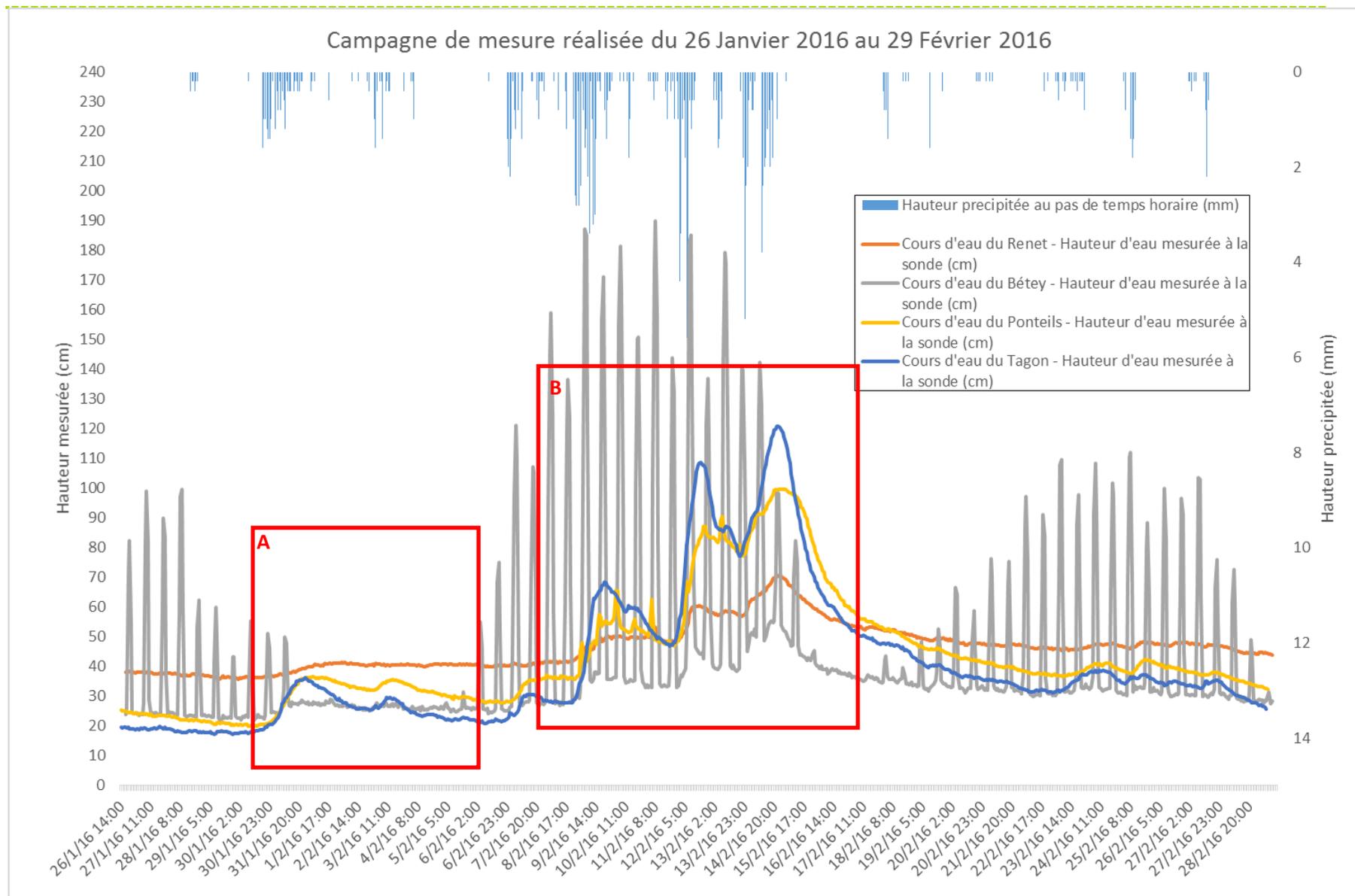
Phase 1b : Analyse de la campagne de mesures et diagnostic

Révision du schéma directeur pluvial de la commune d'Andernos



Phase 1b : Analyse de la campagne de mesures et diagnostic

Révision du schéma directeur pluvial de la commune d'Andernos



2.2.3 Calculs des hydrogrammes

La transformation des hauteurs mesurées en débits est effectuée pour les résultats de la seconde campagne de mesures. Elle s'appuie sur les courbes de tarage réalisées par le SIBA.

Pour le cours d'eau du Bétey, une correction est apportée de façon à supprimer sur la courbe les variations de hauteurs d'eau imputables à la marée. La courbe est alors extrapolée entre les points considérés comme hors d'influence de la marée.

Les résultats sont présentés sur le graphe ci-dessous, dans un premier temps en corrélation avec la pluviométrie et dans un second temps en corrélation avec les hauteurs de nappes mesurées au piézomètre de Blagon.

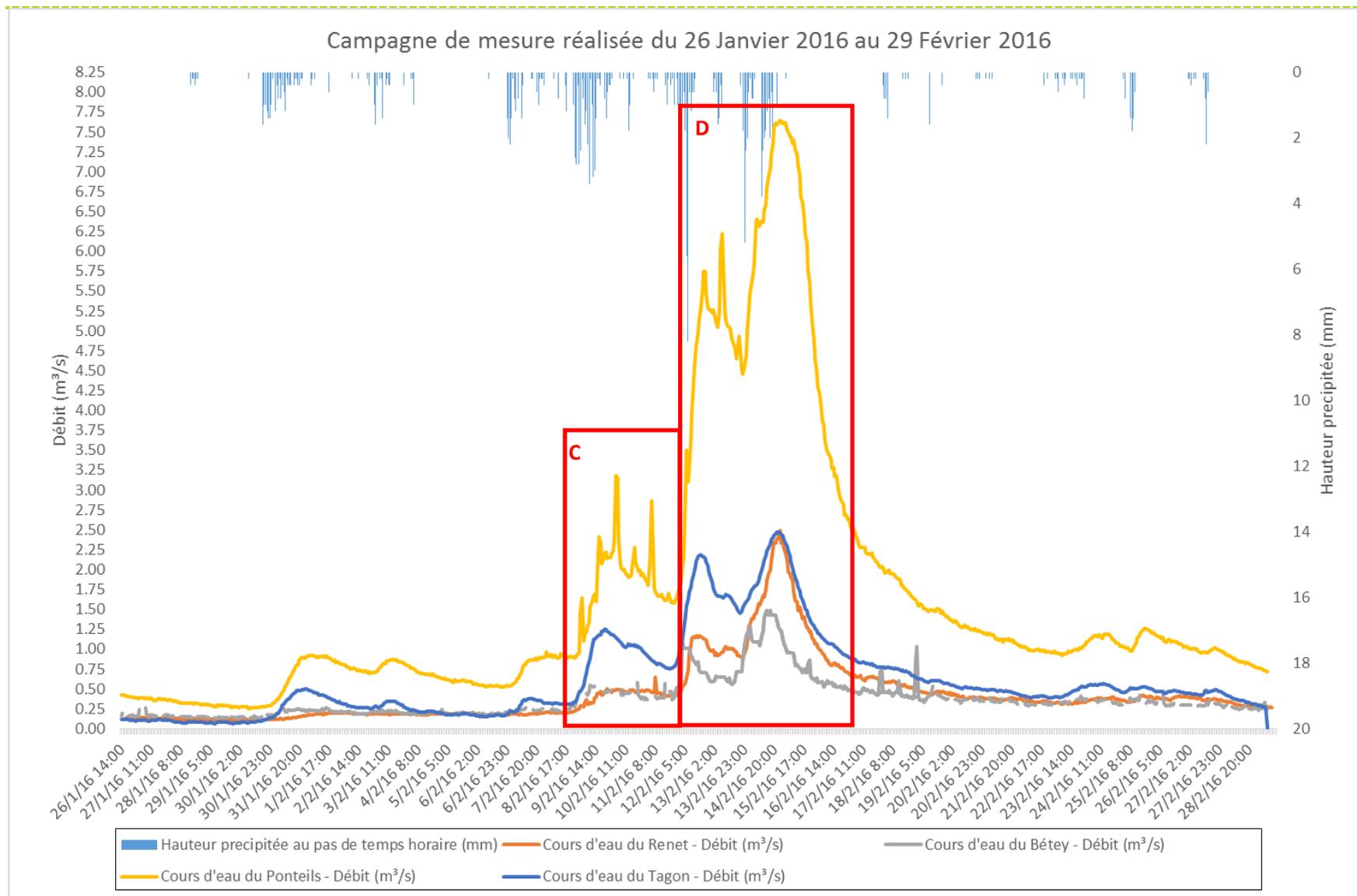
L'analyse des graphiques permet de mettre en évidence des différences de réponse des bassins versants à une même pluie (cette dernière étant considérée comme homogène sur les bassins versants) et suivant les états de la nappe.

Dans la zone **C**, il peut être mis en évidence une réponse relativement lente des cours d'eau du Renet et du Bétey sans véritable courbe de tarissement tandis que le Tagon et le Pontails présentent une réponse nettement plus rapide avec des courbes de tarissement plus marquées. Ces évolutions ont lieu dans un contexte de variations de hauteur de la nappe, cette dernière étant proche de son niveau le plus haut au début de l'événement avant de s'abaisser d'une vingtaine de centimètres. Des variations temporelles et spatiales de la hauteur de nappe peuvent expliquer des différences de réaction entre Tagon et Pontails d'une part et Renet et Bétey d'autre part.

Dans la zone **D**, l'ensemble des bassins versants réagit rapidement aux événements pluvieux. On note que cette réaction rapide s'effectue alors que la nappe est haute au niveau du piézomètre de Blagon.

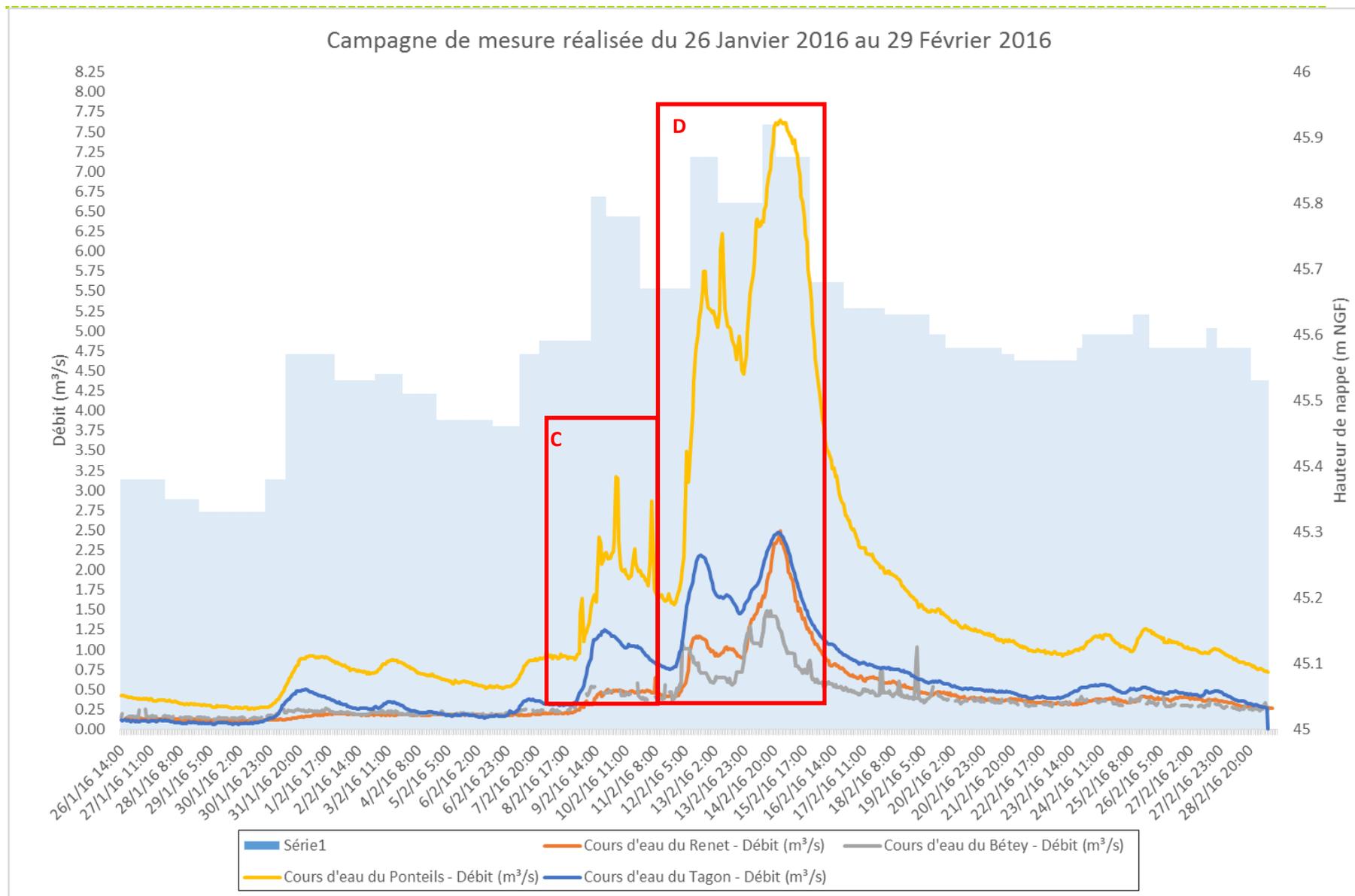
Phase 1b : Analyse de la campagne de mesures et diagnostic

Révision du schéma directeur pluvial de la commune d'Andernos



Phase 1b : Analyse de la campagne de mesures et diagnostic

Révision du schéma directeur pluvial de la commune d'Andernos



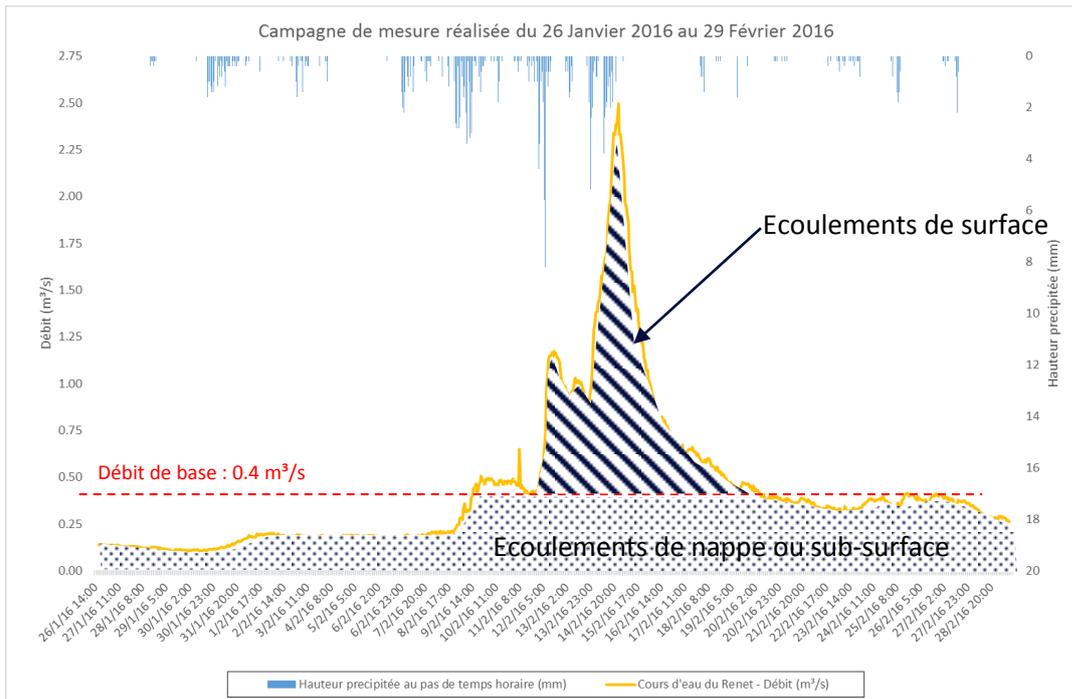
Phase 1b : Analyse de la campagne de mesures et diagnostic

Révision du schéma directeur pluvial de la commune d'Andernos

Une analyse de ces hydrogrammes peut être effectuée afin de comprendre les mécanismes du ruissellement et établir les caractéristiques des bassins versants. Cette analyse repose sur l'hypothèse que les hydrogrammes produits sont la synthèse de deux composantes :

- un débit de base constitué par les écoulements de nappe ;
- un débit dit d'écoulements de surface imputable au ruissellement ;

Ce principe est explicité sur la figure ci-dessous.



Les caractéristiques de la réponse hydrologique peuvent ensuite être calculées. Elles sont présentées dans le tableau ci-après :

Phase 1b : Analyse de la campagne de mesures et diagnostic

Révision du schéma directeur pluvial de la commune d'Andernos

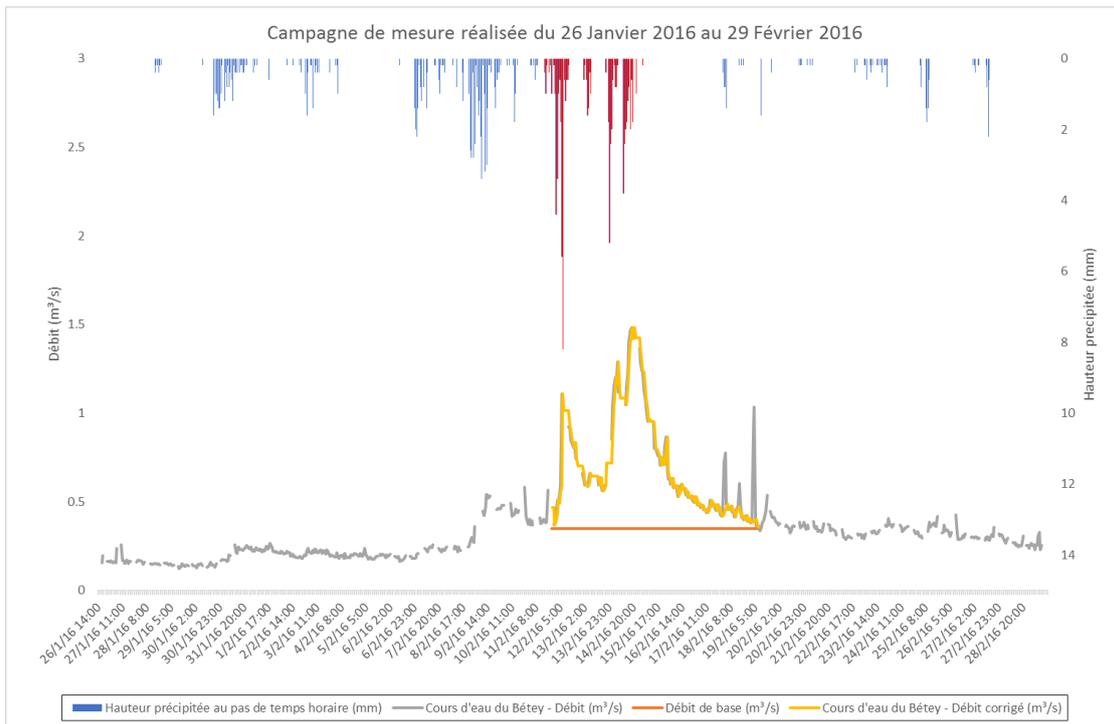
		Cours d'eau			
		Renet	Bétey	Ponteils	Tagon
Caractéristiques pluviométriques	Début de l'événement pluvieux	11/2/16 15:00		8/2/16 8:00	
	Fin de l'événement pluvieux	15/2/16 4:00			
	Durée de l'événement pluvieux (h)	84		164	
	Barycentre de l'événement pluvieux	13/02/2016 03:30		12/02/2016 04:00	
	Hauteur précipitée totale (mm)	70.4		113	
	Volume pluie brute (m ³)	1 626 240	704 000	4 520 000	2 825 000
	Période de retour	semestrielle (sur 6h)		semestrielle (sur 6h)	
Caractéristiques du bassin versant	Surface du bassin versant (ha)	2 310	1000	4 000	2500
Caractéristiques de la réponse hydrologique	Début de la montée de l'hydrogramme	11/2/16 21:00	11/2/16 21:00	9/2/16 5:00	9/2/16 0:00
	Fin de l'hydrogramme	20/2/16 7:00	19/2/16 7:00	22/2/16 12:00	22/2/16 8:00
	Durée du ruissellement (h)	199	179	319	320
	Barycentre de l'hydrogramme	15/2/16 18:00	14/2/16 22:00	14/2/16 22:30	14/02/13:00
	Débit de base (m ³ /s)	0.4	0.35	1	0.3
	Volume total de l'hydrogramme (m ³)	646 235	453 751	3 455 917	1 252 799
	Volume de base (m ³)	286 560	225 540	1 148 400	345 600
	Volume imputable au ruissellement (m ³)	359 675	228 211	2 307 517	907 199
	Coefficient de ruissellement	0.22	0.32	0.51	0.32
Lag time (h)	62.5	42.5	66.5	57	

On détaille ci-dessous l'analyse réalisée pour le cours d'eau du Bétey :

- l'événement pluvieux considéré démarre le 11 Février 2016 à 15h00 et se termine le 15 Février 2016 à 4h00 soit une durée de 84 heures (en rouge sur le graphique ci-dessous);
- la hauteur précipitée lors de l'événement pluvieux est de 84 mm ;
- le barycentre de l'événement est le 13 Février 2016 à 8h30 ;
- le bassin versant collecté étant de 1 000 ha ; le volume de pluie brut précipité est estimé à 704 000 m³ ;
- L'hydrogramme correspondant à la pluie sélectionnée (en jaune sur le graphique ci-dessous) débute le 11 Février 2016 à 21h00 et se termine le 19 Février 2016 à 7h00 soit une durée de 179 heures ;
- le barycentre de l'hydrogramme est le 14 février 2016 à 22h00 ;
- le débit de base est estimé à 0.35 m³/s (en orange sur le graphique ci-dessous) ;
- le volume total de l'hydrogramme est de 454 000 m³ dont 226 000 sont attribuables au débit de base ;
- le volume imputable au ruissellement (volume total – volume de base) est de 228 000 m³
- **le coefficient de ruissellement** exprimant le rapport entre la lame d'eau ruisselée et la lame d'eau précipitée est de 0.32. Ce dernier est considéré constant sur la totalité de l'événement pluvieux.
- **le lag-time ou temps de réponse du bassin versant** est une grandeur mesurée entre le centroïde de l'événement pluvieux et celui de l'hydrogramme. Il est de 42,5 heures.

Phase 1b : Analyse de la campagne de mesures et diagnostic

Révision du schéma directeur pluvial de la commune d'Andernos



Une analyse similaire peut être effectuée sur les autres bassins versants. Elle permet de mettre en évidence :

- des coefficients de ruissellement oscillant entre 0,22 et 0,51 ;
- des lag-time compris entre 42,5 et 66,5 heures témoignant d'un temps de réponse relativement long des bassins versants pouvant s'expliquer par la pente faible de ces derniers.

Nota : les bassins versants du Bétey et du Renet réagissant différemment de ceux du Pontetils et du Tagon avec notamment une réponse hydrologique plus tardive pouvant s'expliquer par des différences locales de hauteurs de nappe. Cette différence de réaction explique que l'événement pluvieux de référence utilisé dans les calculs soit différent.

2.3 Étude de la piézométrie

2.3.1 Données du BRGM

La carte des remontées de nappe élaborée par le BRGM au droit de la commune d'Andernos les Bains est présentée ci-dessous :

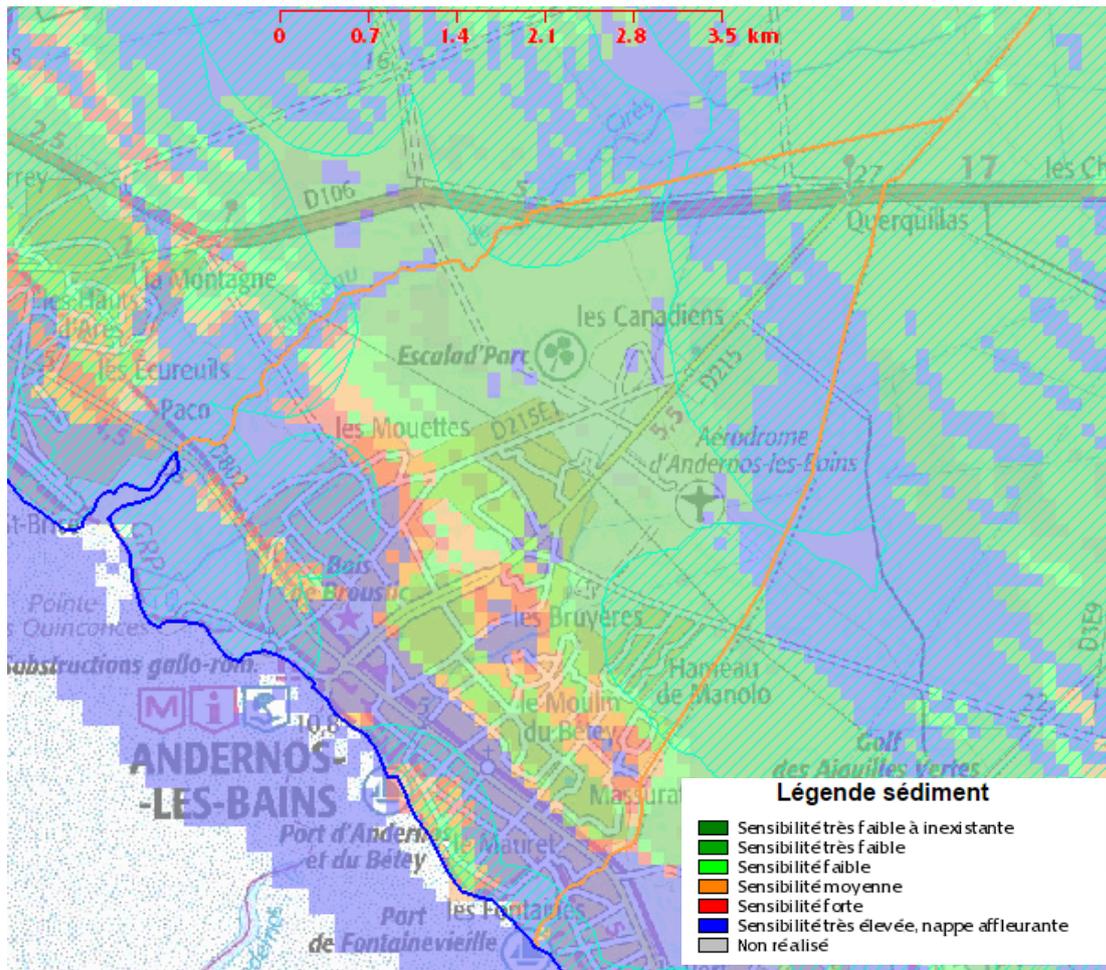


Figure 1 : carte du risque de remontée de nappe du BRGM

La carte du BRGM classe la moitié la zone en bordure du bassin en zone de nappe affleurante. Une zone à risque apparaît également dans le secteur Nord-Est de la commune.

2.4 L'enquête piézométrique

Notre offre prévoyait la réalisation d'une enquête piézométrique au droit du secteur d'étude d'Andernos les Bains par la mesure du niveau de nappe au droit de puits présents dans le secteur. Cette enquête a été menée entre le 9 et le 13 novembre 2015. Au total, 23 puits ont fait l'objet d'un relevé du niveau de la nappe. Un bilan est donné ci-dessous :

Phase 1b : Analyse de la campagne de mesures et diagnostic

Révision du schéma directeur pluvial de la commune d'Andernos

Tableau 1 : Puits mesurés - piézométrie

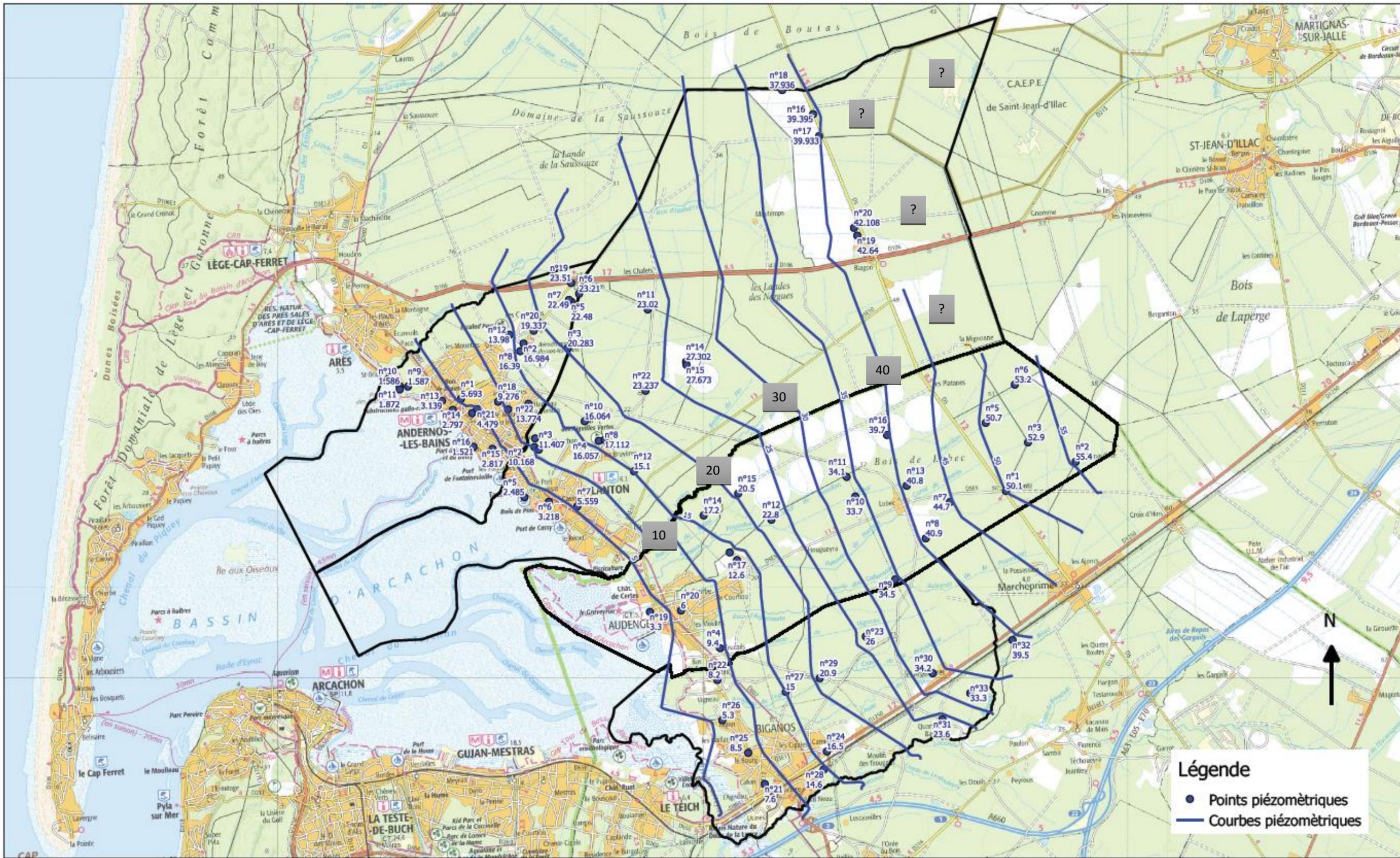
n°	Type d'ouvrage	Localisation - lieu dit	Prof. Puits (m)	Coordonnées géographiques 93		Cote piézométrique (m NGF)	Prof de la nappe / TN (m)
				E	N		
1	Puits	Avenue de Bordeaux	4.40	375994.887	6413399.002	5.7	1.4
2	Forage	Aérodrome	18.00	378023.394	6415005.902	17.0	1.2
3	puits (DFCI)	Vers le casino	19.80	379390.273	6414786.977	20.3	1.8
4	Tarière	Camping fontaine veille	1.50	-	-	2.6	1.4
5	Piézomètre (piezo 2)	ancien centre de stockage	5.74	379572.260	6416219.670	22.5	2.1
6	Piézomètre (piezo 1)	ancien centre de stockage	8.12	379826.770	6416453.430	23.2	2.3
7	Piézomètre (piezo 3)	ancien centre de stockage	8.70	379503.550	6416281.710	22.5	2.1
8	Forage	piscine camping Arbousier	1.70	377908.815	6414775.556	16.4	1.4
9	Piézomètre (piezo 1)	port ostréicole	16.44	374372.515	6413866.281	1.6	1.2
10	Piézomètre (piezo 2)	port ostréicole	1.80	374120.721	6413892.003	1.6	1.1
11	Piézomètre (piezo 3)	port ostréicole	6.60	374116.842	6413792.012	1.9	0.7
12	Forage	Stade	15.80	377602.507	6415301.259	14.0	3.3
13	Forage	Mairie	15.40	375407.998	6413370.644	3.1	1.8
14	Forage	parc Louis David	28.40	375724.490	6413076.500	2.8	2.6
15	Forage	place de l'étoile	7.00	376896.279	6411810.062	2.8	2.1
16	Forage	piscine	11.50	376309.091	6411901.515	1.5	2.2
17	Forage	Caserne	9.80	376319.552	6412942.908	4.3	3.2
18	Puits	particulier M Boshier	7.60	377141.987	6413254.875	9.3	3.0
19	Forage	Querquillas	5.90	379598.845	6416795.583	23.5	2.4

Phase 1b : Analyse de la campagne de mesures et diagnostic

Révision du schéma directeur pluvial de la commune d'Andernos

20	Forage	Rond point casino Miami	17.90	378361.475	6415386.601	19.3	1.6
21	Puit	Particulier - 9 rue Edouard Branly M. Viry	4.66	376478.537	6413057.470	4.5	1.6
22	Puit	Particulier - 7 avenue de Champagne	9.00	378081.323	6413141.018	13.8	1.7
23	Puit	Particulier	7.00	377441.041	6413002.726	10.4	2.0

La nappe s'écoule en direction du bassin d'Arcachon, du Nord-Est vers le Sud-Ouest.



Légende

- Points piézométriques
- Courbes piézométriques



Schéma directeur
d'assainissement des eaux pluviales - Communes
d'Andernos, Lanton, Audenge et Biganos

Carte piézométrique

Numéro de plan : 01

Date : 17/05/2016

0 2 km

2.5 Détermination du niveau de plus hautes eaux

Les données de niveau disponibles sur le site de l'Ades pour le forage de Blagon sur la commune de Lanton (ouvrage BSS n° **08262X0023/F**) permettent d'avoir une estimation sur les cotes des plus hautes eaux de la nappe du superficielle du Plio-quatenaire (nappe FRFG045). Les chroniques sont représentées ci-après :

Phase 1b : Analyse de la campagne de mesures et diagnostic

Révision du schéma directeur pluvial de la commune d'Andernos

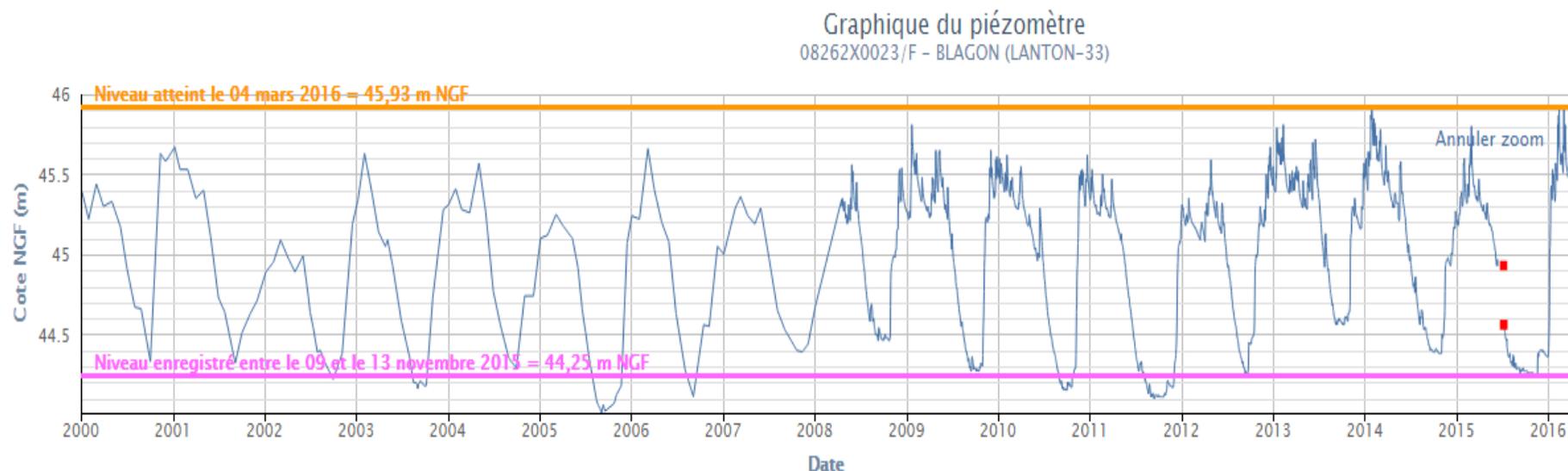


Figure 2 : Niveau de la nappe en m NGF enregistré depuis le 01/01/2000 sur l'ouvrage de suivi de Blagon (Lanton)

Les données disponibles depuis 2000 permettent de constater que le niveau des plus hautes eaux a été atteint en mars 2016, période à laquelle le niveau de nappe se situe à 45,93 m NGF.

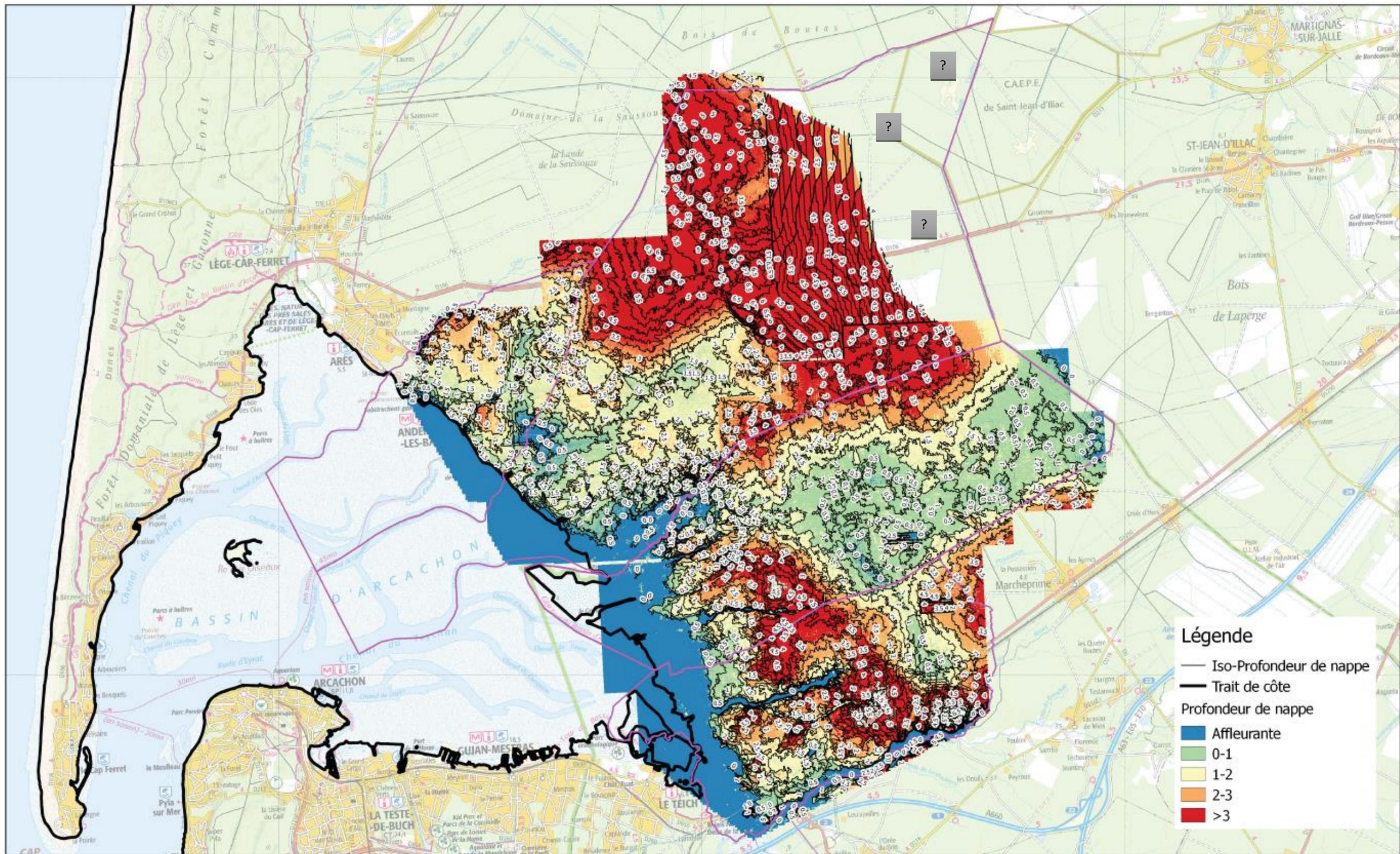
A ce même puits, au moment de nos relevés piézométriques (du 9 au 13 novembre 2015), le niveau enregistré était de 44,25 m NGF, soit un niveau de 1,68 m plus bas qu'au moment des plus hautes eaux de mars 2016.

Ainsi, en retirant 1,70 m aux profondeurs mesurées sur les 23 puits en novembre 2015, on évalue le niveau des plus hautes eaux sur le secteur d'étude. On peut ensuite, par superposition avec le niveau du terrain naturel, identifier les zones où le niveau de nappe présente des risques de recouper le niveau du terrain naturel.

La carte ci-dessous représente la projection des isopièzes en période de plus hautes eaux d'après les données collectées et les données MNT fournies. A partir de ces données, on peut distinguer 3 types de zones différentes :

- Secteurs en bleu : la nappe devrait être affleurante en hautes eaux ;
- Les zones vertes, correspondent aux secteurs identifiés comme étant a priori sensible à la remontée de nappe (profondeur estimée < 1,00 m) ;
- Les zones en jaune/orange/rouge, qui correspondent à des secteurs a priori non sensibles au risque de remontée de la nappe, ou à des secteurs sans données.

Nota : des zones sont sans données (ou bien sans données exploitable) et sont indiquées par des points d'interrogation



BASSIN D'ARCACHON
SYNDICAT INTERCOMMUNAL

Schéma directeur
d'assainissement des eaux pluviales
Communes d'Andernos et de Lanton

Carte des affleurements

Numéro de plan : 03

Date : 20/05/2016

0 2 km



On constate qu'une partie de la zone la plus en bordure du bassin est en zone de risque de nappe affleurante en période NPHE. On observe également la présence d'axes drainants / talweg au niveau desquels la nappe peut être affleurante.

Cette analyse confirme la sensibilité particulière de la commune d'Andernos-les-Bains vis à vis des remontées de nappe.

3 CONSTRUCTION D'UN MODELE NUMERIQUE HYDROLOGIQUE ET HYDRAULIQUE

3.1 Principes généraux

Le diagnostic hydraulique et l'étude des scénarii d'aménagement sont menés par modélisation à l'aide du code de calcul CANOE développé par l'INSA de LYON et SOGREAH. Le code réalise des calculs hydrologiques et hydrauliques.

Le calcul hydrologique permet de simuler la réponse des bassins versants à une pluie donnée. Il est caractérisé par :

- une fonction de production permettant de déterminer la part du volume ruisselé en réponse à une pluie ;
- une fonction de transfert permettant de transformer le volume de pluie ruisselé en un hydrogramme.

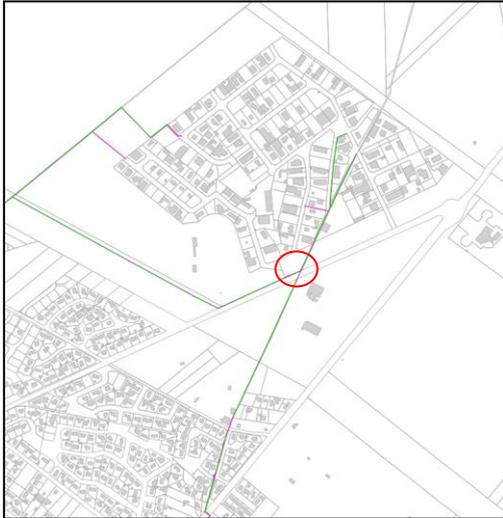
Les hydrogrammes produits à l'exutoire de chaque bassin versant sont injectés dans le réseau. Le calcul hydraulique réalisé suivant les équations de BARRE-DE-SAINT-VENANT permet alors de déterminer la ligne d'eau dans le réseau à chaque pas de temps de la simulation.

3.2 Le réseau modélisé

L'intégralité du réseau ayant fait l'objet d'une reconnaissance lors de la phase 1 sur les communes de Andernos et Lanton a été modélisée. Cela correspond à :

- 31,2 km de collecteurs enterrés ;
- 41,1 km de collecteurs aériens (fossés, crastes et cours d'eau) dont 4,8 km de collecteurs aériens répertoriés comme cours d'eau sur les données IGN et correspondant aux ruisseaux du Bétey (1,7 km) et du Renet (3,1 km).

Nota : une dérivation a été mise en place sur le ruisseau du Bétey en amont de la zone urbanisée (voir localisation ci-dessous). Celle-ci a pour objectif de renvoyer une partie des eaux du bassin versant du Bétey vers le ruisseau de Cirès. Cette dérivation ayant été mise en place postérieurement aux événements de Janvier 2014, elle n'a pas été prise en compte dans la modélisation et ce afin de pouvoir rendre compte au mieux des dysfonctionnements ayant eu lieu les 28 et 29 janvier 2014.



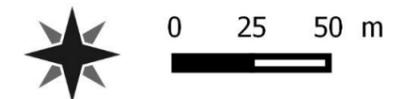
Réseau modelisé

Légende

- Noeud de calcul
- Collecteurs enterrés
- Collecteurs aériens
- ▭ Limites communales



Sources : cadastre



3.3 Les pluies

Il est prévu la modélisation de deux pluies :

- une pluie réelle constituée par la chronique pluvieuse enregistrée lors des événements de janvier 2014 ;
- une pluie de projet permettant la prise en compte d'un événement pluvieux de période de retour décennale.

3.3.1 Pluie réelle

Les 28 et 29 janvier 2014, les communes de Andernos et Lanton ont vécu un épisode pluvieux ayant entraîné des dysfonctionnements hydrauliques.

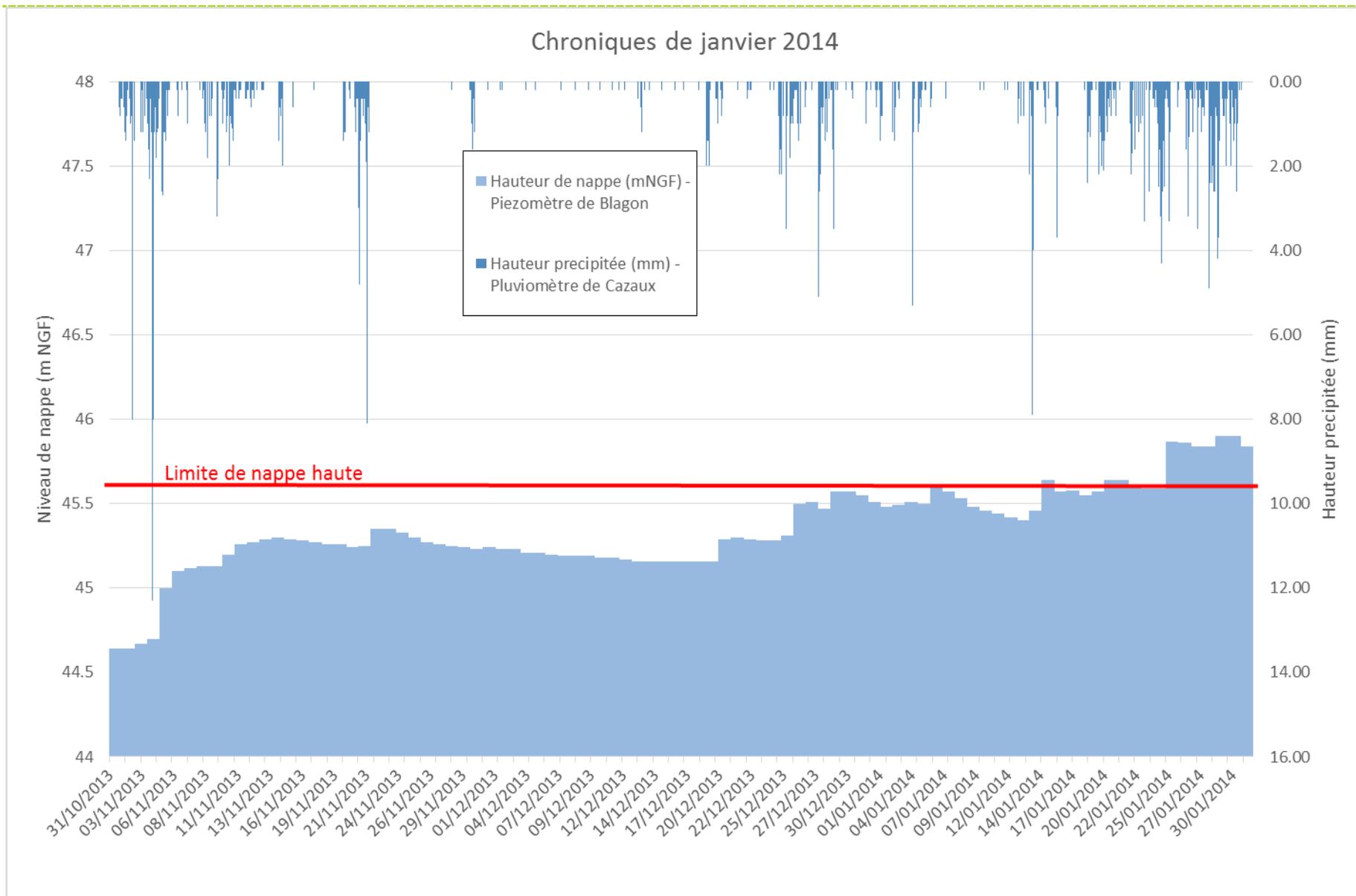
L'analyse de cet événement pluvieux révèle que ce dernier n'est pas caractéristique d'un phénomène particulièrement intense puisqu'il s'agit d'un événement pluvieux ayant une période de retour annuelle.

En revanche, cet événement pluvieux fait suite à une pluviométrie particulièrement importante ayant eu lieu sur les mois de novembre, décembre 2013 et janvier 2014 ; cette pluviométrie importante a entraîné un exhaussement important du niveau de la nappe.

Il est intéressant d'analyser l'événement pluvieux à la lumière des connaissances apportées par la campagne de mesures. Cette dernière a permis de mettre en évidence un phénomène de ruissellement important lorsque la nappe était haute soit au-deçà d'une hauteur de 46.6 m NGF mesuré au piézomètre de Blagon.

Le report de cette limite de 46.6 mNGF sur la chronique piézométrique de janvier 2014 (voir graphe ci-dessous) permet de mettre en évidence que ce niveau est atteint 2 jours avant les événements pluvieux du 28 et 29 janvier reportés comme ayant causé des dysfonctionnements.

Les sols ont donc été saturés bien avant la pluie ayant entraîné des dysfonctionnements. Cette saturation a pu augmenter le phénomène de ruissellement caractérisé lors de la campagne de mesures. Il est difficile, dans le cadre de la présente étude de définir cette augmentation et seule une campagne de mesures sur le long terme permettrait de caractériser l'évolution du coefficient de ruissellement en fonction des types de pluies rencontrées et du niveau de la nappe.



3.3.2 Pluies de projet

La pluie de projet pour le diagnostic réseau a été imposée dans le cadre de l'étude comme étant une pluie doublement triangulaire d'un période de retour de 10 ans et ayant une période intense de 30 minutes pour une durée totale de 4 heures.

Cette pluie de projet produira le débit maximum à l'exutoire pour des bassins versants ayant un temps de concentration d'une durée de 30 minutes.

Afin d'effectuer le diagnostic des cours d'eau, les pluies de périodes de retour 1, 2, 5 et 10 ans ont également été construites. Il s'agit de pluies de projet double triangle avec une durée intense de 30 minutes.

3.4 Les bassins versants

Les bassins versant d'apports au réseau ont été déterminés sur la base :

- de la structure du réseau en milieu urbain ;
- du réseau de crastes en milieu rural ;
- des données LIDAR ;
- des données issues de la campagne de mesures topographiques.

Au total, ce sont 198 bassins versants qui ont été définis.

3.4.1 Débits de base

La campagne de mesure a permis de calculer les débits de base des principaux cours d'eau traversant les communes d'Andernos et Lanton. Ces débits sont injectés en régime permanent dans le modèle au niveau des cours d'eau en situation de nappe haute et permettent ainsi de représenter les apports de la nappe aux cours d'eau. Les débits injectés sont de 0,4 m³/s pour le Renet et 0.35 m³/s pour le Bétey.

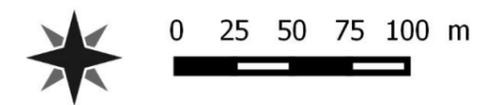
Sous bassins versants

Légende

- Limites communales
- Limites des bassins versants



Sources : cadastre



3.4.2 Fonction de production

La fonction de production d'un bassin versant définit l'évolution de la lame d'eau ruisselée en fonction de la lame d'eau précipitée à un instant « t ». En règle générale, ce rapport évolue en fonction :

- de la durée de la pluie et de son intensité : plus cette dernière est longue et/ou intense et plus la fraction ruisselée est importante ;
- du niveau de la nappe : lorsque cette dernière est haute, la fraction ruisselée est nettement plus importante que lorsqu'elle est basse.

Les coefficients retenus pour les différents types de surfaces en fonction du niveau de nappe sont précisés ci-après :

	Coefficients de ruissellements	
	Nappe non affleurante	Nappe affleurante
Surface imperméables (voiries, parkings, toitures, ...)	1	1
Surfaces perméables (surface agricole, boisée, ...)	0.1	0,4

Le coefficient de 0,4 pour les surfaces perméables dans le cas de nappe affleurante a été retenu après un calage du modèle visant à reproduire les dysfonctionnements observés en janvier 2014. Il est dans la fourchette haute des coefficients de ruissellement mesurés lors de la campagne de mesures.

Lorsque des mesures compensatoires sont présentes et considérées comme efficaces, les coefficients de ruissellement des surfaces urbanisées sont portés à zéro.

3.4.3 Fonction de transfert

La fonction de transfert a pour but de transformer le volume ruisselé en un hydrogramme. Cette transformation s'effectue grâce à une fonction de transfert à un réservoir permettant la détermination du débit à chaque instant « t » suivant l'équation suivante :

$$Q_{si} = e^{-\frac{\Delta t}{K}} \times Q_{si-1} + (1 - e^{-\frac{\Delta t}{K}}) \times Q_{ei}$$

Avec :

- Q_{si} : débit à l'exutoire à un instant « t » ;
- Q_{ei} : débit à de pluie nette à l'instant « t » ;
- K : Coefficient de réservoir linéaire ou lag time.

Le coefficient K est calculé différemment suivant qu'il s'agisse de bassin versant urbain ou rural.

Pour les bassins versant urbains, la valeur de K est déterminée suivant la méthode de proposée par M.DESBORDES :

$$K = 0.254 \times S^{-0.00076} \times C_{imp}^{-0.512} \times p^{-0.401} \times L^{0.6}$$

Avec :

- S : superficie du bassin versant (ha) ;
- C_{imp} : coefficient d'imperméabilisation (%) ;

- P : pente du bassin versant (m/m) ;
- L : Longueur du cheminement hydraulique (m).

Pour les bassins versants ruraux, le paramètre K est issu de la campagne de mesures. Ce dernier est alors calculé au prorata de la longueur du cheminement hydraulique du bassin versant concerné.

3.5 Les conditions aval

Les exutoires du réseau pluvial ont lieu dans le bassin d'Arcachon caractérisé par son interconnexion avec l'océan Atlantique. À ce titre ils sont soumis aux marées pouvant exercer un contrôle aval sur le fonctionnement du réseau.

On distingue deux scénarii de contraintes aval :

- une marée haute imposant un niveau à l'exutoire de 2 m NGF, correspondant à un niveau de marée de 80 et identique à la contrainte maximale exercé par la marée les 28 et 29 janvier 2014 ;
- une marée basse n'imposant aucun contrôle aval sur le fonctionnement du réseau. La hauteur d'eau au niveau des exutoires du réseau est alors donnée par la hauteur normale liée aux écoulements du réseau.

3.6 Les scénarii modélisés

3.6.1 Analyse des concomitances événement pluvieux / niveau de nappe

Les phénomènes d'inondation sur la commune sont la résultante de deux phénomènes pouvant être concomitants :

- les remontées de nappe ;
- les événements pluvieux ;

Afin d'analyser le risque de concomitance entre ces deux phénomènes, les niveaux de nappe enregistrés au piézomètre de Blagon ont été analysés et croisés avec les périodes de retours des différents événements pluvieux pris en compte pour la présente étude.

Au niveau du piézomètre, les niveaux de nappe ont été enregistrés de façon journalière sur les huit dernières années et permettent d'apprécier la période de retour des événements de nappe haute et basse. Cette précision est toutefois à remettre dans le contexte :

- de l'éloignement du piézomètre avec la zone d'étude ;
- de la durée de la chronique relativement faible (8 années de mesure).

Si l'on considère que la nappe est haute à partir d'une hauteur de 46.6 m NGF (voir l'analyse portée sur la campagne de mesure), la période de retour de l'événement est de 1 sur 22 jours.

En croisant avec les périodes de retour des différents événements pluvieux et sur la base de l'hypothèse que ces deux phénomènes sont complètement indépendants, on établit les risques de concomitance qui sont synthétisés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 2 : Période de retour des concomitances entre phénomènes pluvieux et niveaux de nappe

Période de retour de la concomitance entre phénomènes		Phénomène de nappe	
		Nappe basse	Nappe haute
Phénomène pluvieux	1 an	~ 1 an	22 ans
	2 ans	~ 2 ans	44 ans
	5 ans	~ 5 ans	110 ans
	10 ans	~ 10 ans	220 ans

Le tableau permet de mettre en évidence que la période de retour de la concomitance en période de nappe basse est définie par la période de retour de l'évènement pluvieux : lors d'un évènement pluvieux majeur, il y a de fortes chances que la nappe soit basse.

En revanche, la concomitance entre les phénomènes pluvieux et les phénomènes de nappe haute ont une période de retour plus élevée variant entre 22 et 220 ans pour les pluies de périodes de retour respectives de 1 an et 10 ans.

La période de retour de l'évènement pluvieux de Janvier 2014 était de 1 an. Si des pluviométries identiques ont le risque de se produire chaque année, on notera que la concomitance du phénomène avec une nappe haute présente un risque moins élevé estimé à 22 années.

3.6.2 Scénarii retenus

3.6.2.1 Diagnostic réseau

Suite à la phase 1, deux scénarii de modélisation ont été retenus qui sont synthétisés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 3 : synthèse des scénarii étudiés

	Scénario 1	Scénario 2
Description	Simulation des conditions du 28 - 29 janvier 2014	Évènement pluvieux T = 10 ans
Pluviométrie	28 - 29 janvier 2014	Pluie théorique T = 10 ans
Contrainte avale	+ 2 m NGF	hauteur normale
Niveau de nappe	Haute	Basse
État des mesures compensatoires	Saturées	Disponibles

Ces scénarii sont étudiés à l'aune de deux situations temporelles distinctes : en situation actuelle et en situation future. Le diagnostic en situation future s'appuie sur le Plan Local d'urbanisme et en prenant en compte un coefficient d'imperméabilisation sur les zones AU (à urbaniser) de 30 %.

3.6.2.2 Cours d'eau

Pour rappel, la phase de terrain effectuée lors de la phase 1 a permis de lever le lit mineur des principaux cours d'eau de la commune. Afin d'apprécier la période de retour de débordement des lits mineurs pris en compte, les débits générés par les bassins versants pour les occurrences 1, 2 5 et 10 ans en période de nappe basse sont déterminés et comparés aux capacités des différents tronçons

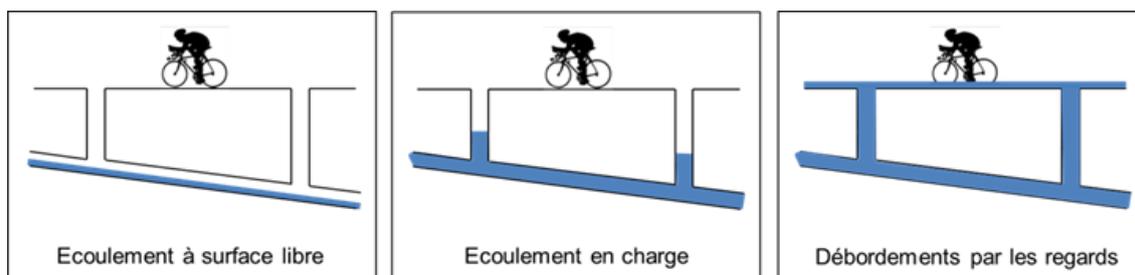
4 DIAGNOSTIC HYDRAULIQUE DU RESEAU

4.1 Situation actuelle

4.1.1 Scénario 1

La carte ci-dessous présente les résultats de la simulation.

On distingue, pour chaque collecteur, son fonctionnement en charge où à surface libre et pour chaque regard, les volumes débordés. Le principe est illustré sur le schéma ci-dessous :



La carte est à mettre en parallèle avec les dysfonctionnements répertoriés sur la commune. Et synthétisés sur la carte ci-dessous.

Schéma directeur d'assainissement des eaux pluviales - Commune d'Andernos

Phase 1b : Modélisation

Scénario 1 : Evénement du 28 et 29 janvier 2014

Légende

Volume débordé (m³)

- 0 - 100
- 100 - 500
- 500 - 1000
- 1000 - 5000
- 5000 - 10000

Etat des collecteurs

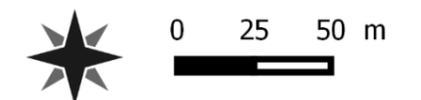
- fonctionnement a surface libre
- fonctionnement en charge

Limites communales

- ▭ Dysfonctionnements pluviaux



Sources : cadastre



SUEZ

Identifiant	Dysfonctionnements signalés
1	Buse métallique en mauvais état. °Possible phénomène de renard
2	Mise en charge et débordement °du réseau fréquent
3	Insuffisance du réseau °entraînant des débordements
4	Insuffisances du réseau et débordement °sur voirie fréquent
5	Débordements fréquents
6	Fossé exutoire présentant une °contre pente apparente gênant °le bon écoulement des eaux
7	accumulation des eaux dans° la partie basse du terrain
8	Débordement du Bétey.
9	Mise en charge du ruisseau
10	zone d'affleurement de nappe ° (confirmé par les levés piézométriques)
11	Zone sous influence de la marée entraînant° des dysfonctionnements à marée haute
12	Nombreux dysfonctionnements° liés à l'absence d'entretien
13	Dysfonctionnement récurrent avec mise °en charge et débordement des réseaux.° Le SIBA transmet les plans de récolement
14	Eau stagnante (pb fil d'eau?)
15	Eau stagnante dans le fond du bassin° => zone de reproduction des moustiques
16	Insuffisance fréquente de la buse Ø400° entraînant des débordement localisés

SUEZ

La mise en parallèle des deux cartes permet de mettre en évidence que les résultats de la simulation sont en cohérence avec les observations de terrain sur un grand nombre de points. On citera notamment :

- Boulevard du Maréchal Juin ;
- Boulevard de la République ;
- Boulevard de l'Union ;
- Rue de l'Esquirey ;
- Avenue des Hirondelles.

La modélisation met également en évidence des points qui n'ont pas été signalés. Cette absence de signalisation est à remettre dans le contexte des conséquences potentielles des débordements. On citera en particulier :

- le long de l'axe longeant la rue Colette Besson et rue de la Louveterie : le réseau est insuffisant à transiter les débits provenant de l'amont mais le débordement du fossé a pu s'effectuer dans la zone boisée présente à l'Est du collecteur ;
- Boulevard de la République où une diminution de la section du réseau (passage \varnothing 600 à un \varnothing 300) entraîne une insuffisance localisée du réseau.

Certains dysfonctionnements signalés par la commune n'ont pas été retrouvés. On peut citer :

- avenue du Général de Gaulle et Avenue Pasteur : les débordements n'ont pu être expliqués par la modélisation. On notera que ces derniers ont lieu sur tête de bassin versant générant des débits relativement faibles et ne pouvant expliquer les débordements au vu de la capacité disponible du réseau. Une inspection caméra sur les réseaux du secteur pourra être entreprise afin de déterminer si une explication peut expliquer ce dysfonctionnement.
- boulevard Georges Clémenceau : le problème reporté concerne la stagnation des eaux. Ce problème est généralement lié à une contre pente du réseau que les levés topographiques effectués à grande échelle n'ont pas permis de mettre en évidence. Des relevés topographiques centrés sur cette zone devraient permettre d'identifier de façon précise le collecteur posant problème.

4.1.2 Scénario 2

Les résultats de la simulation du scénario 2 prenant en compte une pluie décennale sont précisés ci-dessous. Ils mettent en évidence un réseau globalement insuffisant se traduisant par de nombreux débordements.

Ces débordements sont cependant à remettre dans le contexte d'un sol sableux présentant une nappe basse et donc un taux d'infiltration élevé (contrairement au scénario 1) pouvant conduire à des résorptions rapides n'entraînant pas nécessairement l'observation d'un dysfonctionnement.

Cette carte est donnée à titre indicatif : après discussion avec la commune, il semble irréaliste de baser les futurs scénarii d'aménagement sur un dimensionnement décennal.

Schéma directeur d'assainissement des eaux pluviales - Commune d'Andernos

Phase 1b : Modélisation

Résultats de la modélisation - Scénario 2

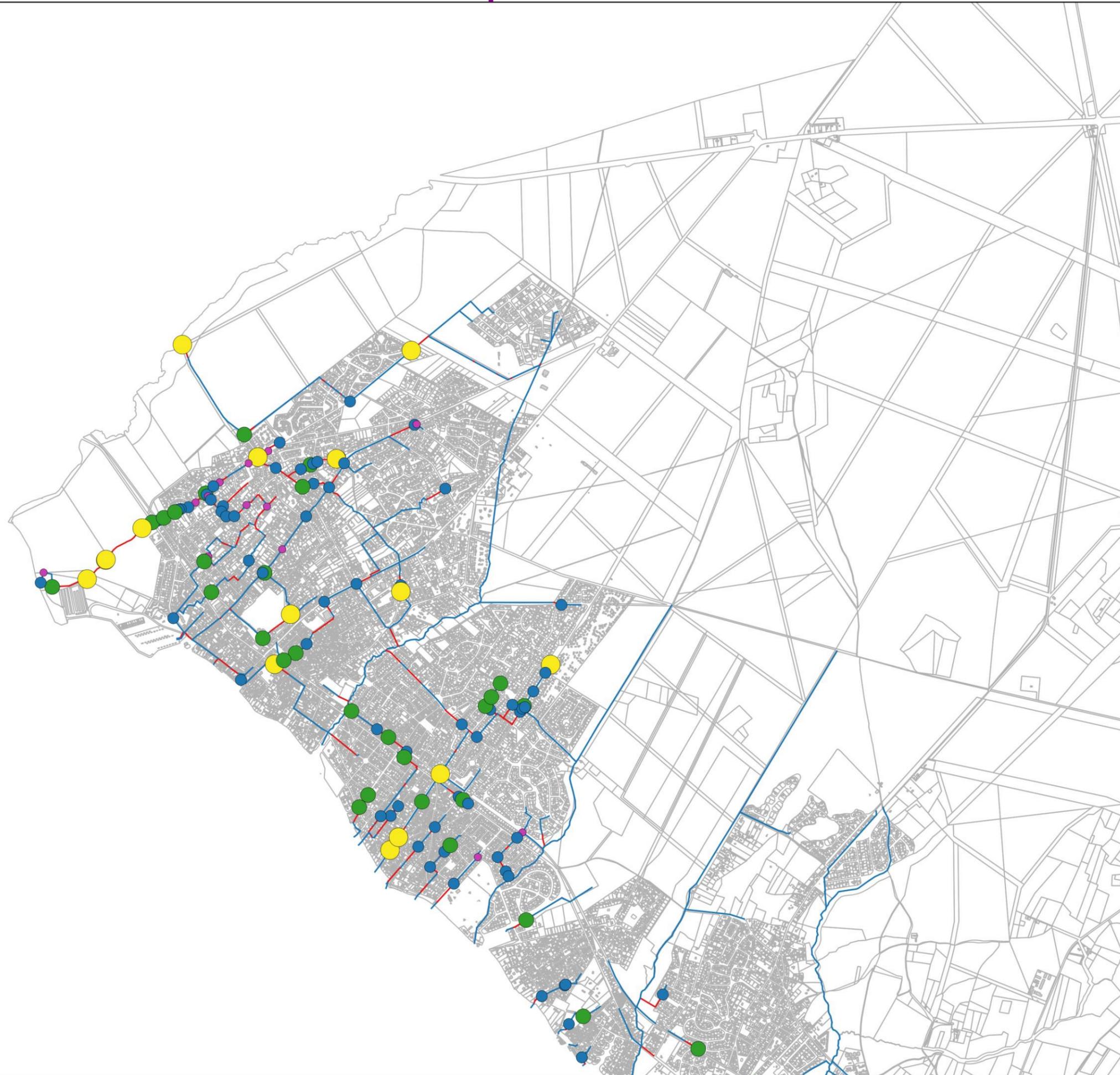
Légende

Volume débordé (m³)

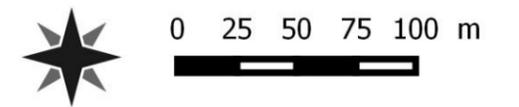
- 0 - 100
- 100 - 500
- 500 - 1000
- 1000 - 5000
- 5000 - 10000

Collecteurs

- Fonctionnement à surface libre
- Fonctionnement en charge



Sources : cadastre



4.2 Situation future

Les diagnostics prenant en compte l'urbanisation future pour les scénarii 1 et 2 sont présentés ci-dessous. Ils mettent en évidence des évolutions marginales en augmentant sensiblement les volumes débordés et donc une aggravation de la situation.

Ils soulignent ainsi la nécessité de mise en place de mesures compensatoires permettant le tamponnement des débits de pointe générés par les surfaces imperméabilisées.

Schéma directeur d'assainissement des eaux pluviales - Commune d'Andernos

Phase 1b : Modélisation

Résultats de la modélisation - Scénario 1 Situation tendancielle

Légende

Volume débordé (m³)

- 0 - 100
- 100 - 500
- 500 - 1000
- 1000 - 5000
- 5000 - 10000

Collecteurs

- Fonctionnement à surface libre
- Fonctionnement en charge



Sources : cadastre



0 25 50 75 100 m



Schéma directeur d'assainissement des eaux pluviales - Commune d'Andernos

Phase 1b : Modélisation

Résultats de la modélisation - Scénario 2 Situation tendancielle

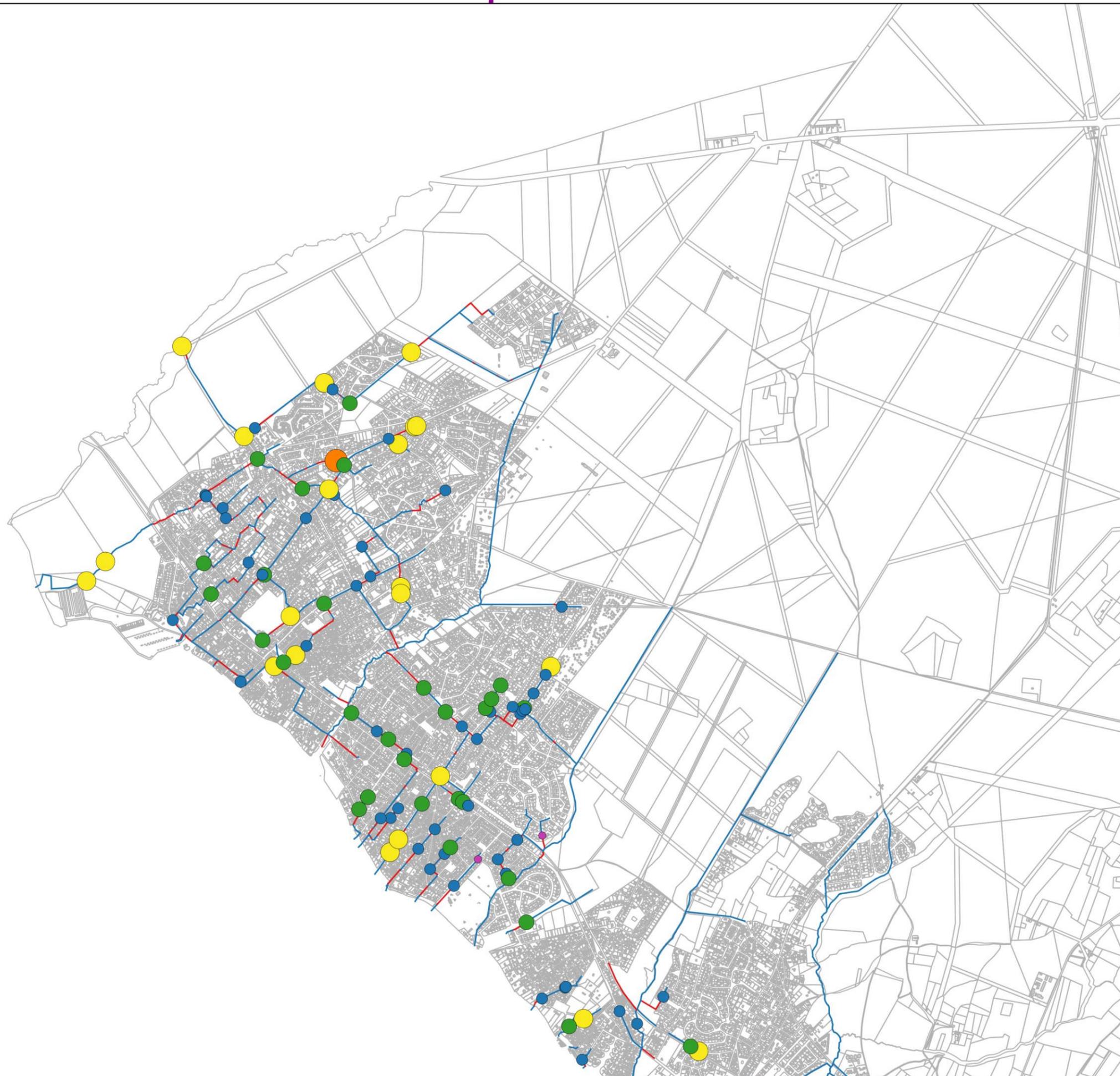
Légende

Volume débordé (m³)

- 0 - 100
- 100 - 500
- 500 - 1000
- 1000 - 5000
- 5000 - 10000

Collecteurs

- Fonctionnement à surface libre
- Fonctionnement en charge



Sources : cadastre



0 25 50 75 100 m



5 DIAGNOSTIC HYDRAULIQUE DES COURS D'EAU

La carte ci-dessous présente les résultats issus de la modélisation. Le classement est effectué sur l'hypothèse d'une nappe basse pour les occurrences de pluie considérées. A titre indicatif, les débits pour une hypothèse de nappe haute sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Il est à rappeler que cette modélisation ne prend en compte que les capacités de plein-bord qui sont comparées à la capacité des collecteurs afin de déterminer si ces derniers sont suffisants ou non. Par conséquent, les phénomènes tels que l'écrêtement des débits liés à la dynamique du cours d'eau et les contrôles aval exercés par le bassin ne sont pas pris en compte.

De plus, les résultats sont à remettre dans le contexte de l'impact des débordements potentiels : seul le lit mineur des cours d'eau est pris en compte et la modélisation ne donne pas d'indication sur le fonctionnement du lit majeur. Par conséquent, les insuffisances signalées pour les faibles périodes de retour ne donnent pas nécessairement lieu à des inondations impactant la sécurité des biens et des personnes si la capacité du lit majeur est suffisante.

Par conséquent, la lecture de cette carte est à remettre dans le contexte de la connaissance et des dysfonctionnements reportés par les communes.

Elle permet néanmoins de mettre en évidence :

- une insuffisance du lit mineur du cours d'eau sur la partie amont du Bétey dès l'occurrence 2 ans. Des dysfonctionnements ont été signalés sur ce secteur et l'absence de lit majeur entraîne une inondation directe des bâtis présents à proximité.
- Une insuffisance dès l'occurrence annuelle du collecteur enterré à l'exutoire du Massurat. Cette observation est confirmée par les observations de terrain qui reportent une inondation du camping en amont.

Tableau 4 : Débits de pointe pour les cours d'eau

Période de retour (an.)	1		2		5		10	
	Basse	Haute	Basse	Haute	Basse	Haute	Basse	Haute
A	0.4	1.2	0.6	2.2	0.8	3.3	1.0	3.9
B	0.3	0.9	0.4	1.8	0.6	2.8	0.8	3.0
C	1.6	3.4	2.1	6.3	2.8	9.1	3.1	10.1
D	2.1	5.0	2.9	9.6	4.0	13.8	4.6	15.7
E	2.6	5.5	3.4	10.3	4.5	14.6	5.1	16.6
F	2.9	6.0	3.9	11.0	5.2	15.6	5.9	17.7
G	3.5	6.5	4.7	11.8	6.2	16.6	6.9	18.9
H	0.3	0.7	0.3	1.2	0.5	1.7	0.6	2.0
H2	0.3	0.8	0.4	1.5	0.6	2.3	0.7	2.6
I	1.3	2.5	1.8	5.3	2.7	6.4	3.1	6.7
J	1.6	2.9	2.2	5.6	3.2	7.0	3.7	7.4
K	1.9	3.2	2.6	6.0	3.7	7.7	4.3	8.3
L	1.2	3.3	1.9	6.3	2.8	9.0	3.2	10.5
M	1.3	3.4	2.0	6.5	2.9	9.2	3.3	10.7
N	1.4	3.6	2.2	7.0	3.2	9.9	3.6	11.5
O	1.4	1.9	1.9	2.3	2.1	2.4	2.2	2.5
P	1.5	2.8	2.0	5.0	2.6	7.0	2.9	8.0
Q	2.4	5.2	3.3	10.0	4.6	14.4	5.2	16.7
R	2.5	5.5	3.5	10.4	4.8	14.9	5.5	17.3
S	3.0	5.9	4.2	10.6	5.5	14.9	6.2	15.7
T	0.3	0.5	0.4	0.5	0.4	0.6	0.6	0.7
U	0.9	1.2	1.1	1.5	1.3	1.9	1.5	2.3

Schéma directeur d'assainissement des eaux pluviales - Commune d'Andernos

Phase 1b : Modélisation

Diagnostic hydraulique des cours d'eau

Légende

Période de retour de l'insuffisance

- 1 an
- 2 ans
- 5 ans
- 10 ans
- > 10 ans



Sources : cadastre



0 25 50 m

