



Etablissement public
du Marais poitevin

Analyse des données hydrométriques de la Vieille Autise en période d'étiage



Janvier 2014

TABLE DES MATIERES

1. INTRODUCTION	3
2. CONTEXTE	4
2.1. GEOGRAPHIE	4
2.2. GEOLOGIE, HYDROLOGIE ET HYDROGEOLOGIE	4
2.3. PEDOLOGIE ET TOPOGRAPHIE	6
2.4. REGLEMENTATION ET CONVENTION	6
3. ANALYSE DES DONNEES HYDROMETRIQUES SUPERFICIELLES DE L'ANNEE 2012	10
4. ANALYSE DE TERRAIN REALISEE AU COURS DE LA PERIODE D'ETIAGE 2013	13
4.1. ESTIMATION DES FUITES SUR LES OUVRAGES DE ST ARNAULT	13
4.2. TRANSFERT D'EAU ENTRE LE BIEF DE ST ARNAULT ET LE CANAL DE RETH	13
4.3. SYNTHESE	15
5. ANALYSE DES RELATIONS EAUX SOUTERRAINES / EAUX SUPERFICIELLES	16
5.1. AZIRE – BIEF DE ST ARNAULT	16
5.2. AZIRE – BOURDETTES	17
5.3. BOURDETTES – ST ARNAULT	17
5.4. OULMES - AZIRE	18
5.5. OULMES - BIEF DU COURTIOU	19
5.6. EVAPOTRANSPIRATION	20
5.7. SYNTHESE	21
6. EVOLUTION DES CONSOMMATIONS POUR L'IRRIGATION DEPUIS 2007	22
7. SYNTHESE ET PERSPECTIVES	24

1. Introduction

Lors de la dernière commission de suivi et d'évaluation du secteur des Autises qui s'est déroulée le 27 octobre 2012, le gestionnaire des réserves de substitution a exposé le bilan de l'année 2012 sur les consommations de prélèvements ainsi que l'évolution des différents indicateurs milieux des eaux souterraines et des eaux superficielles. Il a été constaté à cette occasion une baisse de niveau d'eau du bief de Saint Arnault d'une quarantaine de centimètres entre le 8 août et 25 septembre 2012. L'origine de cette baisse du niveau d'eau du bief pose des interrogations sur le(s) paramètre(s) qui explique(nt) le décrochage de niveau d'eau du bief au cours de la période d'étiage 2012.

Au cours de cette commission, l'Etablissement Public du Marais poitevin (EPMP) en tant qu'Organisme Unique de Gestion Collective (OUGC) a été sollicité pour apporter des éléments de réponse sur l'origine de cette baisse.

Ce document présente les travaux de terrain et les analyses conduites au cours de l'année 2013 :

- explication du fonctionnement hydraulique superficiel par les acteurs locaux,
- analyse bibliographique des différentes études réalisées sur le secteur des Autises,
- analyse des données hydrométriques,
- observations complémentaires de terrain au cours de la période d'étiage 2013,
- analyse des chroniques historiques des différents indicateurs,
- analyse des transferts d'eaux entre le bief de St Arnault et le canal de Reth,
- analyse des consommations milieux à usage irrigation.

2. Contexte

2.1. Géographie

Le secteur concerné est situé au Sud Est du département de la Vendée, en limite du département des Deux Sèvres. L'Autise prend sa source en Deux Sèvres dans une zone bocagère sur le socle granitique rejoint le département de la Vendée pour traverser la plaine calcaire du sud Vendée et se séparer, à l'entrée du Marais poitevin en deux entités (cf. annexe « cartographies » - Géographie). La première est le secteur de la Jeune Autise à l'Ouest dont l'alimentation par la rivière Autise a été créée artificiellement par le creusement d'un canal entre Mauvais et la Sèvre niortaise au XIII^{ème} siècle, et le secteur de la Vieille Autise à l'Est, exutoire naturel historique de la rivière Autise dans le marais. La séparation vers ces deux marais mouillés se fait au niveau de l'ouvrage hydraulique de Mauvais (cf. photo annexe 29).

Le secteur de la Vieille Autise est décomposé en trois biefs. Le plus en amont, le bief du Courtiou, est délimité par l'ouvrage de Mauvais et les deux ouvrages du Courtiou (cf. photo annexe 30) pour une superficie de 280 hectares.

Plus en aval, le bief de Grand Bois est délimité par les ouvrages du Courtiou et celui de Grand Bois (cf. photo annexe 31) pour une superficie de 80 hectares.

Enfin, le dernier bief de St Arnault, le plus important en superficie (1780 ha), est délimité par les ouvrages de Grand Bois et de Saint Arnault (cf. photo annexe 32). L'analyse hydraulique de ce document est principalement centrée sur ce bief.

2.2. Géologie, Hydrologie et Hydrogéologie

La lithologie du sous-sol de la plaine calcaire du secteur des Autises en Sud Vendée est constituée principalement de roches sédimentaires calcaires et marneuses du Jurassique (cf. annexe « cartographies » - Géologie). Une description de la nature des roches a notamment été réalisée par le service hydrogéologie du Conseil Général de la Vendée sur la base de nombreux sondages réalisés dans le secteur de Nieul-sur-l'Autise.

La succession lithologique rencontrée est la suivante (des couches les plus récentes aux plus anciennes) :

- Callovien (Jurassique supérieur) : couche composé d'une alternance de calcaire marneux et de marnes grises à faible perméabilité. Il affleure en limite nord de marais, puis s'enfonce vers le sud sous ce dernier.
- Bathonien supérieur et moyen (Jurassique moyen, Dogger) : il affleure sur une grande partie de la plaine du secteur concerné. Lorsque la série est complète, il est épais de 15 à 17 m et est constitué de calcaire blanc beige crayeux (pouvant être localement fissuré).
- Bathonien inférieur (Jurassique moyen, Dogger) : passage marneux du « banc pourri » d'un mètre d'épaisseur environ.
- Bajocien supérieur et moyen (Jurassique moyen, Dogger) : calcaire beige, fissuré, alternant avec de petits bancs marneux, 15 à 16 m d'épaisseur.
- Bajocien inférieur (Jurassique moyen, Dogger) : marnes grises sur environ 2 m d'épaisseur.
- Aaléno-Toarcien : de 9 m d'épaisseur, cette couche est une alternance de marnes gris-bleues et de calcaires marneux gris.

- Lias Inférieur : peu épais dans la région (7 à 10 m), il est constitué dans sa partie supérieure d'un ensemble de calcaire gréseux gris, puis passe à des calcaires marneux gris. Les argiles bariolées rouges et vertes de l'infra lias ne sont pas en dépôts continus.
- Socle Hercynien : Il est constitué dans la région des Autises de Micachistes. A Nieul sur l'Autise, il est à une profondeur de 30 m, à Maillezais, la couche sédimentaire le recouvrant est d'environ 100 m.

D'un point de vue structural, les formations du Jurassique ont une direction générale NO-SE avec un pendage SO. Le secteur est marqué par des séries de failles NW-SE (direction Sud Armoricaine) et de failles NE-SW qui confèrent à l'ensemble une structure en damier composé de compartiment effondrés en opposition avec des zones surélevées. Une étude hydrogéologique du secteur (C. ROY, mars 1984) a également mis en évidence une structure synclinale d'axe NW-SE dans le secteur de Nieul sur l'Autise qui constitue un axe de drainage pour les eaux souterraines du Dogger. A l'aval de Bouillé Courdault, et à l'aval de la faille de Benet qui longe la bordure Nord du marais de la Vieille Autise, les couches géologiques « plongent » sous le marais sur lequel s'est déposée une couche peu perméable du Callovien.

Dans ce secteur de plaine, les calcaires du Dogger qui sont fissurés sur les premiers mètres sont très productifs. Cette nappe est particulièrement exploitée pour l'irrigation agricole depuis plus de 25 ans. Un rapport du Conseil Général de Vendée de 1993 fait état de prélèvements dans les eaux souterraines de l'ordre de 5 890 000 m³ répartis sur les communes de Nieul sur l'Autise, Oulmes, Bouillé Courdault et St Pierre le Vieux.

Selon la carte piézométrique établie par le Conseil Général de la Vendée en mars 1984 mais aussi les cartes piézométriques simulées par le modèle hydrogéologique du BRGM, la direction générale de l'écoulement des eaux souterraines est Nord Est – Sud Ouest (cf. annexe « cartographies » - Sens d'écoulement des eaux). Dans le secteur de Nieul sur l'Autise, Oulmes et St-Pierre le Vieux, le gradient piézométrique est faible. Il est synonyme d'une bonne productivité de la nappe.

Entre Xanton Chassenon et Mauvais, la rivière Autise traverse les terrains calcaires fissurés du Dogger et est en relation directe avec la nappe du Dogger. En période de hautes eaux, la nappe soutient le débit de la rivière. A l'inverse en période de basses eaux, les eaux de la rivière s'infiltrent dans le massif calcaire pour réalimenter la nappe jusqu'à la cote 3.5 m NGF69 environ au piézomètre d'Oulmes (fond topographique le plus bas de la rivière Autise en amont du gué de Mauvais), cote en dessous de laquelle la rivière est à sec.

Plus en aval, l'ouvrage hydraulique de Mauvais qui sépare la Jeune Autise de la Vieille Autise est un ouvrage latéral au canal géré de manière automatique par la DDT des Deux Sèvres (Unité Sèvre et Marais). Il oriente préférentiellement les eaux vers la Jeune Autise (en position fermé de l'ouvrage) mais peut délester une partie du débit de la rivière Autise vers les marais mouillés de la Vieille Autise en période de hautes eaux. En période estivale, l'écoulement des eaux se fait donc préférentiellement vers les marais mouillés de la Jeune Autise dû à la gestion mise en œuvre par l'Unité Sèvre et Marais d'une part et dû à des niveaux d'eau insuffisants voire inexistantes en amont de l'ouvrage d'autre part. L'annexe 1 présente les données hydrométriques de l'ouvrage de Mauvais au cours de la période d'étiage 2012. L'ouvrage de Mauvais ne s'ouvre pour envoyer de l'eau vers la Vieille Autise que lorsque le niveau amont est égal ou supérieur à 5.69 m NGF69 sur le bief de la Porte de l'Île ce qui n'est que rarement le cas en période d'étiage.

L'exutoire principal des eaux de la nappe du Dogger dans le secteur de la Vieille Autise est constitué notamment de lignes de sources de direction Nord Ouest – Sud Est dans le secteur de Bouillé Courdault mais aussi dans le secteur d'Aziré pour les plus importantes. Lorsque la surface piézométrique de cette nappe est à un niveau supérieur à la zone de contact des formations

argileuses imperméables du Marais poitevin, les sources présentent des débits importants et participent grandement à la réalimentation des marais mouillés de la Vieille Autise. Inversement, lorsque les niveaux de nappe ne sont plus suffisants, les sources ne débitent plus et les eaux superficielles du marais de la Vieille Autise peuvent même retourner vers la nappe lorsque la piézométrie de la nappe est inférieure aux niveaux des eaux superficielles du marais (constat réalisé au cours des années 1990 et au début des années 2000).

2.3. Pédologie et Topographie

Une carte pédologique des sols du marais est présentée dans l'annexe « cartographies » - Pédologie. Elle a été réalisée d'après une cartographie du Ministère de la protection de la Nature et de l'environnement réalisée entre 1975 et 1980.

Les sols du secteur de la Vieille Autise peuvent se décrire comme suit :

- Le bief du Courtiou est composé majoritairement de bris anciens et limons fluviaux peu perméables reposant sur les calcaires du Jurassique. L'occupation du sol est mixte avec des prairies d'une part et des cultures d'autre part.
- Les sols du bief du Grand Bois correspondent à des bris anciens localement tourbeux et des limons fluviaux reposant sur les calcaires du Jurassique. Il s'agit d'un secteur majoritairement prairial.
- Les sols du bief de St Arnault sont plus hétérogènes. La partie amont est composée de tourbes dans le secteur d'Aziré, Ste Christine et de Cellette. Le long du canal de St Arnault, les sols correspondent à des bris anciens localement tourbeux et des limons fluviaux reposant sur les calcaires du Jurassique.

Il est important de signaler la présence de tourbes dans la partie amont du bief de St Arnault qui peuvent atteindre plusieurs mètres d'épaisseur et dont la teneur en eau est directement influencée par le niveau des eaux superficielles du Bief de St Arnault ainsi que par le niveau des eaux souterraines de la nappe du Dogger.

De plus, la zone tourbeuse amont de St Arnault est, d'après la cartographie Litto3D, (cf. annexe « cartographies » - Litto 3D) le secteur le plus bas du bief avec une altimétrie des sols comprise entre 1.9 et 2.2 m NGF69. Ce secteur est donc le premier impacté par une variation des niveaux d'eau au sein du bief.

2.4. Réglementation et Convention

Plusieurs documents règlementaires sont en vigueur sur le Marais poitevin et concernent directement le secteur des Autises. Ils définissent un certain nombre d'éléments à mettre en œuvre pour une bonne gestion quantitative des ressources en eau du Marais poitevin.

Le premier de ces documents est le Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) 2010-2015 du bassin Loire-Bretagne.

Sur les nappes de bordure (dont celle des Autises), il définit notamment des niveaux piézométriques à respecter :

- une piézométrie objectif de début d'étiage (POEd) à respecter jusqu'au 15 juin,
- une piézométrie objectif de fin d'étiage (POEf) à respecter à partir du 15 juin pendant toute la durée de l'étiage,
- une piézométrie de crise (PCR) à ne pas franchir pendant toute la période d'étiage.

Ces piézométries sont évaluées à partir d'un niveau journalier. Les valeurs de POE doivent être respectées statistiquement 4 années sur 5.

Pour les eaux superficielles de marais, le SDAGE a défini 28 zones nodales associées à des points nodaux sur le Marais poitevin et des niveaux à respecter (dont les valeurs ont été définies par les SAGE concernés) :

- le niveau objectif de début d'étiage (NOEd), calculé sur la base d'un niveau moyen mensuel, à respecter jusqu'au 15 juillet,
- le niveau objectif de fin d'étiage (NOEf), calculé sur la base d'un niveau moyen mensuel, à respecter à partir du 15 juillet,
- le niveau de crise (NCR), à respecter quotidiennement, en dessous duquel seules les exigences de santé, de salubrité publique, de sécurité civile, d'alimentation en eau potable et des besoins des milieux naturels peuvent être satisfaits.

Le deuxième document réglementaire en vigueur concernant le secteur des Autises est le Schéma d'aménagement et de gestion des eaux de la Sèvre niortaise et du Marais poitevin, approuvé le 17 février 2011.

Il a confirmé voire réajusté à la hausse les piézométries objectives définies dans le SDAGE. Ainsi, il a fixé une POEd de 2.40 m IGN69 au piézomètre d'Aziré (Benet), quand le SDAGE affiche une valeur de 2.30 m.

Enfin, le secteur des Autises est également concerné par les arrêtés-cadre « sécheresse » signés par les préfets des Deux-Sèvres et de la Vendée. Ces arrêtés réglementent les prélèvements d'eau effectués dans les eaux superficielles (rivière et marais) et dans les eaux souterraines dans les deux départements lors des périodes de pénurie d'eau. Ces arrêtés définissent des seuils à respecter en fonction de l'état des milieux.

En Vendée, pour les eaux souterraines de la nappe Autise (mesure aux piézomètres d'Oulmes et d'Aziré/Benet pour l'année 2013) :

- courbe d'alerte : les volumes restant à consommer sont réduits de 20 %,
- courbe d'alerte renforcée : les volumes restant à consommer sont réduits de 40 %,
- courbe de coupure : aucun prélèvement n'est possible.

En Vendée, pour les eaux superficielles de la rivière Autise et les marais des Autises (mesure aux stations débitmétriques de la Tiffardière et de Saint-Hilaire-des-Loges) :

- seuil d'alerte : information/communication auprès des usagers,
- seuil d'alerte renforcée : restriction horaire avec interdiction de prélèvement tous les jours de 8h à 20h (particuliers) et restriction volumétrique collective pour les irrigants,
- seuil de coupure : interdiction totale de prélèvement.

En Deux-Sèvres, pour les eaux superficielles et souterraines du secteur Autise (mesure aux stations débitmétriques de la Tiffardière et de Saint-Hilaire-des-Loges) :

- seuil d'alerte : gestion dans le cadre du protocole de gestion EPMP (non report des volumes alloués à la semaine),
- seuil d'alerte renforcée : - 50 % du volume hebdomadaire autorisé,
- seuil de coupure : - 100 % du volume hebdomadaire autorisé.

Les différentes valeurs qui concernent le secteur de la Vieille Autise sont récapitulées dans le tableau ci-après :

Type de seuil	document	St Arnault (marais) m NGF69	Oulmes (nappe) m NGF69	Azéré (nappe) M NGF69	St-Hilaire-des- Loges (cours d'eau) l/s	La Tiffardière (cours d'eau) l/s
NOEd	SAGE	2.18				
NOEf		1.98				
NCR		1.68				
POEd	SDAGE		4.60	2.30		
	SAGE			2.40		
POEf	SDAGE-SAGE		3.00	1.90		
PCR	SDAGE-SAGE		2.50	1.60		
PSAd	AC 85 - 2013		4.60			
PSAf	AC 85 - 2013		2.70			
PSARd	AC 85 - 2013		4.60			
PSARf	AC 85 - 2013		2.60			
PCd	AC 85 - 2013		3.55	1.65		
PCf	AC 85 - 2013		2.50	1.65		
DSAf	AC 85 - 2013				280	2 800
DSARf	AC 85 - 2013				160	
DCf	AC 85 - 2013				70	1 300
DSAd	AC 79 - 2013				1 100	
DSAf	AC 79 - 2013				160	
DSARf	AC 79 - 2013				80	
DCd	AC 79 - 2013				160	
DCf	AC 79 - 2013				70	

On notera que pour la station hydrologique de Saint-Hilaire-des-Loges, les valeurs règlementaires 2013 de l'arrêté-cadre départemental des Deux Sèvres pour le début et la fin d'étiage sont fixes (par palier) et s'appliquent jusqu'au 15 juin, alors que pour la Vendée ces valeurs de début d'étiage s'appliquent également jusqu'au 15 juin mais sous forme de courbes (eaux superficielles et eaux souterraines).

Par ailleurs, pour la piézométrie, les valeurs objectifs du SDAGE de début d'étiage sont à respecter jusqu'au 15 juin (comme le SAGE SNMP) alors que les valeurs règlementaires de l'arrêté-cadre de la Vendée s'appliquent jusqu'au 1^{er} juin.

En annexes 2 à 4 sont représentés les niveaux objectifs à Oulmes, Azéré (Benet) et Saint-Arnault (Damvix) avec les données hydrométriques de l'année 2012.

Concernant les niveaux d'eau du marais, il est important de rappeler que ces niveaux sont également très dépendants de la gestion mise en œuvre sur les différents ouvrages des biefs du marais mouillé. Le secteur de la Vieille Autise comprend trois biefs :

- le bief du Courtiou, qui possède deux ouvrages hydrauliques manœuvrés manuellement par le Syndicat des marais mouillés de la Vendée aux Autises (SMM 85),
- les niveaux d'eau du bief de Grand Bois, qui sont tenus par un ouvrage également manœuvré manuellement par le SMM 85,
- le bief de Saint Arnault, qui est concerné par deux ouvrages automatisés (sur la rivière et sur le canal) et gérés à ce jour par la DDT des Deux-Sèvres (unité Sèvre et Marais).

A noter que dans la partie aval de Saint-Arnault, le canal de Reth (cf. annexe « cartographies » - Localisation du canal de Reth), délimité par les ouvrages du Chat (cf. photo annexe 33) et de Breillat (cf. photo annexe 34), est en relation hydraulique avec le bief de Saint-Arnault. Ces deux ouvrages sont manœuvrés manuellement par la DDT des Deux-Sèvres.

Les objectifs de gestion des niveaux d'eau dans les différents biefs des marais mouillés du Marais poitevin ont fait l'objet d'une convention entre l'Etat et l'Union des Marais Mouillés de la Sèvre

niortaise et des Autises (UMM) signée en 1996. Dans le cadre du transfert du DPF de l'Etat vers l'IIBSN au 1^{er} janvier 2014, une nouvelle convention a été signée le 11 décembre 2013 entre l'IIBSN et l'UMM, dans la continuité des niveaux fixés dans la convention de 1996.

Les niveaux définis pour les trois biefs de la Vieille Autise sont les suivants :

- bief de Saint-Arnault : 2.08 m NGF69 (1.90 m NGF orthométrique) en hiver (15/10-15/06) et 2.18 m NGF69 (2.00 m NGF orthométrique) en été (15/06-15/10),
- bief de Grand Bois : 2.51 m NGF69 (2.35 m NGF orthométrique) en hiver (15/10-15/06) et à 2.61 m NGF69 (2.45 m NGF orthométrique) en été (15/06-15/10),
- bief de Courtiou : 2.95 m NGF69 (2.70 m NGF orthométrique) en hiver (15/10-15/06) et à 3.05 m NGF69 (2.80 m NGF orthométrique) en été (15/06-15/10).

Le réajustement de ces règles de gestion des niveaux d'eau fait actuellement l'objet d'un travail conduit par l'EPMP au travers des règlements d'eau et des contrats de marais.

3. Analyse des données hydrométriques superficielles de l'année 2012

Afin d'analyser les différents phénomènes hydrauliques en présence sur le secteur, une collecte des données existantes a été organisée auprès des différents organismes producteurs (CG85, Unité Sèvre et Marais, ...).

En 2012, les données de niveau d'eau du bief de St Arnault mesurées juste à l'amont de l'ouvrage situé sur le canal de la Vieille Autise ont été mises à disposition par l'Unité Sèvre et Marais, au pas de temps de 30 minutes.

Les données (cf. annexe 5) montrent une baisse de 41 cm entre le 08 août 2012 (2,12 m NGF) et le 11 septembre 2012 (1,71 m NGF) avant de stagner à cette dernière valeur jusqu'au 24 septembre 2012. Les pluies importantes de fin septembre 2012 ont permis une remontée des niveaux d'eau assez rapide.

L'estimation du volume d'eau que représente la baisse de 40 cm sur le bief de St Arnault a été évaluée par le croisement des données SIG du Parc Interrégional du Marais poitevin permettant de calculer les longueurs des réseaux primaires, secondaires, tertiaires et par des mesures de terrain permettant de définir une largeur moyenne par type de réseau. Les données sont présentées dans les tableaux ci-dessous :

	Saint Arnault			Grand Bois		Courtiou	
Nature des réseaux	Longueur (km)	Largeur (m)	Largeur moyenne (m)	Longueur (km)	Largeur (m)	Longueur (km)	Largeur (m)
Primaire total	20,1			0,51	8 à 12	5,24	8 à 12
Primaire (Canal + Rigole Aziré)	10,5	10,5 à 12	11,4				
Primaire (Rivière)	7,9	16	16				
Primaire (Canal de Reh)	1,7	5 à 6,5	5,9				
Secondaire	46,4	4,5 à 6,5	5,7	2,32	4,5 à 6,5	5,14	4,5 à 6,5
Tertiaire	204,34	1,5 à 2,5	2	7,43	1,5 à 2,5	14,43	1,5 à 2,5
Total	270,84			10,26		24,81	

Estimation du volume d'eau que représente une baisse de 40 cm (m ³) sur le bief de St Arnault	
Bief	Saint Arnault
Primaire (Canal + Rigole Aziré)	47 880
Primaire (Rivière)	50 560
Primaire (Canal de Reh)	4 012
Secondaire	105 792
Tertiaire	163 472
Total	371 716

Une baisse de 40 cm sur le bief de St Arnault représente donc environ 400 000 m³. D'une manière simplifiée, 1 cm d'eau dans le bief de St Arnault représente approximativement 10 000 m³.

Ce volume ne tient pas compte des éventuelles baisses de niveaux d'eau sur les biefs amont (Courtiou, Grand Bois).

De plus, ce volume correspond au volume d'eau contenu uniquement dans les canaux du bief de St Arnault. En toute rigueur, il conviendrait d'ajouter également les volumes d'eau contenus dans la porosité efficace de la tourbe (partie amont de St Arnault). Une estimation rapide indique un volume d'eau en jeu entre 200 000 et 600 000 de m³ (pour une porosité efficace entre 10 et 30 % et une surface de 500 ha).

Ce volume ne reste qu'un ordre de grandeur étant donné les relations existantes entre les eaux souterraines et les eaux superficielles dans le secteur de la Vieille Autise rendant complexe la détermination d'un volume précis que représente une baisse de niveau d'eau.

Après la rencontre avec les différents acteurs de terrain, plusieurs hypothèses ont été explorées pour expliquer les causes de la baisse de niveau observée en fin d'été 2012 :

- **Hypothèse 1 :** Des manœuvres au niveau de l'écluse de l'ouvrage de St Arnault (cf. photo annexe 32) provoqueraient des baisses brutales sur le bief de St Arnault. Ces baisses brutales de niveaux interviendraient préférentiellement le week-end.

L'analyse des données hydrométriques au pas de 30 minutes ne permettent pas de valider cette hypothèse. En effet, une baisse régulière d'environ 1.3 cm par jour est enregistrée sur une période de 34 jours (cf. annexe 5 et 6). Aucune baisse « majorée » n'est observé le week-end, les vitesses de descente sont les mêmes que durant la semaine. Depuis 2007, des baisses de niveau similaires ont été mesurées et sont du même ordre de grandeur : -1.3 cm/jour entre le 24 juin et le 17 juillet 2011 ; -0.9 cm/jour entre 26 juin et le 21 août 2010 et -1.3 cm/jour entre le 23 juillet et le 23 septembre 2009. Une comparaison entre les données mesurées par la batellerie de St Sigismond (cf. annexe 7) et les données enregistrées en amont de l'ouvrage de St Arnault indique une bonne corrélation entre les deux points de mesure (aux erreurs de mesures près). Seule une baisse de 8 cm enregistrée entre le vendredi 10 et le samedi 11 août 2012 à St Sigismond interpelle. Elle est probablement due à une erreur de relevé sur l'échelle limnimétrique puisque les données de St Arnault amont ne confirment pas cette baisse importante.

Enfin, une ouverture de l'écluse située sur le canal de St Arnault pourrait provoquer des baisses brutales mais la partie amont de l'écluse de St Arnault est cadenassé ce qui empêche toute manœuvre de l'ouvrage hors cas de vandalisme ce qui aurait été observé par une chaîne coupée et vérifié par une chute brutale des niveaux d'eau en amont de St Arnault ce qui n'a pas été le cas.

- **Hypothèse 2 :** Le bief de St Arnault ferait fréquemment l'objet d'une baisse à l'approche de la fête de l'âne à Ste Christine (partie amont de St Arnault) qui se déroule le 15 Août.

Les dates de début de décrochage en période estivales enregistrées sur le bief de St Arnault depuis le début de la mise en place des réserves de substitution en 2007 sont présentées ci-dessous :

2007 : début du décrochage constaté le 25 août

2008 : pas de décrochage constaté

2009 : début du décrochage constaté le 28 juillet

2010 : début du décrochage constaté le 28 juin

2011 : début du décrochage constaté le 27 juin

2012 : début du décrochage constaté le 08 août

2013 : pas de décrochage enregistré, début d'un fléchissement de niveau vers le 20 août

Au regard de ces éléments, on peut écarter cette hypothèse. Seule l'année 2012, a enregistré un début de décrochage une semaine avant le 15 août. L'impression d'une chute de niveaux qui se produirait juste avant le 15 août n'est donc pas justifiée.

- **Hypothèse 3** : Le bief de St Arnault étant en relation directe avec le canal de Reth (canal qui relie le bief des Bourdettes au bief de Bazoin) par la conche de Chaigneau pourrait se « vider » au travers de ce dernier.

Cette hypothèse est difficilement vérifiable à posteriori sans mesure in situ. En effet, aucune mesure automatisée n'existe sur le canal de Reth.

Deux ouvrages hydrauliques existent sur ce canal, le barrage du Chat en amont, qui permet de réguler l'alimentation du canal depuis le bief des Bourdettes, et le barrage de Breillat en aval, qui permet de réguler l'évacuation des eaux du canal vers le bief de Bazoin. Ces ouvrages sont manœuvrés (manuellement) par l'Unité Sèvre et Marais. Les présidents de Syndicat des Marais Mouillés disposent également des clés pour manœuvrer ces ouvrages en cas de nécessité.

D'après l'Unité Sèvre et Marais, l'ouvrage le plus en aval, Breillat, est positionné en période estival de manière concordante avec l'ouvrage de St Arnault afin de maintenir un niveau d'eau sur le bief à 2.10 m NGF69 ceci afin d'éviter tout transfert d'eau du canal de St Arnault vers le canal de Reth.

Le barrage du Chat est quant à lui relevé lorsque le bief des Bourdettes (amont du barrage du Chat) commence à présenter les premières baisses de niveau.

Ce point précis étant difficilement contrôlable à posteriori, il a fait l'objet d'observations en 2013 décrite au paragraphe suivant (cf. § 4).

4. Analyse de terrain réalisée au cours de la période d'étiage 2013

Comme évoqué au paragraphe précédent, les transferts d'eau possible par la conche de Chaigneau étant difficilement contrôlables à posteriori sans mesures hydrométriques, des visites de terrain régulières ont été réalisées au cours de la période d'étiage 2013. Elles ont permis de faire une estimation volumétrique des fuites observées sur les ouvrages de St Arnault en période d'étiage et les transferts d'eau éventuelles entre le bief de St Arnault et le canal de Reth.

4.1. Estimation des fuites sur les ouvrages de St Arnault

Des mesures in situ sur une partie des fuites sur l'ouvrage de St Arnault (rivière) ainsi qu'une estimation visuelle des débits non mesurables sur les ouvrages de St Arnault (rivière et canal) ont été réalisées le 23/08/2013. Elles permettent de proposer un ordre de grandeur pour caractériser les fuites observées sur les ouvrages de St Arnault en période d'étiage (aucun débit ne passant sur les clapets des deux ouvrages).

Ces données sont à considérer avec précaution, il est en effet très difficile d'évaluer les fuites des deux ouvrages de St Arnault avec précision. D'autant que certaines fuites peuvent être non visibles.

Estimation des fuites sur les ouvrages de St Arnault en période d'étiage (Condition d'estimation le 23/08/2013, niveau amont à 2,10, niveau aval à 1,95 m NGF)					
St Arnault Rivière					
	m ³	s	Coefficient (estimation visuel)	Q	
Fuite "N°1"	0,0035	10	3	3,78	m ³ /h
Fuite "N°2"			2*Fuite"N°1"	7,56	m ³ /h
Fuite "N°3"	0,0015	10	5	2,7	m ³ /h
				14,04	m ³ /h
				336,96	m ³ /j
St Arnault Canal					
Fuite estimée équivalente à celle observé sur l'ouvrage de St Arnault Rivière, celle-ci étant observée principalement au niveau de l'écluse de St Arnault.					
				336,96	m ³ /j
Estimation des fuites journalières au niveau des deux Ouvrages de St Arnault : < 1000 m ³ /j					

Les fuites visibles sont évaluées à moins de 1000 m³/j. Ces dernières contribuent à l'abaissement du niveau d'eau du bief de Saint Arnault (cf. § 3) mais ne peuvent expliquer les baisses constatées en 2012 d'environ 1 cm/jour correspondant à un volume d'environ 10 000 m³/j.

4.2. Transfert d'eau entre le bief de St Arnault et le canal de Reth

Au cours de l'été 2013, des mesures de niveau d'eau ont été réalisées par lecture directe sur les échelles limnimétriques de St Arnault mais aussi sur celles du canal de Reth. La comparaison des mesures de terrain (cf. annexe 8) avec les mesures automatisées de St Arnault ne montre pas d'écart significatif et renseigne sur la bonne fiabilité des mesures automatisées.

Une attention particulière s'est portée sur le canal de Reth et les relations qui existent avec le bief de St Arnault, ces deux canaux étant en relation hydraulique directe au travers de la conche de Chaigneau. Des observations de la conche de Chaigneau et des mesures de niveaux d'eau sur les ouvrages du Chat et de Breillat ont été réalisées, ceci dans le but d'observer d'éventuels transferts d'eau.

Comme l'illustre le graphique (cf. annexe 9), on observe que les niveaux d'eau mesurés en amont de l'ouvrage de Breillat ont été stabilisés à un niveau au moins égal aux niveaux d'eau du bief de St Arnault. Ce constat indique qu'aucun transfert d'eau n'a été possible du bief de St Arnault vers le canal de Reth et donc vers le bief inférieur, Bazoin. Ceci est confirmé par les observations de terrain réalisées au niveau de la conche de Chaigneau (cf. annexe 10). De plus, aucun débit ne transitait par l'ouvrage de Breillat fin août lorsque le niveau d'eau du bief de St Arnault a baissé de quelques centimètres (baisse de 4 cm entre le 08/08 et le 24/08/2013).

D'après l'Unité Sèvre et Marais, cet ouvrage est géré de la même façon tous les étés. Une lame d'eau équivalente transite par les barrages du Chat et de Breillat. Le bilan quantitatif de l'eau transitant par le canal de Reth est alors nul, la largeur des clapets des ouvrages étant quasi-identique, 5.15 m pour Breillat et 5.05 m pour le Chat. Il n'y a dans ce cas aucun débit de St Arnault vers le canal de Reth.

Lorsque la situation devient plus critique (début de baisse sur le bief de St Arnault), la cote du sommet du clapet de Breillat est maintenue à un niveau de 1.96 m (lecture échelle) ou 2.10 m NGF69 empêchant toute fuite d'eau du bief de St Arnault par le canal de Reth. Si les niveaux d'eau sur le bief des Bourdettes le permettent, l'Unité Sèvre et Marais peut continuer à réalimenter le canal de Reth par le barrage du Chat qui indirectement réalimente le bief de St Arnault par la conche de Chaigneau lorsque les débits sur le barrage de Breillat sont nuls. C'est précisément ce phénomène qui a été observé au cours du mois d'août 2013 où les différentes visites de terrain ont permis d'observer une lame d'eau supérieur sur le barrage du Chat comparé à l'ouvrage de Breillat (cf. annexe 10).

Il est possible de réaliser une estimation du débit transitant au barrage du Chat pour une hauteur d'eau sur clapet de 7 cm comme c'était le cas les 23 et 30 août 2013. Le débit d'un déversoir à crête mince peut s'exprimer de manière simplifiée de la manière suivante:

$$Q = L \cdot h^{3/2} \cdot \sqrt{2g} \approx 0.4 \text{ m}^3/\text{s} \approx 36\,000 \text{ m}^3/\text{j}$$

L : largeur du barrage

h : hauteur de la lame d'eau sur le barrage

g : accélération de la pesanteur

Avec un débit nul à l'ouvrage de Breillat fin août, l'eau transitant par le barrage du Chat fin Août a servi à la réalimentation du bief de St Arnault à hauteur de 36 000 m³/j.

L'année 2013 ayant bénéficié de conditions météorologiques relativement favorables avec une recharge maximale des nappes jusqu'à fin juin et une pluviométrie régulière tous les 15 jours sur juillet - août pendant la période d'irrigation, le niveau d'eau du bief de St Arnault s'est maintenu à sa cote de gestion durant toute la période d'été. Aucune mesure de restriction de l'irrigation n'a été mise en œuvre cette année.

4.3. Synthèse

Ces premiers éléments permettent de tirer les premières conclusions suivantes :

- La rivière Autise n'alimente pas les marais mouillés de la Vieille Autise en période estivale. Les principaux apports en eaux de ce secteur au cours de l'été sont matérialisés par le débordement des sources du Dogger, par la pluviométrie, et éventuellement par une réalimentation depuis le bief des Bourdettes par le barrage du Chat si les conditions le permettent (cf § 5.3).
- Lorsque les ouvrages de St Arnault sont relevés et que les débits sur les clapets sont nuls, des fuites sont observables sur ces ouvrages. Elles peuvent être évaluées grossièrement comme inférieur à 1 000 m³/j. Sur une période de 40 jours, cela représente un volume de 40 000 m³. Ces fuites ne sont donc pas significatives pour expliquer la baisse de niveau d'eau à St Arnault en 2012. D'après les informations recueillies auprès de l'Unité Sèvre et Marais, du Syndicat des Marais Mouillés de la Vendée aux vallées de la Sèvre aux Autises et des mesures de terrains réalisées en 2013, aucun élément n'indique que la gestion du canal de Reth contribue à la vidange du bief de St Arnault par la Conche de Chaigneau.
- Dans certaines conditions (début d'une baisse de niveau sur St Arnault couplé à un niveau suffisant sur le bief des Bourdettes) comme il s'est produit à la fin du mois d'août 2013, le bief des Bourdettes peut réalimenter le bief de St Arnault en fonction de la gestion qui est faite sur les ouvrages du Chat (présence d'une lame d'eau) et de Breillat (aucun débit).
- La réalimentation de St Arnault par le canal de Reth a été estimée à 36 000 m³/j pour une lame d'eau de 7 cm (fin août 2013 durant environ 2 semaines). Elle a permis de soutenir les niveaux d'eau à St Arnault mais n'a cependant pas évité un début de baisse de niveau d'eau sur le bief de 4 cm entre le 08/08 et le 24/08/2013. Cela indique, entre autre, qu'une baisse d'un centimètre par jour sur le bief de Saint Arnault estimé à 10 000 m³ pour le réseau des canaux (cf. § 3) est sous-évaluée. Les interactions avec les eaux souterraines contenues dans les tourbes (partie amont de St Arnault) et dans la nappe du Dogger représente de toute évidence un volume à prendre en compte non négligeable.
- Les conditions météorologiques favorables en 2013 n'ont pas été propices pour observer une baisse notable sur le bief de Saint Arnault. Il n'a donc pas pu être observé le fonctionnement du canal de Reth en période de décrochage.

5. Analyse des relations eaux souterraines / eaux superficielles

L'alimentation du secteur de la Vieille Autise en période estivale étant principalement caractérisée par le débordement de la nappe du Dogger, une analyse des relations existantes entre les eaux souterraines et les eaux superficielles est présentée dans les paragraphes suivants.

5.1. Aziré – Bief de St Arnault

Le piézomètre d'Aziré situé en bordure de marais, à proximité du bief de St Arnault s'avère être un bon indicateur du niveau de la nappe qui alimente directement le bief de St Arnault par la source d'Aziré (la principale) et les différentes sources situées dans le secteur des Nattes. En effet comme l'illustre les graphiques en annexe 11 et 12, un niveau d'équilibre entre les eaux souterraines et les eaux superficielles est clairement défini à la cote de gestion des eaux du bief de St Arnault situé à 2,10 m NGF69. Sur les années 2011 et 2012, le décrochage du niveau d'eau à St Arnault a été observé lorsque le piézomètre d'Aziré franchissait une cote en deçà de 2.15 m NGF69. Cet écart est principalement dû à la pente hydraulique de la nappe et de la distance qui sépare le piézomètre d'Aziré des sources de bordure.

Lorsque le niveau piézométrique d'Aziré est situé au-dessus de cette cote, le niveau de la nappe du Dogger est suffisant pour maintenir un niveau d'eau superficielle du bief de St Arnault à la cote de gestion mise en œuvre par l'Unité Sèvre et Marais.

Lorsque le niveau à Aziré passe sous 2,15 m NGF69, les sources ne débitent plus. L'alimentation du bief par les eaux souterraines étant dans ces conditions inexistante, le niveau d'eau des marais commence à baisser compte-tenu des différentes pertes du bief de St Arnault telles que les fuites sur les deux ouvrages de St Arnault, l'évapotranspiration, les pompes directes dans les canaux et une mise à l'équilibre entre le niveau des eaux souterraines et des eaux superficielles au travers notamment des échanges matriciels dans la partie tourbeuse de St Arnault (secteur de Ste Christine).

Sur St Arnault, il est important de souligner que lorsque le niveau du bief atteint une cote de 1,78 m NGF69, le réseau tertiaire du secteur amont de St Arnault est dénoyé (à sec). Les premières difficultés de navigation pour la batellerie de St Sigismond apparaissent pour des niveaux voisins de 1,75 m NGF69.

Sur l'annexe 13, est représenté la piézométrie d'Aziré entre 1990 et 2000 (non croisé avec le niveau de St Arnault car les données ne sont pas disponibles) où l'on peut observer que le niveau de la nappe passait systématiquement sous le niveau d'équilibre avec le marais (situé à 2.15 m NGF69 à Aziré) et descendait fréquemment sous 1.5 m NGF69. Le niveau le plus bas enregistré à Aziré a été de 0.12 m NGF69 le 31 août 1991.

Entre 2000 et 2006 (cf. annexe 11), le constat est le même, le niveau d'équilibre entre la nappe et le marais a également été franchi systématiquement hormis en 2001.

Depuis 2007 (cf. annexe 12) et le début de la mise en place des réserves de substitution, on constate que les baisses de niveau au piézomètre d'Aziré sont moins fréquentes et moins importantes. La cote de 1.5 m NGF69 à Aziré n'a été atteinte ou franchie que 2 années sur 7 (1.4 m NGF69 le 22 août 2009 et 1.5 m NGF69 le 14 août 2010).

Pour les années, 2008 et 2013, le niveau piézométrique en période estivale n'est pas descendu en dessous du niveau d'équilibre nappe-marais établi à 2.15 m NGF69 à Aziré. Ces deux années ont été les deux seules années depuis la mise en place des réserves de substitution où le niveau du bief de St Arnault a pu être maintenu à sa cote de gestion (2.10 m NGF69).

Les autres années, lorsque le niveau piézométrique à Aziré a franchi la cote d'équilibre à Aziré (1.99 m le 10/09/2007, 1.4 m le 22/08/2009 1.49 m le 13/08/2010, 2.01 m le 05/08/2011, 1.9 m le 10/09/2012), le niveau du bief de St Arnault n'a pu être maintenu à sa cote de gestion et a chuté d'environ 1 cm/jour avant de remonter lors des premières pluies qui contribuaient en premier lieu à la recharge de la nappe. Le niveau piézométrique à Aziré doit être strictement supérieur au niveau du bief de St Arnault pour que la reprise de niveau d'eau superficielle puisse s'amorcer.

5.2. Aziré – Bourdettes

Pour compléter l'analyse des relations entre les eaux souterraines du secteur d'Aziré et les eaux superficielles, une comparaison de la piézométrie à Aziré avec les niveaux d'eau sur le bief des Bourdettes est illustrée en annexe 14 et 15.

Les niveaux de la nappe mesurés à Aziré ne montrent pas de corrélation avec les niveaux enregistrés sur le bief des Bourdettes. La géologie au pourtour du bief des Bourdettes est principalement caractérisée par les marnes imperméables du Callovien qui excluent les échanges entre les eaux souterraines et les eaux superficielles. L'absence de points de prélèvements en eau souterraines au pourtour du bief des Bourdettes confirme la faible perméabilité du sous-sol. L'année 2010 (cf. annexe 15) est révélatrice de cette absence de corrélation, le niveau du piézométrique d'Aziré ayant chuté jusqu'à une cote de 1.5 m NGF69 alors que le bief des Bourdettes a été maintenu à sa cote de gestion estivale (2.26 m NGF69) durant toute la période d'étiage.

5.3. Bourdettes – St Arnault

Les relations entre les eaux superficielles du bief des Bourdettes et les eaux superficielles du bief de St Arnault sont possibles notamment par la gestion des ouvrages du Chat et de Breillat comme évoqué précédemment (§ 4.2).

Schématiquement lorsqu'une lame d'eau équivalente passe sur les ouvrages du Chat et de Breillat, la réalimentation du bief de St Arnault par les Bourdettes est nulle. Lorsque la lame d'eau sur l'ouvrage du Chat est supérieure à la lame d'eau sur l'ouvrage de Breillat, le bief des Bourdettes réalimente le bief de St Arnault. Et lorsque la lame d'eau sur l'ouvrage de Breillat est supérieure à la lame d'eau sur l'ouvrage du Chat, le bief de St Arnault se vide dans le bief de Bazoin par le canal de Reth.

Selon l'unité Sèvre et Marais, la gestion actuelle des ouvrages en période estivale exclue cette dernière possibilité. La gestion est faite pour laisser une même lame d'eau s'écouler sur les deux ouvrages dès lors que les niveaux le permettent. Lorsque les niveaux sur le bief de St Arnault commencent à baisser, il existe une possibilité de soutien du bief lorsque les niveaux des Bourdettes sont suffisants. Mais dès lors, que le niveau du bief des Bourdettes commence à baisser (par rapport à la cote consigne 2.26 m NGF69 en été), le barrage du Chat est relevé et les deux biefs sont alors indépendants.

L'annexe 16 illustre les niveaux d'eau enregistrés sur le bief des Bourdettes en 2012 en comparaison de sa cote consigne. Cela permet d'avoir une indication sur la date supposée de la remontée du barrage du Chat. Le graphique illustre le fait que le bief des Bourdettes a décroché durant la même période que le barrage de Saint Arnault. Cette information laisserait supposer que le niveau du bief

de St Arnault est directement dépendant de la bonne tenue du niveau des Bourdettes et de l'ouverture ou non du barrage du Chat. Mais l'année 2010 nuance cette relation entre les deux biefs (annexe 17), en effet, le barrage des Bourdettes n'a connu qu'une baisse très minime (3 cm par rapport à la cote consigne) durant l'étiage alors que le bief de Saint Arnault a enregistré une baisse de 46 cm.

En résumé, cela laisse indiquer que le niveau du bief de St Arnault dépend essentiellement des niveaux de nappe en amont, notamment celui enregistré à Aziré. Dans certaines conditions, le bief des Bourdettes peut servir de soutien au bief de Saint Arnault mais qu'il ne peut garantir à lui seul le maintien du bief de Saint Arnault autour de sa cote de gestion.

5.4. Oulmes - Aziré

Comme expliqué dans les paragraphes précédents au § 5.1, le niveau du bief de St Arnault est dépendant de la cote piézométrique enregistré à Aziré. Mais ce dernier n'est pas l'indicateur principal utilisé pour la gestion des prélèvements pour l'irrigation, il s'agit du piézomètre de Oulmes. Pour cela, une comparaison des piézométries enregistrées sur les deux piézomètres référence du secteur des Autises (Oulmes et Aziré) est présenté en annexe 18.

Elle permet de distinguer trois régimes de fonctionnement de la nappe :

- Un régime de hautes eaux en période hivernale où la recharge et la vidange de la nappe est rapide en fonction de la pluviométrie ($> 5\text{ m}$ à Oulmes et $> 2.5\text{ m}$ sur Aziré);
- Un régime de niveau d'eau intermédiaire où la nappe se remplit et se vidange à une vitesse moins importante qu'en période de hautes eaux ($3.2\text{ m} < \text{Oulmes} < 5\text{ m}$ et $2.15 < \text{Aziré} < 2.5$). Dans ces conditions, la nappe se vidange progressivement dans le marais. Ce régime concerne principalement le printemps et l'automne.
- Un régime de basses eaux, où le niveau de la nappe est inférieur aux niveaux des eaux superficielles du Marais ($< 3.2\text{ m}$ à Oulmes et $< 2.15\text{ m}$ à Aziré). Dans ce régime, les niveaux d'eau du marais commencent à chuter compte-tenu d'une alimentation insuffisante voire nulle de la nappe. C'est aussi dans ce régime que les premières mesures de limitation des consommations d'eau à destination de l'irrigation agricole ont été mises en œuvre par le délégataire de service public des réserves Autises en 2012 (à partir du 13 août, 3.09 à Oulmes) pour éviter de franchir le seuil d'alerte en fin d'étiage fixé à 2.7 m NGF69 à Oulmes.

Cette comparaison des piézométries (cf. annexe 19) révèle qu'un niveau d'eau à Oulmes supérieur à une cote supérieur à 3 m NGF69 (POEf) est corrélé avec un niveau d'eau à Aziré supérieur à 2 m NGF69 , le POEf à Aziré étant à 1.90 m NGF69 .

Une piézométrie à Oulmes inférieure à 3 m NGF69 est corrélée (à une ou deux exceptions près et pour seulement quelques centimètres) à une piézométrie à Aziré inférieure à $2,15\text{ m NGF69}$, cote d'équilibre entre les eaux souterraines et les eaux superficielles du bief de Saint Arnault.

Les mesures de limitation des consommations d'eau mises en œuvre par le délégataire de service public permettent d'infléchir la baisse de niveau sur le piézomètre de Oulmes (cas de l'année 2012) mais n'a qu'une influence limitée sur la piézométrie d'Aziré qui continue à baisser, le niveau d'équilibre entre la nappe et le marais étant déjà franchi.

En 2012, les premières mesures de limitation volumétriques ont débuté le 13 août à -10% et sont passés à -20% à partir du 20 août durant toute la fin de la période d'irrigation. Cela a permis d'infléchir la vitesse de descente de la piézométrie à Oulmes mais n'a eu que peu d'influence sur la piézométrie à Aziré. L'inertie de ce dernier étant plus grande et en relation directe avec le niveau d'eau du bief de Saint Arnault qui était en baisse (cf. annexe 20).

5.5. Oulmes - Bief du Courtiou

Le piézomètre d'Oulmes étant le principal indicateur de gestion pour les prélèvements d'irrigation de la nappe du Dogger, il s'est avéré important de mettre en évidence les relations qui pouvaient exister entre le niveau des eaux souterraines à Oulmes et le secteur de la Vieille Autise.

Pendant de nombreuses années (depuis 1995), l'Association de Défense de la Vieille Autises a réalisé des mesures de niveaux d'eau régulières sur le Bief du Courtiou (le plus en amont de la Vieille Autise).

En effet, ce bief situé à des altimétries plus élevées que St Arnault, comprises entre 3 et 4 m NGF69 (cf. annexe « cartographies » - Litto 3D) a été le premier impacté à partir de la fin des années 80 (année 1988 citée en référence dans les rapports de l'ADVA) par l'augmentation des prélèvements agricoles sur le secteur.

Les différentes analyses réalisées ont permis de mettre en évidence qu'à partir d'un niveau de nappe à Oulmes inférieur à 3.50 m NGF69, les sources présentes dans le secteur de Bouillé fournissaient un débit moins important et les niveaux mesurés en différents points du bief du Courtiou commençaient à baisser. A partir d'une cote inférieure à 3.20 m NGF à Oulmes, les sources ne débitaient plus et en dessous d'une cote à 3.00 m NGF, les niveaux du bief du Courtiou étaient équivalents à ceux de la nappe (cf. annexe 21 à 23).

A partir du début de la mise en place des réserves de substitution en 2007, l'équivalence de niveau d'eau entre le bief du Courtiou et le piézomètre d'Oulmes, pour des niveaux inférieurs à 3.00 m NGF69 s'est montrée moins directe. A savoir que les premières baisses de niveaux d'eau sur le bief sont toujours observées lorsque la nappe descend sous 3.50 m NGF. Mais pour des cotes à Oulmes inférieures à 3.00 m NGF69, les niveaux mesurés sur le bief sont en général inférieurs de 10 à 15 cm par rapport au piézomètre (cf. annexe 24 à 26).

Cela peut s'expliquer par le fait que les ouvrages du Courtiou (en particulier l'ouvrage du Grand Courtiou N°1) présente des fuites importantes et qu'il existe également un réseau de fossé (mis en évidence par l'ADVA) qui contourne les ouvrages de Courtiou et Grand Bois. Ce réseau contribue également à abaisser les niveaux du bief du Courtiou lorsque celui-ci n'est plus suffisamment alimenté par ses sources.

La mise en place de mesures de limitation par le délégataire de service public des réserves de substitution des Autises sont mise en œuvre pour ne pas franchir la cote d'alerte en fin d'étiage situé à 2.70 m NGF à Oulmes. La vitesse de descente de la nappe étant diminuée à l'approche de la cote d'alerte, les niveaux de nappe à Oulmes ont toujours été maintenus à des niveaux supérieurs aux niveaux mesurés sur le bief du Courtiou depuis 2007. Cela a permis de conserver un sens d'écoulement des eaux amont-aval et d'éviter les phénomènes d'inversion de flux (eau du bief du Courtiou qui retournait vers la nappe).

Un tableau récapitulatif des différentes corrélations de niveaux d'eau et des phénomènes observés est présenté ci-dessous :

Niveau de nappe à Oulmes m NGF69	Niveau du bief du Courtiou m NGF69 après 2007	Observations
> 3.5	Entre 3.05 et 3.15	Les sources de Bouillé débitent, le niveau à Courtiou dépend de la gestion des ouvrages du Courtiou.
vers 3.5	Baisse de quelques centimètres	Le niveau d'eau sur le Courtiou commence à baisser, le débit des sources diminue.
vers 3.2	Baisse d'environ 20 cm (2.90 m NGF69)	Les sources ne débitent plus, aucun flux d'eau ne passe sur les ouvrages du Courtiou (hormis les fuites).
< 3.00	Baisse d'environ 30 cm (2.80 m NGF69)	Avant 2007, le niveau du bief et de la nappe sont pratiquement corrélés au centimètre près. Après 2007, le niveau du bief est 10 à 20 cm en inférieure au niveau de la nappe.
2.70	Baisse d'environ 50 cm (2.60 m NGF69)	Après 2007, les prélèvements à usage irrigation font l'objet de mesure de limitation, le niveau de nappe est maintenue, le niveau du bief est une dizaine de centimètres sous la nappe.
2.55	Baisse d'environ 65 cm (2.55 m NGF)	Le réseau de canaux qui contournent les biefs de Courtiou et Grand Bois est déconnecté. Ce réseau de fuite ne fonctionne plus.
2.35	Baisse d'environ 75 cm (2.35 m NGF) Premières sections de la rivière coupées.	Avant 2007, les premières coupures de la rivière de la Vieille Autise sont observées dans le secteur de Bouillé. Ces niveaux n'ont plus été observés après 2007.
< 2.00	Baisse d'environ 110 cm (2.00 m NGF)	Avant 2007, la rivière de la Vieille Autise dans le secteur de Bouillé est à sec sur environ 1 km. Ces niveaux n'ont plus été observés après 2007.

Depuis 2007 et la mise en place des réserves de substitution, le POEd fixé à 4.60 m NGF jusqu'au 15 juin, a été respecté 4 année sur 7 (2007, 2008, 2012 et 2013). Le POEf a quant à lui été respecté 3 années sur 7 (2007, 2008 et 2013).

5.6. Evapotranspiration

Au cours des périodes d'étiage où les températures sont relativement élevées, un autre facteur peut influencer les niveaux d'eau des biefs du Marais poitevin : l'évapotranspiration. En effet, selon différentes sources de littérature, l'évaporation d'un plan d'eau peu profond (<2 m) assimilable aux canaux de marais peut être considéré similaire à l'ETP Penman. Un bilan hydrologique d'un marais littoral à vocation agricole (F. GIRAUD, 1991): le marais de Moëze (Charente-Maritime) fait état de différentes mesures d'évapotranspiration in situ. Des bacs flottants en eau libre ont enregistré des évaporations similaires à l'ETP Penman alors que celui occupé par des roseaux a montré une consommation d'eau 3 à 4 fois supérieure.

En effet, pour prendre en compte les végétaux caractéristiques des canaux d'un marais (lentille, roseau, etc...), il convient d'appliquer à l'ETP Penman un coefficient multiplicateur. Ce coefficient peut varier, sous climat tempéré humide, entre 1.6 (GILMAN et NEWSON, 1983) et 3.4 (BERNATOWIECZ et al, 1976) lorsque la ressource en eau n'est pas limitante.

Les données météorologiques de la station de Fontenay le Comte en 2012 (cf. annexe 27) que l'on peut considérer comme similaire à celles du secteur de la Vieille Autise indique une ETP Penman qui a varié entre 2.5 et 8.4 mm/jour.

En prenant l'hypothèse d'appliquer un coefficient multiplicateur de 1.6 pour le mois d'août 2012, les valeurs d'évapotranspiration des canaux oscillent entre 4 et 13 mm/jour.

Même s'il est difficile d'évaluer précisément la part d'évapotranspiration qui contribue à la baisse du bief de St Arnault sans mesure in situ, cette dernière constitue probablement un des facteurs principaux de baisse du bief de St Arnault lorsque celui-ci n'est plus alimenté.

5.7. Synthèse

Ces éléments peuvent être synthétisés comme suit :

- Les niveaux d'eau du bief de Saint Arnault dépendent directement des niveaux de nappe mesurés sur le piézomètre d'Aziré. La baisse de niveau du bief débute lorsque le niveau de la nappe mesuré à Aziré passe sous la cote de 2.15 m NGF69. Elle se situe en général entre 1 et 1.5 cm/jour.
- Dans certaines conditions (niveau suffisant sur le bief des Bourdettes et gestion des ouvrages du Chat et de Breillat), une réalimentation du bief de Saint Arnault peut être effectuée par le barrage du Chat. Cette réalimentation peut servir au soutien des niveaux d'eau de Saint Arnault mais ne permet de compenser totalement la baisse de niveau lorsque les niveaux de nappes sont descendus sous la cote d'équilibre.
- La gestion des prélèvements actuelle mise en œuvre par le délégataire de service public permet globalement de respecter les différents seuils d'alerte définis au piézomètre à Oulmes. Cependant, les mesures de limitation mises en œuvre en fin d'étiage aux alentours de 3.00 m NGF69 à Oulmes, n'ont que peu d'influence sur la baisse de niveau de la piézométrie à Aziré, l'inertie de ce dernier étant plus importante.
- Depuis 2007, une piézométrie à Oulmes inférieure à 3.00 m NGF69 est corrélée à une piézométrie à Aziré inférieure à 2.15 m NGF69 (cote à partir de laquelle les niveaux à St Arnault commencent à baisser). Les mesures de limitation des prélèvements étant prises aux alentours d'une cote voisine de 3.00 m NGF69 à Oulmes (cas de l'année 2012), elles n'ont que peu d'influence sur la piézométrie à Aziré qui est dans ces conditions inférieure à la cote d'équilibre avec le bief de St Arnault.
- Le bief du Courtiou est impacté dès lors que la cote de 3.5 m NGF69 est franchie à Oulmes par une baisse de quelques centimètres. Pour une piézométrie à Oulmes comprises entre 2.70 et 3.20 m NGF69, les niveaux d'eau sur le bief du Courtiou sont inférieurs de 10 à 15 cm.
- Lorsque le bief de Saint Arnault n'est plus alimenté (par le bief de de Grand Bois, par les sources de débordement de la nappe du Dogger, par une réalimentation par le bief des Bourdettes), l'évapotranspiration est probablement un des facteurs principaux de baisse du bief de Saint Arnault.

6. Evolution des consommations pour l'irrigation depuis 2007

Le programme de réserves de substitution sur le secteur des Autises a vu la construction des premières réserves de substitution se réaliser en 2007. Le tableau ci-dessous récapitule les années de mises en service des 10 réserves « Autises » et les capacités utiles associées à chaque réserve. La localisation des réserves est indiquée en annexe « cartographies » - Géologie.

Réserves	Capacité utile m ³	Année de mise en service
Oulmes Nord	653 000	2007
Nieul Sud	331 000	2007
St Pierre	480 000	2007
Damvix	130 000	2007
Nieul Nord	378 000	2009
Xanton	230 000	2009
St Hilaire	173 000	2009
Le Mazeau	149 000	2010
Oulmes Sud	337 000	2010
Saint Martin	348 000	2012
TOTAL	3 209 000	

Entre 2008 et 2013, cela a permis de diminuer la pression sur les différents milieux comme suit (les volumes sont indiqués en m³) :

Année	Nappe		Canaux		Rivière		Total Milieu		Réserves		Total	
	Souscrit	Consommé	Souscrit	Consommé	Souscrit	Consommé	Souscrit	Consommé	Souscrit	Consommé	Souscrit	Consommé
2008	3 715 638	2 633 594	666 450	291 732	380 180	170 344	4 762 268	3 095 670	1 600 972	1 052 364	6 363 240	4 148 034
2009	3 114 785	2 633 594	660 450	291 732	238 801	170 344	4 014 036	3 095 670	2 381 950	1 052 364	6 395 986	4 148 034
2010	3 105 785	2 414 663	609 650	380 981	238 801	128 746	3 954 236	2 924 390	2 381 950	1 919 256	6 336 186	4 843 646
2011	2 781 122	1 589 805	494 150	231 073	205 701	109 934	3 480 973	1 930 812	2 885 912	1 820 349	6 366 885	3 751 161
2012	2 490 673	1 936 634	488 050	274 893	205 701	120 306	3 184 424	2 331 833	3 215 576	2 874 174	6 400 000	5 206 007
2013	2 490 673	1 987 177	488 050	296 719	205 701	137 358	3 184 424	2 421 254	3 215 576	2 746 181	6 400 000	5 167 435

Les volumes autorisés dans le milieu avant 2007 sur ce secteur des Autises étaient de l'ordre de 6,3 millions de m³.

Depuis 2007, le délégataire de service public des réserves Autises, pratique également un suivi détaillé des consommations d'eau utilisées pour l'irrigation en fonction des différents milieux sollicités (réserves, nappe, rivière, marais).

A partir de 2010, le contrôle des volumes consommés est réalisé toutes les semaines (cf. annexe 28). Ce suivi permet notamment de déterminer un volume d'eau consommé sur le bief de St Arnault entre le 06 août et le 10 septembre 2012 (période de décrochage du bief de St Arnault) d'environ 60 000 m³ (9 points de prélèvement). Ce volume d'eau est à mettre en parallèle à l'estimation du volume d'eau que représente la baisse de 40 cm sur le bief qui serait de 400 000 m³ (hors volume porosité matriciel de la tourbe).

La consommation d'eau dans le bief est un des facteurs qui influence la baisse de niveau d'eau dans le bief mais elle n'est, de toute évidence, pas le seul facteur.

En parallèle de ce constat, le SAGE Sèvre Niortaise Marais poitevin fixe un volume cible de 2.4 Mm³ pour les eaux souterraines du bassin Autise pour l'irrigation agricole sur la période printemps-été alors que le volume autorisé 2013 est de 2.490 Mm³ sur le département de la Vendée.

De plus, il existe sur la commune de Saint Pompain en Deux Sèvres 3 points de prélèvements (forage dans la nappe) pour un volume total autorisé en 2013 de 200 600 m³, ces prélèvements étant également concernés par le volume cible pour les eaux souterraines du SAGE.

D'un point de vue hydrogéologique et pour améliorer la gestion des prélèvements pour l'irrigation agricole, il serait important de rattacher ces volumes à la gestion actuelle effectuée sur la nappe des Autises.

7. Synthèse et perspectives

Les causes de la baisse du niveau d'eau sur le bief de St Arnault sont multifactorielles (alimentation insuffisante de la nappe, évapotranspiration, consommation d'eau direct à usage irrigation dans le bief, fuites des ouvrages de St Arnault, ...) mais cette baisse est avant tout corrélée à un niveau de nappe à Aziré inférieur à 2.15 m NGF. Le lien étroit qui existe entre les eaux superficielles de marais et les eaux souterraines exigent une gestion fine de la nappe pour l'alimentation du secteur de la Vieille Autise et une gestion adaptée des eaux superficielles de marais pour maintenir les niveaux d'eau objectifs de marais.

Depuis le début de la mise en place des réserves de substitution en 2007, les niveaux de nappes en période d'étiage du secteur des Autises ont sensiblement augmenté et permis de diminuer l'impact sur les niveaux d'eaux superficielles constatés en période d'étiage.

Cependant, afin de maintenir les niveaux d'eau dans les différents biefs (St Arnault, Courtiou, et Grand Bois) aux cotes de gestion (qui font actuellement l'objet d'un travail mené par l'EPMP sur la mise en place de règlement d'eau), il a été mis en évidence que des cotes supérieures à 3.2 m NGF69 au piézomètre de Oulmes et supérieures à 2,15 m NGF69 au piézomètre d'Aziré sont nécessaires. La corrélation entre Oulmes et Aziré, en régime de vidange de la nappe, tend à confirmer que les mesures de gestion pour maintenir une piézométrie au-dessus du seuil d'alerte à Oulmes (2.70 m NGF69) sont insuffisantes et mises en œuvre trop tardivement pour maintenir une piézométrie à Aziré supérieure à 2.15 m NGF69. Des mesures de gestion pour encadrer les volumes alloués à l'irrigation agricole à l'approche de ces cotes (3.20 m NGF69 à Oulmes et 2.15 m NGF69) semblent nécessaires. Le respect (4 années sur 5) de la POEF à Oulmes fixé à 3.00 m NGF69 passe à minima par la mise en œuvre de ces mesures.

En parallèle, les observations de terrain ont également permis de constater des conflits sur les niveaux d'eau à maintenir en période estivale. La cote NOEF fixée à 2,18 m NGF69 à l'ouvrage de Saint Arnault n'est pas mise en œuvre par le gestionnaire qui applique une cote de gestion à 2,10 m NGF69. Cette dernière cote, bien qu'inférieure à la cote de la convention de 1996, pose des problèmes d'accès aux parcelles sur les terrains tourbeux les plus bas situés en amont du bief de St Arnault. De plus, un problème de gouvernance a été mis en évidence, à savoir qu'il n'est pas clairement défini d'interlocuteur unique de l'ASA qui pourrait être en relation avec le gestionnaire. Cela éviterait que ce dernier soit soumis à des pressions divergentes.

Un contrat de marais à mettre en place entre l'EPMP et le Syndicat des Marais Mouillés de Vendée permettrait notamment de définir des cotes de gestions appropriées en fonction des périodes et des données hydrométriques disponibles sur la Vieille Autise.

Pour les transferts d'eau qui peuvent exister au travers du canal de Reth, des règles de gestion claires devraient être mises en œuvre (convention de gestion dans le cadre d'un contrat de marais ou d'un règlement d'eau) afin de définir les conditions de réalimentation du bief de St Arnault à partir du bief des Bourdettes.

Sur le bief du Courtiou, une rénovation des ouvrages hydrauliques, qui présentent aujourd'hui des fuites importantes, paraît nécessaire pour favoriser le maintien des niveaux d'eau en période d'étiage à la cote de gestion. La problématique du réseau de fuite (qui contourne les ouvrages du Courtiou et de Grand Bois) pourrait également être traitée au travers d'un contrat de marais.

Références – bibliographie

- Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux Loire Bretagne 2010-2015
- Schéma d'Aménagement de Gestion des Eaux de la Sèvre Niortaise et du Marais poitevin, 2011
- Thèse de doctorat, Contribution à l'étude hydrogéologique de la plaine jurassique du Sud de la Vendée, Claude Roy, 1987
- Etude Hydrogéologique dans la région de Nieul-sur-l'Autise, Claude Roy, 1984
- Compte rendu des travaux de forages et de pompages (étiage 1987) pour l'ASAI de Nieul-sur-l'Autise, Claude Roy, 1988
- Etude géophysique préalable à la réalisation d'un sondage de reconnaissance hydrogéologique pour l'ASAI de Nieul sur l'Autise, D Feldmann, 1988
- Hydrogéologie du bassin de l'Autise entre Nieul-sur-l'Autise et Maillezais, Claude Roy, 1993
- Rapports annuels produits par l'Association de Défense de la Vieille Autise, Pierre Chatelain, 1995 à 2012
- Analyse territoriale des enjeux liés à l'usage des sols dans le Marais poitevin – Atlas hydraulique vallée de la Vendée, de la Sèvre, du Mignon et des Autises, Avril 2008
- Etude de chroniques de niveau d'eau – Phénomènes de crues dans le Marais poitevin, Thomas Leroy, IIBSN, 2010
- Bilan annuel de la gestion des réserves Autises, CACG
- Etude des niveaux d'eau Sèvre Niortaise / Mignon / Autise, IIBSN, Décembre 2005
- Observations complémentaires à l'étude des niveaux d'eau – Relation niveau d'eau superficielle / Piézométrie, IIBSN, 2006
- Premiers éléments d'analyse des fluctuations réciproques des niveaux des fosses des Nattes et de la nappe aquifère sur la période de juin à septembre 2002, F.M. Pellerin, 2002
- Analyse des fluctuations réciproques des niveaux de la nappe au contact des marais mouillés de l'Autise. Interaction avec le niveau des Fosses. F.M. Pellerin, 2005
- Bilan estival 2009 sur les Marais Mouillés du DPF, Secteurs des Autises, Secteurs du Mignon et de la Sèvre, F.M. Pellerin, 2010
- Bilan hydrologique d'un marais littoral à vocation agricole : Le marais de Moëze (Charente-Maritime), F ; Giraud, C. Chevalier, H. Medion et R. Fleury, 1991