

AGENCE DE L'EAU ADOUR-GARONNE

AGENCE DE L'EAU
ADOUR-GARONNE

ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT

Détermination des volumes prélevables initiaux dans les cours d'eau et nappes d'accompagnement des unités de gestion en zone de répartition des eaux du bassin Adour-Garonne

BASSIN DE LA SEUDRE



La Seudre amont



La Seudre à St André de Lidon

Novembre 2009



Compagnie d'Aménagement des Coteaux de Gascogne

Chemin de l'Alette / BP 449 / 65004 Tarbes cedex

Tél. : +33 (0)5 62 51 71 49 / Fax : +33 (0)5 62 51 71 30 / www.cacq.fr



Sommaire

1 - PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE	1
2 - PRESENTATION DE LA METHODOLOGIE	7
3 - RECONSTITUTION DES DEBITS NATURELS JOURNALIERS.....	9
4 - DETERMINATION DES BESOINS FUTURS.....	13
4.1 - Eau potable.....	13
4.1.1 - Eléments issus de l'étude CACG 2005.....	13
4.1.2 – Données Agence de l'Eau Adour-Garonne.....	14
4.1.3 – Conclusions sur les besoins pour l'eau potable.....	15
4.2 - Industrie	16
4.3 - Irrigation.....	17
4.3.1 - Bilan des autorisations et consommations actuelles	18
4.3.2 - Reconstitution des prélèvements théoriques.....	22
5 - CALCUL DES VOLUMES PRELEVABLES POTENTIELS NATURELS.....	25
5.1 - Définition des périodes d'études	25
5.2 - Détermination du volume prélevable potentiel naturel.....	25
5.2.1 - Calculs algébriques.....	26
5.2.2 - Analyse statistique	27
5.2.3 - Commentaires sur les résultats	29
6 - APPROCHE COMPLEMENTAIRE PAR UN MODELE PLUIE-DEBIT	31
6.1 - Description des simulations	31
6.1.1 - Préambule sur l'obtention des résultats et les valeurs statistiques prises en compte.....	31
6.1.2 - Recherche des volumes d'écrêtement correspondant à un déficit négligeable	32
6.2 - Présentation des hypothèses	33
6.2.1 - Hypothèse sur les surfaces irriguées, prélèvements AEP et industriels, rejets	33
6.2.2 - Hypothèses de comportement et de valeurs d'écrêtement des prélèvements agricoles.....	33
6.2.3 - Hypothèses sur les débits objectifs.....	33
6.2.4 - Période de calcul des déficits	33
6.2.5 - Synthèse des hypothèses, données d'entrée et paramètres de calcul	33

6.3 - Volumes prélevables par l'irrigation	34
6.3.1 - Résultats pour un débit objectif de 150 L/s.....	34
6.3.2 - Résultats pour un débit objectif de 100 L/s.....	35
6.3.3 - Comparaison avec les résultats de l'étude 2005	35
7 - SYNTHESE SUR LES VOLUMES PRELEVABLES	37
8 - ANNEXES	41

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : statistiques sur débits naturels à Saint-André-de-Lidon	10
Tableau 2 : statistiques sur débits naturels à Saujon	10
Tableau 3 : statistiques QCN-VCN à Saint-André-de-Lidon	11
Tableau 4 : statistiques QCN-VCN à Saujon	11
Tableau 5 : statistiques QCN-VCN à Saint-André-de-Lidon (étude CACG 2005)	12
Tableau 6 : statistiques QCN-VCN à Saujon (étude CACG 2005)	12
Tableau 7 : volumes prélevés pour l'AEP dans le bassin de la Seudre (en m3/an)	15
Tableau 8 : volumes prélevés pour l'AEP dans le bassin de la Seudre (en m3/j)	15
Tableau 9 : évaluation des besoins estivaux pour l'AEP dans le bassin de la Seudre	16
Tableau 10 : évaluation des besoins annuels pour l'industrie dans le bassin de la Seudre (selon données de l'année 2007).....	17
Tableau 11 : évaluation des besoins pour l'industrie dans le bassin de la Seudre sur la période d'étiage 01/06-31/10	17
Tableau 12 : évolution des volumes autorisés pour l'irrigation dans le bassin de la Seudre entre 2006 et 2009 et indication des consommations mesurées en 2008	19
Tableau 13 : répartition des volumes autorisés en 2009 pour l'irrigation dans le bassin de la Seudre, par type de ressource et par sous-bassin	19
Tableau 14 : évaluation des volumes autorisés pour l'irrigation en nappe d'accompagnement dans le bassin de la Seudre entre 2006 et 2009 et indication des consommations mesurées en 2008.....	20
Tableau 15 : évaluation de la répartition des consommations 2008, par sous-bassin et par type de ressource.....	20
Tableau 16 : consommations annuelles pour l'irrigation sur le bassin de la Seudre, tous types de ressource, d'après les données redevance AEAG	21
Tableau 17 : évaluation de la répartition des consommations pour un étiage quinquennal sec (d'après consommations 2003), par sous-bassin et par type de ressource.....	21
Tableau 18 : définition de la période d'irrigation moyenne.....	25
Tableau 19 : volumes prélevables potentiels naturels par unité de gestion (tous usages).....	27
Tableau 20 : volumes prélevables potentiels naturels de fréquence quinquennale sèche par unité de gestion (tous usages).....	28
Tableau 21 : synthèse des volumes prélevables pour l'irrigation (1 ^{er} juin – 31 octobre)	37
Tableau 22 : synthèse des volumes prélevables initiaux pour chaque usage (1 ^{er} juin - 31 octobre).....	37
Tableau 23 : comparaison des volumes prélevables initiaux pour l'irrigation aux volumes autorisés actuels et aux volumes prélevés en 2002 et 2003 (rivières et nappe d'accompagnement)	39

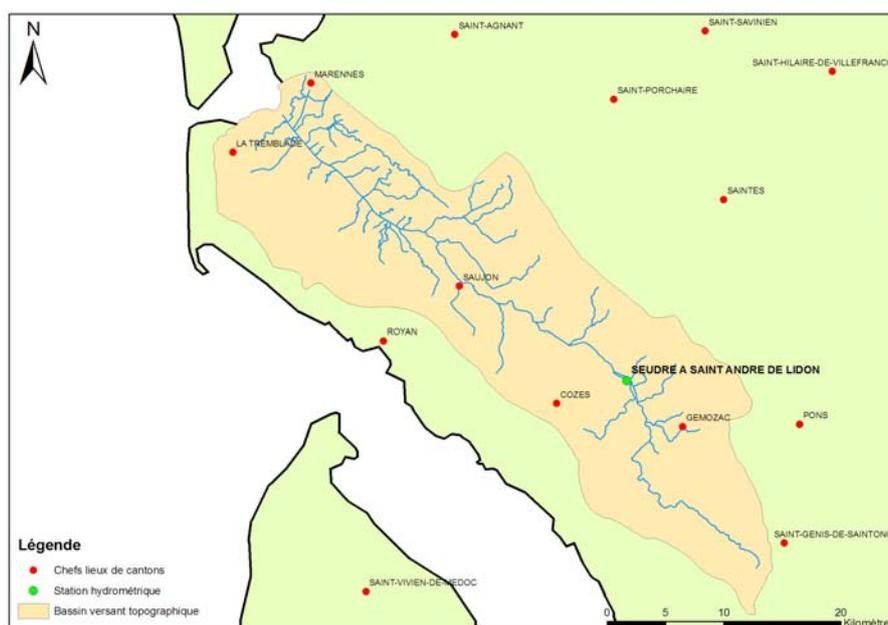
LISTE DES FIGURES

Figure 1 : bassin versant de la Seudre	1
Figure 2 : unité de gestion du bassin de la Seudre.....	5
Figure 3 : logigramme méthodologique.....	8
Figure 4 : chronique des besoins unitaires théoriques sur la Seudre moyenne	23
Figure 5 : débit naturel (QNJ) et débit objectif (Qobj)	26
Figure 6 : chronique de déficits absolus entre juin et octobre pour la Seudre en amont de Saujon avec un débit objectif de 150 L/s (écrêtement à 2 000 m ³ /ha)	32
Figure 7 : exemple d'ajustement statistique sur une chronique de déficits.....	32
Figure 8 : débits d'étiage (VCN10) du 1er juin au 31 octobre à Saint-André-de-Lidon.....	38

Note au lecteur : les calculs réalisés dans le cadre de la présente étude sont basés sur les hypothèses et les résultats décrits dans le rapport d'étude de la CACG réalisé en 2005 pour le compte des irrigants de Saintonge Centre (Bassin de la Seudre – Etudes hydrauliques pour l'amélioration de l'étiage – Association syndicale autorisée des irrigants de Saintonge Centre – Rapport de Phase I – CACG – Avril 2005). Chaque référence à cette étude est donc accompagnée d'un extrait permettant de justifier les hypothèses retenues en 2009.

1- PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

Figure 1 : bassin versant de la Seudre



Dans le cadre de l'étude de détermination des volumes prélevables initiaux conduite par l'Agence de l'Eau Adour-Garonne, le bassin du fleuve Seudre a été découpé en une unité de gestion présentée sur la Figure 2. Cette unité de gestion ne concerne pas l'intégralité du bassin car l'analyse du fonctionnement hydraulique de celui-ci, menée dans le cadre de l'étude CACG¹ réalisée en Avril 2005 pour le compte de l'ASA des irrigants de Saintonge Centre, a conduit à considérer trois sous-bassins :

- La **Seudre amont** dont les écoulements estivaux s'infiltrent pour alimenter le bassin voisin de la Gironde à travers le réseau karstique ;
- La **Seudre moyenne** où les écoulements sont en relation étroite avec les ressources souterraines ;
- La **Seudre aval** constituée par les marais et fortement influencée par la marée.

¹ « Bassin de la Seudre : études hydrauliques pour l'amélioration de l'étiage ; rapport de phase I »

Nous proposons donc de considérer le **bassin topographique situé en amont de SAUJON** comme unité de gestion et les **prélèvements sur la Seudre moyenne** uniquement (les prélèvements plus amont n'influençant pas le débit contrôlé à SAUJON en période d'étiage²).

Extrait du rapport d'étude CACG 2005 (page 11)

En conclusion, les pertes du lit de la Seudre, qui se produisent à peu près depuis la faille de la Barre (St-Germain-du-Seudre) à l'amont, jusqu'à « la Fosse aux Moines » (amont du barrage de Chadeniers) à l'aval alimentent des écoulements dirigés :

- **en hautes eaux** vers les sources de la rive droite de la Gironde pour la moitié amont du secteur de pertes, vers la vallée de la Seudre pour la moitié aval, la ligne du partage des eaux se situant vers le pont de la D6,

- **en basses eaux d'étiage**, quasi exclusivement vers les sources de la Gironde ; ce n'est qu'à l'aval de la Fosse aux Moines que les infiltrations échappent à cette capture du bassin amont de la Seudre par la Gironde et s'écoulent vers la vallée de la Seudre.

On en déduira que toute **réalimentation de la Seudre en amont de cette limite**, variable dans le temps, qui sépare les deux cours de la rivière, s'effectuerait au **profit des sources du versant Girondais** et non à celui de la Seudre.

Extrait du rapport d'étude CACG 2005 (pages 26 et suivantes)

2.5 – Synthèse : délimitation de la nappe d'accompagnement et relations prélèvements en nappes/écoulements

On se trouve confronté à trois questions :

1. où se trouve la limite entre le bassin amont dont les écoulements sont capturés vers la côte et le bassin aval drainé par la Seudre ? Quelles sont les variations dans le temps de cette limite ?
2. comment définir la nappe d'accompagnement de la Seudre ?
3. quelles sont à l'intérieur de ces nappes, les relations entre les prélèvements permanents (AEP) et saisonniers (irrigation) et les écoulements superficiels ?

2.5.1 – La limite entre bassin amont et bassin aval

Le chapitre 2.3 a apporté d'assez nombreux éléments de réponse à la question 1. En basses eaux, la zone de partage des eaux entre les deux domaines piézométriques se situerait à peu près au niveau de la « Fosse aux Moines » (Virollet), c'est-à-dire quelques 1300 m en amont du barrage de Chadeniers qui, par le bief de retenue qu'il crée, peut être considéré comme matérialisant l'extrême limite aval de ce secteur amont de la Seudre.

En hautes eaux, cette limite se décale vers l'amont. D'après la carte piézométrique de hautes eaux tracée en 1995 par Calligée, elle remonterait d'environ 3,5 à 4 km pour s'établir dans le secteur de Chevroche – Bois de la Viaudrie, proche de la limite amont de la zone de perte. On peut en déduire qu'en cette période l'essentiel des eaux infiltrées dans les pertes du lit s'écoulaient vers la Seudre aval.

² La réunion technique « Gestion quantitative Seudre » du 23 février 2009, tenue dans le cadre de la démarche d'élaboration du SAGE a néanmoins conclu que le niveau des prélèvements en amont avait sans doute une influence non négligeable sur la recharge des nappes amont et donc sur le débit en aval pendant l'hiver (mais donc en dehors de la période qui nous intéresse ici pour la détermination des volumes prélevables, du 01/06 au 31/10).

Cependant, l'analyse des variations piézométriques enregistrées au piézomètre de Mortagne montre que la situation des hautes eaux de 1994 a été relativement exceptionnelle. Sur les 11 années disponibles, seules trois (1993/94, 1994/95 et 2000/01) ont connu des niveaux aussi élevés. Et comme on l'a vu au § 2.4.2, 7 années sur 12 n'ont pas vu la nappe remonter jusqu'au niveau du lit.

En fait, il semble bien que plus on est en situation de sécheresse marquée, plus la ligne de partage des eaux se décale vers l'aval.

Pour la suite de cette étude, qui concerne essentiellement les étiages, nous retiendrons une limite « moyenne d'étiage » correspondant à la crête piézométrique que nous avons tracée sur la carte de la planche 4 (Calligée 1994 modifiée). Cette crête passe par le Moulin des Roberts (Champagnoles) – les Grands Pateurs (Gémozac) – Virolet, traverse la Seudre à la Fosse aux Moines, continue vers le Pinaud des Bois et le Four à Chaux -(Epagnes) – les Généraux (Cozes) et Cozes.

2.5.2 – Définition de la nappe d'accompagnement

Rappelons que nous appellerons « nappe d'accompagnement » (au singulier) l'ensemble des nappes connectées plus ou moins directement avec le réseau hydrographique et dont l'exploitation peut avoir, de façon plus ou moins amortie et différée, des influences sur les écoulements superficiels.

2.5.2.1 – Cas du bassin amont

Dans ce bassin amont, les seuls prélèvements dans l'aquifère principal connecté au réseau hydrographique sont des prélèvements d'irrigation.

Tout d'abord, il découle de ce qui précède que les principaux effets des pompes d'irrigation situés en amont de la ligne de partage des eaux décrite ci-dessus s'effectuent au détriment, non des écoulements de la Seudre, mais de l'alimentation des exutoires côtiers (incluant le cours amont du Taillon en amont des Fontaines Bleues). Cependant, on ne peut considérer que ces pompes n'ont aucune influence sur les débits de la Seudre.

En effet :

1) d'après les informations recueillies, le secteur du cours amont de la Seudre compris entre Baracot et la Barre (St-Germain-du-Seudre) autrefois en eau 8 à 10 mois sur 12 s'assèche dans les jours qui suivent le démarrage des pompes (en Mai-Juin) c'est également le cas de l'amont du Seudre (secteur du Bois du Mont) ; plus à l'aval, à l'Abbaye où se manifestent encore des écoulements printaniers en année humide, on rapporte également des assèchements rapides dès le démarrage des pompes,

2) l'exploitation des quelques 3 Mm³/an produits par les pompes d'irrigation sur le bassin amont a nécessairement des effets retardés ; le rabattement moyen correspondant est vraisemblablement de plusieurs mètres.

La recharge annuelle, qui ne s'effectue qu'après saturation de la réserve utile des sols, ne démarre donc effectivement qu'après remplissage de la tranche d'aquifère dénoyée (au moins dans la partie libre de l'aquifère).

Cet effet retard a pour conséquences :

- le raccourcissement, voire l'annulation certaines années, de la phase de saturation du réservoir au niveau du lit de la Seudre dans la zone de pertes pendant laquelle la Seudre retrouve un écoulement de trop-plein vers l'aval,

- le décalage vers l'aval de la ligne de partage des eaux.

En conclusion, les prélèvements dans l'aquifère Turo-Coniacien du secteur amont tel que défini ci-dessus s'effectuent essentiellement au détriment de l'alimentation des exutoires côtiers, tout en ayant également des conséquences plus limitées, dans l'espace et dans le temps, sur les écoulements de la Seudre.

Même si ce secteur amont de l'aquifère principal ne peut, à strictement parler, être totalement exclu de l'enveloppe des « nappes d'accompagnement » du bassin, il est évident que son implication est beaucoup plus faible que celui des portions aval de l'aquifère. En conséquence, le parti sera pris pour la suite de cette étude de ne pas intégrer le secteur amont tel que délimité au 2.5.1 à la nappe d'accompagnement de la Seudre.

De même et a fortiori, les quelques prélèvements qui s'effectuent dans le Cénomaniens et l'Infracénomaniens dans ce secteur peuvent être considérés comme sans influence sur la Seudre.

Vis à vis des objectifs concrets de cette étude, qui sont de compenser plus ou moins directement les effets des prélèvements agricoles pour permettre à la Seudre de retrouver des débits d'étiage suffisants, on en déduira :

a) que toute réalimentation du cours amont de la Seudre à partir de retenues ne s'effectuerait qu'au bénéfice des exutoires côtiers ; la perspective d'établissement d'un écoulement continu et permanent entre l'amont et l'aval de la zone de pertes semble par ailleurs tout à fait irréaliste, car la saturation permanente de l'aquifère qu'elle impliquerait (état non maintenu en année sèche en régime « naturel ») nécessiterait d'énormes volumes d'eau, dont la rentabilisation serait d'ailleurs loin d'être assurée,

b) que la compensation d'une partie des prélèvements effectués par une ou des retenues de substitution peut trouver un intérêt dans la recherche d'un allègement de la pression de prélèvement subie par l'aquifère ; elle n'apparaît cependant pas prioritaire par rapport à la substitution de prélèvements affectant directement les écoulements de la Seudre dans des zones plus sensibles. Si une telle compensation était cependant recherchée, elle devrait concerner plutôt un secteur à prélèvements concentrés, en nappe libre, et à proximité de la rivière, comme celui de Baracot-La Foye- Chez Marchand (Champagnoles) où sont concentrés une petite dizaine de forages où celui de la Barre-Le Seudre (Saint Germain du Seudre) où un projet de réservoir est à l'étude.

2.5.2.2 – Bassin moyen

Au Nord-Est de la limite des deux sous-bassins de la Seudre, et sur l'ensemble du bassin moyen, les prélèvements qui s'effectuent dans les aquifères du Cénomaniens inférieur et moyen et Turo-Coniacien ont nécessairement une influence sur les écoulements de la Seudre dans la mesure où ces écoulements alimentent la rivière (ou ses affluents) par une série de sources ou au travers d'apports plus ou moins diffus au travers des alluvions de la vallée. C'est cette alimentation des nappes d'accompagnement au sens large qui permet, en l'absence de périodes de ruissellement, au débit d'étiage de la rivière d'augmenter progressivement d'amont en aval, passant par exemple de 20 l/s à Chadeniers à 50 l/s ou 100 l/s à Saint-André-de-Lidon, et à 200 ou 300 l/s à l'amont de Saujon.

Une étude des nappes d'accompagnement de la Seudre a été réalisée en Juin 2000 par le bureau d'études HYDRO-INVEST pour le compte du Syndicat des Eaux de la Charente-Maritime.

Cette étude, basée sur un recensement général des captages et des calculs simples faisant intervenir les paramètres hydrodynamiques moyens des différents aquifères, a défini des critères permettant le classement des captages dans - ou hors- nappe d'accompagnement. Ces critères sont les suivants :

- captages situés à l'aval de la digue de partage des eaux délimitant le domaine amont (ligne tracée à partir de la piézométrie basses eaux Calligée -Septembre 1998-, et donc identique à celle que nous avons retenue),
- captages intéressants soit les nappes libres, soit mélangeant une nappe libre et une nappe captive (sont donc exclus les ouvrages captant exclusivement l'Infracénomaniens) ; sont également exclus les ouvrages captant les aquifères perchés du Campanien et du Santonien, de caractéristiques médiocres,
- captages situés à l'intérieur de distances limites vis-à-vis des cours d'eau (Seudre et affluents principaux ; ces distances correspondent au rayon d'action théorique de pompages de durée 90 jours (saison d'irrigation), calculé à partir des paramètres hydrodynamiques moyens des aquifères. Ces distances limites sont de : 2 100 m pour l'aquifère Cénomaniens et 5 100 m pour l'aquifère Turono-Coniacien dit aquifère principal.

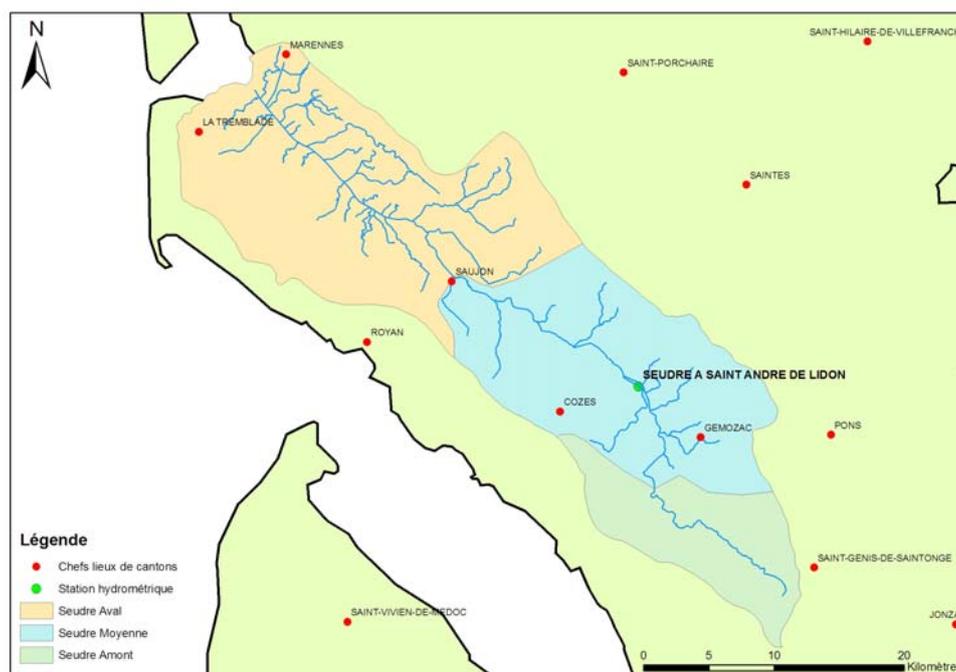
Même si le découpage « en chaussette » autour du réseau hydrographique et ses conditions d'application peuvent toujours donner lieu à questionnement, nous avons pris le parti de reprendre ici tel quel ce découpage.

Les seules modifications concernent un recentrage autour des limites propres au bassin de la Seudre au sens strict, tirées de l'exploitation des cartes piézométriques, qui excluent quelques captages périphériques qui concernent les nappes d'accompagnement des bassins limitrophes.

D'autre part, l'étude de 2005 envisageait un **débit objectif de 150 L/s à Saujon**³, valeur que nous proposons de retenir à nouveau dans le cadre de cette étude (selon l'étude de 2005, cette valeur correspond au débit qu'on peut espérer respecter en année quinquennale sèche en ne satisfaisant *a priori* que les besoins AEP).

Cependant, le DOE actuel du SDAGE étant fixé à Saint-André-de-Lidon (en amont de Saujon) à 100 L/s, nous étudierons également les volumes prélevables potentiels naturels (VppNat dans la suite de l'étude) sous cette hypothèse.

Figure 2 : unité de gestion du bassin de la Seudre



Rappelons ici que les limites de l'Unité de Gestion « Seudre moyenne » sont les suivantes (cf. pour plus de précisions l'encadré des pages précédentes) :

- La limite aval correspond à la limite du bassin versant topographique de la Seudre au niveau de l'écluse antisel de Ribérou à Saujon ;
- La limite amont n'est pas topographique, elle correspond à la crête piézométrique moyenne d'étiage entre les écoulements souterrains vers la Seudre en aval et ceux en direction des bords de Gironde. Cette crête passe par le Moulin des Roberts (Champagnoles), les Grands Pateurs (Gémozac), Virollet, traverse la Seudre à la Fosse aux Moines, continue vers le Pinaud des Bois et le Four à Chaux (Epargnes), les Généraux (Cozes) et Cozes.

³ NB : ce point n'est pas à l'heure actuelle équipé de station hydrométrique

2- PRESENTATION DE LA METHODOLOGIE

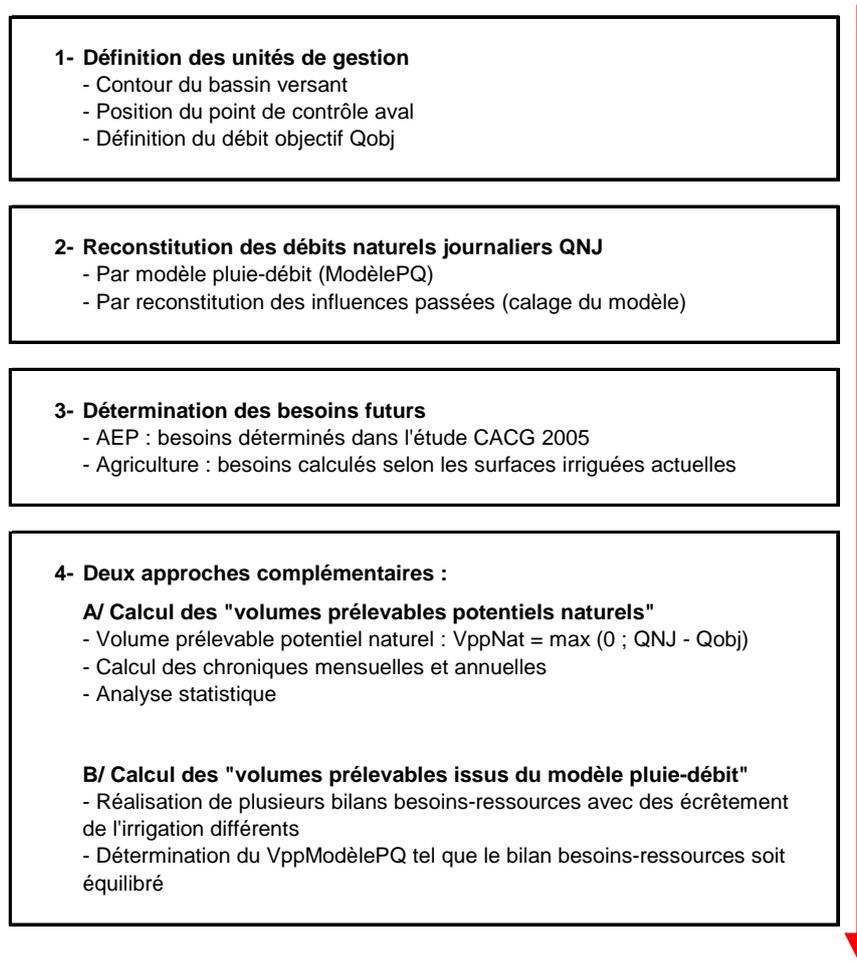
La méthodologie mise en œuvre pour la détermination des volumes prélevables sur le bassin de la Seudre est basée sur une double approche :

1. détermination des volumes que nous appellerons « **volumes prélevables potentiels naturels** », basée sur le calcul du terme $Q_{NJ} - Q_{obj}$ (débit naturel – débit objectif) au pas de temps journalier, au niveau du point de contrôle de Saujon (et de Saint-André-de-Lidon) ; ces volumes représentent donc le **surplus d'écoulement naturel par rapport au débit objectif** fixé au point de consigne aval l'unité de gestion ;
2. détermination des « **volumes prélevables par l'ensemble des usages à partir d'un modèle pluie-débit** » : cette approche est basée sur l'utilisation du modèle développé par la CACG en 2005 et qui permet le calcul de bilans besoins-ressources ; il s'agit pour cette seconde approche de réaliser plusieurs bilans, tenant compte de l'état actuel des ressources en eau (débits naturels) et des besoins en eau (AEP ; Irrigation). Chaque bilan besoins-ressources calculé correspond à un scénario différent de limitation des prélèvements agricoles au travers de l'application de volumes d'écêtement des prélèvements d'irrigation. Le volume prélevable par l'irrigation issu de cette modélisation est calculé par la formule « **SI actuelle X valeur d'écêtement** » avec les valeurs d'écêtement permettant d'équilibrer le bilan besoins-ressources.

L'intérêt de la seconde approche pour déterminer les volumes prélevables initiaux réside dans la prise en compte des **fortes relations entre la nappe** (où sont concentrés les prélèvements) **et la rivière** : le modèle prend en compte en effet l'impact des **prélèvements en nappes d'accompagnement** sur l'évolution des débits mesurés dans les cours d'eau (l'effet d'un prélèvement en nappe sur les écoulements superficiels est en général atténué et décalé dans le temps) ; de plus, cette approche permet d'assurer une **cohérence avec l'étude de 2005**.

Notre méthodologie est résumée dans la Figure 3.

Figure 3 : logigramme méthodologique



Pour le premier point de cette méthodologie, le bassin de la Seudre est composé de l'unité de gestion présentée au paragraphe 1.

3- RECONSTITUTION DES DEBITS NATURELS JOURNALIERS

Les débits naturels ont été reconstitués au moyen d'un modèle pluie débit développé dans le cadre de l'étude CACG 2005 déjà citée. La modélisation est calée sur les débits mesurés à Saint-André-de-Lidon en intégrant les données de pluie, d'évaporation et de prélèvements agricoles sur la période 1970-2006.

L'obtention des débits naturels est réalisée par l'annulation des prélèvements agricoles dans le modèle, ce qui permet de simuler les débits qu'on aurait observés en l'absence d'influence anthropique. Le modèle calé à Saint-André-de-Lidon est ensuite appliqué à l'ensemble du bassin versant situé en amont de Saujon pour générer une chronique journalière de débits naturels en ce point.

Nous ne rentrerons pas ici dans les détails de la modélisation pluie-débit. Indiquons simplement que cette modélisation repose sur les principes suivants : la pluie qui tombe sur un bassin est répartie entre 3 compartiments qui sont le réservoir sol (qui recueille la part de la pluie qui sera évaporée ou interceptée par la végétation), le réservoir hydrologique (qui recueille la part de la pluie qui s'infiltre ; en se tarissant, ce réservoir alimente les écoulements superficiels) et le ruissellement. Les paramètres de calage du modèle sont les capacités des réservoirs sol et hydrologique et les paramètres des lois d'infiltration, de ruissellement et de tarissement du réservoir hydrologique.

Extrait du rapport d'étude CACG 2005 (pages 80 et 81 ; voir aussi en annexe les extrait du paragraphe 6.3.2 cité ci-après)

6.2.3 – Adaptation du modèle pluie-débit à la problématique Seudre

L'idée d'un modèle pluie-débit est classiquement de reconstituer des débits naturels. Nous avons vu en préambule que la reconstitution des débits naturels par la méthode LAGON (qui calcule les influences) est peu adaptée ici dans la mesure où l'impact des prélèvements sur les écoulements de la Seudre est connu de manière trop imprécise. C'est ce qui nous a conduit à retenir l'option d'un modèle pluie-débit.

Toutefois, pour la suite de l'étude et en particulier pour le calcul des déficits, les débits naturels reconstitués sont de peu d'utilité si l'on n'est pas capable d'y appliquer ensuite l'influence des prélèvements. Les déficits sont calculés classiquement en effet comme le volume de ressources à mobiliser en fonction d'un scénario de prélèvement et d'un débit objectif.

Nous avons donc adapté le modèle pluie-débit de manière à ce qu'il nous permette non seulement de reconstituer des débits naturels mais également d'estimer les débits naturels amputés de l'influence des prélèvements.

Pour cela, le réservoir hydrologique est ponctionné au pas de temps journalier de la lame d'eau prélevée (Irrigation + AEP – Rejets) = Volume prélevé ramené à la superficie totale du bassin d'alimentation hydrogéologique.

Sur toute la durée de la chronique de débits disponibles à la station de St-André-de-Lidon (1970-2004), nous avons donc estimé les volumes réellement prélevés :

- prélèvements et rejets AEP,
- prélèvements agricoles :

. reconstitution d'une chronique de superficies irriguées entre 1970 et 2004 à partir des résultats des RGA,

. estimation des besoins en eau des cultures, évalués au pas de temps décadaire à partir des données climatiques (pluie et ETP), de caractéristiques pédologiques (Réserve Utile des Sols) et de l'assolement. Le détail du calcul des besoins unitaires, ainsi que les résultats obtenus, sont présentés plus loin (cf. § 6.3.2).

L'intérêt de cette méthode est que son résultat est un débit « influencé » tel que :

- pour la chronique d'influences réelles, on doit obtenir un débit reconstitué proche du débit réellement observé. Ainsi, en basant la réflexion sur le bassin de la Seudre à St-André-de-Lidon (en considérant le bassin hydrogéologique et les prélèvements influents c'est à dire ceux qui s'opèrent sur le bassin hydrogéologique uniquement), on peut caler les paramètres du modèle pluie-débit de manière à ce que la chronique reconstituée soit la plus proche possible de la chronique de débits mesurés à la station hydrométrique de St-André-de-Lidon,

- en faisant prélèvements = 0 (la donnée d'entrée du modèle étant la superficie irriguée pour les prélèvements agricoles et le volume journalier pour l'AEP), on obtient des débits naturels,

- en prenant une même superficie irriguée et un même volume de prélèvement AEP (par exemple ceux de l'année 2004) pour chaque année simulée, on obtient les débits que l'on aurait observés de 1970 à 2004 si les prélèvements avaient été au niveau actuel. Ces débits, comparés à un débit objectif, permettent de calculer le déficit correspondant à ce débit objectif et à ce niveau de prélèvement.

N.B. : il est bien entendu que notre méthode intègre la variabilité des prélèvements agricoles d'une année sur l'autre. La donnée d'entrée est la superficie irriguée (qui donc ici est fixe sur la chronique) mais le prélèvement est calculé comme le produit de la SI par le besoin unitaire qui, lui, est variable en fonction des conditions climatiques.

L'analyse statistique des débits naturels ainsi reconstitués à Saint-André-de-Lidon et Saujon conduit aux résultats présentés dans le Tableau 1 et le Tableau 2.

Tableau 1 : statistiques sur débits naturels à Saint-André-de-Lidon

m ³ /s	F=1/2	F=1/5	F=1/10
Juin	0.60	0.24	0.17
Juillet	0.36	0.22	0.19
Août	0.25	0.20	0.16
Septembre	0.24	0.19	0.16
Octobre	0.34	0.19	0.19
QMNA	0.20	0.18	0.15

Tableau 2 : statistiques sur débits naturels à Saujon

m ³ /s	F=1/2	F=1/5	F=1/10
Juin	0.89	0.46	0.34
Juillet	0.54	0.44	0.32
Août	0.46	0.37	0.28
Septembre	0.48	0.35	0.29
Octobre	0.90	0.37	0.34
QMNA	0.38	0.28	0.21

On constate en particulier que le débit objectif fixé à Saint-André-de-Lidon correspond à peu près à la moitié du QMNA naturel (calculé sur les mois de juin à octobre uniquement) de fréquence quinquennale sèche. Par analogie, on retrouve une valeur cohérente avec un objectif de 150 L/s à Saujon.

D'autre part et pour comparer l'actualisation de la présente étude aux résultats de l'étude 2005 (Tableau 5 et Tableau 6), nous avons calculés quelques valeurs statistiques caractéristiques :

- QCN naturel (5, 10 et 30) ;
- VCN naturel (5, 10 et 30).

Les résultats sont présentés dans le Tableau 3 et le Tableau 4.

Tableau 3 : statistiques QCN-VCN à Saint-André-de-Lidon

m ³ /s	F=1/2	F=1/5	F=1/10
VCN5	0.170	0.161	0.129
VCN10	0.172	0.164	0.131
VCN30	0.186	0.176	0.142
QCN5	0.172	0.163	0.130
QCN10	0.177	0.171	0.136
QCN30	0.220	0.209	0.170

Tableau 4 : statistiques QCN-VCN à Saujon

m ³ /s	F=1/2	F=1/5	F=1/10
VCN5	0.266	0.214	0.179
VCN10	0.280	0.223	0.185
VCN30	0.336	0.260	0.208
QCN5	0.279	0.222	0.182
QCN10	0.310	0.244	0.196
QCN30	0.470	0.360	0.287

On constate que le QMNA et le VCN30 quinquennaux à Saint-André-de-Lidon (respectivement 180 L/s et 176 L/s) sont supérieurs au DOE actuellement retenu dans le SDAGE (100 L/s), lequel DOE est de l'ordre de grandeur du VCN30 quinquennal calculé dans la Banque Hydro à partir des débits mesurés entre 1970 et 1986 (de l'ordre de 100 L/s également). Nous jugeons cette différence non significative (l'écart n'est pas de 1 à 10) d'autant plus qu'elle peut être expliquée à partir des considérations suivantes :

- La période 1970-1986 est déjà influencée en termes de prélèvements (cf. § 4.3) : le VCN30 quinquennal calculé sur cette période ne peut donc pas être assimilé à un VCN30 naturel : ce dernier devrait logiquement être supérieur si l'on reconstituait les débits naturels en fonction des prélèvements réalisés durant cette période ;
- Le modèle pluie-débit utilisé pour la présente étude (et qui vise précisément à reconstituer des débits naturels) comporte des incertitudes, notamment pour la modélisation des relations nappe-rivière ; le résultat du calage est bon pour la période modélisée mais il persiste une incertitude sur les débits naturels reconstitués ;
- Les deux approches comparées ne sont donc en fait que difficilement comparables, et ce d'autant plus que des biais statistiques s'ajoutent aux écarts méthodologiques (longueur des chroniques expérimentales, lois statistiques retenues).

Ces différences ne seront néanmoins pas préjudiciables pour la suite de l'étude et nous le verrons quand nous analyserons les résultats obtenus en matière de volumes prélevables (cf. § 7).

D'autre part, ces résultats montrent que les hypothèses formulées au paragraphe 1 sont réalistes :

- On souhaite tester un débit objectif de 150 L/s à Saujon pour un DOE de 100 L/S à Saint-André-de-Lidon, soit un rapport de 1,5 ;
- Le rapport entre les QMNA et VCN30 quinquennaux calculés dans le cadre de la présente étude est respectivement de 1,56 et 1,48 entre les deux points de contrôle.

Pour mémoire, les tableaux suivants rappellent les valeurs déterminées dans l'étude CACG 2005. Les ordres grandeur sont les mêmes malgré des différences dues à des approches statistiques différentes sur les deux études et à l'ajout de nouvelles données dans l'étude 2009 (années 2005 et 2006).

Tableau 5 : statistiques QCN-VCN à Saint-André-de-Lidon (étude CACG 2005)

m ³ /s	F=1/2	F=1/5	F=1/10
VCN5	0.171	0.125	0.100
VCN10	0.176	0.127	0.102
VCN30	0.196	0.140	0.111
QCN5	0.175	0.127	0.103
QCN10	0.186	0.133	0.105
QCN30	0.243	0.173	0.136

Tableau 6 : statistiques QCN-VCN à Saujon (étude CACG 2005)

m ³ /s	F=1/2	F=1/5	F=1/10
VCN5	0.302	0.195	0.140
VCN10	0.317	0.206	0.148
VCN30	0.371	0.245	0.179
QCN5	0.316	0.202	0.143
QCN10	0.350	0.226	0.161
QCN30	0.509	0.354	0.274

L'ensemble des données QNJ utilisées pour la présente étude est rassemblé en annexe (sur CD-ROM).

4- DETERMINATION DES BESOINS FUTURS

Cette étape de l'étude consiste à établir le bilan des besoins pressentis à l'horizon 2015-2020. Pour chacun des usages, on estime que les besoins devraient peu évoluer par rapport à la situation actuelle et on assimilera donc les besoins pressentis à l'horizon 2015, aux besoins actuels. Les données utilisées sont les suivantes :

- Pour l'eau potable, nous utilisons l'analyse menée dans le cadre de l'étude CACG 2005, confrontée aux données redevance de l'Agence de l'Eau ;
- Pour l'industrie, l'analyse est basée sur les données redevance de l'Agence de l'Eau ;
- Pour l'agriculture, nous nous basons également sur la situation connue actuellement en termes de volumes autorisés, selon les données de la DDAF17, et de surfaces irriguées, selon les données issues de l'étude CACG 2005 (4 500 ha influents en amont de Saujon).

4.1- Eau potable

4.1.1- Eléments issus de l'étude CACG 2005

L'analyse menée dans le cadre de l'étude CACG 2005 sur les prélèvements à usage eau potable et rejets associés était centrée sur le bassin de la Seudre moyenne. Elle avait alors conduit à retenir un prélèvement influent de 17 500 m³/j soit 200 L/s environ, dont la justification est présentée ci-après.

4.1.1.1 – Prélèvements AEP

Les prélèvements significatifs sont concentrés au niveau des communes de Saujon et Le Chay où quatre forages au Turonien sont exploités pour la production d'eau potable. La production est de l'ordre de 15 000 m³/j (175 l/s) en moyenne et atteint vraisemblablement 25 000 m³/j (300 l/s) en période estivale. L'influence de ces pompages sur les débits de la Seudre est difficile à quantifier, mais elle semble démontrée (avec en particulier l'apparition de vortex dans le lit de la Seudre lors de l'étiage catastrophique de 2003).

Les autres prélèvements sur le bassin de la Seudre moyenne sont localisés plus en amont (Gémozac et Montpellier-de-Médillan) ; il s'agit de forages qui captent les niveaux sableux de l'Infracénomien captif et n'ont pas d'influence (tout du moins pas d'influence mesurable à court terme) sur le débit de la Seudre. La production était de l'ordre de 2000 m³/j en 2004.

4.1.1.2 – Rejets

Sur le plan quantitatif, les rejets ont peu d'influence en amont de Saujon (les stations d'épuration de Cozes et de Gémozac totalisant en 2005 un rejet d'environ 5 l/s) ; ils ont tout de même été pris en compte à hauteur de 10 l/s, valeur qui serait effective si les stations fonctionnaient à pleine capacité. Les principaux rejets du bassin de la Seudre s'effectuent au niveau de la station d'épuration de la Tremblade, dans le sous-bassin de la Seudre aval, à proximité de l'embouchure de la Seudre et sont donc sans influence sur les écoulements de la Seudre moyenne.

4.1.1.3– Prélèvement influent (prélèvements – rejets)

La valeur de **17 500 m³/j** retenue dans l'étude de 2005 intègre les prélèvements et les rejets localisés dans le bassin de la Seudre moyenne : elle a été obtenue en estimant le prélèvement équivalent à 200 l/s (arrondi à 17 500 m³/j), en considérant que les prélèvements AEP varient entre 175 et 300 l/s et que les rejets sont de l'ordre de 10 l/s en amont de Saujon.

4.1.2– Données Agence de l'Eau Adour-Garonne

L'analyse des fichiers redevance de l'Agence de l'Eau Adour Garonne, menée cette fois sur la totalité du bassin de la Seudre, met en évidence 8 forages pour l'eau potable dans le bassin de la Seudre :

- les 4 forages au Turonien de Saujon – Le Chay situés dans le bassin de la Seudre moyenne, classés « NAPC » (nappe Captive) dans les fichiers redevance,
- les 2 forages à l'Infracénomien de Gémozac et Montpellier-de-Médillan dans le bassin de la Seudre moyenne, classés également NAPC,
- le forage de Vaux-sur-Mer dans le sous-bassin de la Seudre aval, classé NAPC (l'aquifère capté – ou « entité hydrogéologique concernée » - n'est pas précisé),
- le forage de Marennes, également dans le sous-bassin de la Seudre aval, classé NAPP (nappe phréatique), l'entité hydrogéologique concernée étant l'aquifère 116A2 « Saintonge / Cénomien entre Charente et Seudre ».

Les volumes prélevés entre 2002 et 2007 par ces différents forages sont rassemblés dans les tableaux suivants. Les données disponibles sont annuelles, la colonne « volume étiage » (correspondant à la période du 01/07 au 31/10 de chaque année) étant généralement non renseignée dans le fichier de l'Agence de l'Eau.

Tableau 7 : volumes prélevés pour l'AEP dans le bassin de la Seudre (en m3/an)

Forages	Nature des compteurs (selon classification AEAG)	Entité hydrogéologique concernée	Volume prélevé, en m3/an						
			2002	2003	2004	2005	2006	2007	Moyenne
Saujon - Le Chay	NAPC	116A1, 117A1 (Turo-Coniacien)	3 716 896	4 499 228	4 443 575	3 332 369	4 753 018	4 215 914	4 160 167
Gémozac - Montpellier de Médillan	NAPC	215 (Infracénomanién)	597 569	663 751	735 383	707 537	699 480	623 239	671 160
Vaux sur Mer	NAPC	non précisé	-	116 637	-	32 792	68 265	115 328	83 256
Marennes	NAPP	116A2 (Cénomanién)	220 760	135 044	67 891	137 279	35 573	85 332	113 647
TOTAL			4 535 225	5 414 660	5 246 849	4 209 977	5 556 336	5 039 813	5 000 477

Tableau 8 : volumes prélevés pour l'AEP dans le bassin de la Seudre (en m3/j)

Forages	Nature des compteurs (selon classification AEAG)	Entité hydrogéologique concernée	Volume prélevé, en m3/jour						
			2002	2003	2004	2005	2006	2007	Moyenne
Saujon - Le Chay	NAPC	116A1, 117A1 (Turo-Coniacien)	10 183	12 327	12 174	9 130	13 022	11 550	11 398
Gémozac - Montpellier de Médillan	NAPC	215 (Infracénomanién)	1 637	1 818	2 015	1 938	1 916	1 708	1 839
Vaux sur Mer	NAPC	non précisé	-	320	-	90	187	316	228
Marennes	NAPP	116A2 (Cénomanién)	605	370	186	376	97	234	311
TOTAL			12 425	14 835	14 375	11 534	15 223	13 808	13 700

4.1.3– Conclusions sur les besoins pour l'eau potable

Les chiffres du Tableau 8 sont cohérents avec l'ordre de grandeur estimé lors de l'étude CACG de 2005 (production de 15 000 m³/j à l'unité de Saujon-Le Chay).

Pour tenir compte de l'augmentation des besoins en période estivale, nous proposons d'introduire un coefficient multiplicateur ⁴ de 1,7 par rapport au besoin journalier moyen pendant 2,5 mois et de considérer le besoin moyen pendant les 2,5 mois restants.

⁴ Selon les informations recueillies auprès de la Compagnie des Eaux de la ville de Royan (CER) lors de l'étude CACG 2005 : 300 l/s en pointe contre 175 l/s en moyenne

Malgré le classement « NAPC » par l'Agence de l'Eau des forages de Saujon-Le Chay, il nous paraît plus juste de considérer que ces forages ont une influence sur les écoulements superficiels et qu'ils concernent donc une « nappe d'accompagnement » (cf. §1 et § 4.1.1.1). Le tableau suivant a été établi selon cette hypothèse et évalue le besoin de prélèvements pour l'eau potable sur le bassin de la Seudre, par sous-bassin et selon le type de nappes (avec ou sans influence sur les écoulements superficiels), pour la période du 01/06 au 31/10, en tenant compte du prélèvement maximal de la période 2002-2007.

Tableau 9 : évaluation des besoins estivaux pour l'AEP dans le bassin de la Seudre

Sous-bassin	Evaluation du besoin, en Mm3 du 01/06 au 31/10		
	Nappe d'accompagnement (1)	Hors nappe d'accompagnement (2)	Total
Seudre amont	-	-	-
Seudre moyenne	2,67	0,41	3,09
Seudre aval	0,12	0,07	0,19
TOTAL	2,80	0,48	3,28

(1) Aquifères considérés : Turo-Coniacien et Cénomaniens

(2) Aquifère considéré : Infracénomaniens

Ainsi, **le besoin pour l'eau potable en nappe d'accompagnement s'élève à 2,7 Mm³ environ pour la période estivale et le sous-bassin de la Seudre moyenne.**

Dans les simulations réalisées plus loin pour la détermination des volumes prélevables, utilisant le modèle pluie-débit mis en place à l'occasion de l'étude CACG 2005, nous avons repris la valeur de 17 500 m³/j prise en compte dans cette précédente étude et correspondant au débit fictif continu pendant 5 mois d'un prélèvement total de 2,7 Mm³.

4.2- Industrie

D'après les données redevance de l'Agence de l'Eau, on compte 9 points de prélèvements industriels dans le bassin de la Seudre et 12 compteurs associés, dont seulement 6 sont encore en fonctionnement en 2007 (dernière année pour laquelle les données sont disponibles dans les fichiers de l'Agence de l'Eau). Compte tenu de ces fermetures de compteur, la synthèse des prélèvements industriels présentée ci-après est basée uniquement sur les données de l'année 2007.

Tableau 10 : évaluation des besoins annuels pour l'industrie dans le bassin de la Seudre (selon données de l'année 2007)

Sous-bassin	Evaluation du besoin annuel, en m3/an			
	Nappe captive	Nappe phréatique	Rivière	Total
Seudre amont	-	-	-	-
Seudre moyenne	-	10 872	17 712	28 584
Seudre aval	-	-	563 550	563 550
TOTAL	-	10 872	581 262	592 134

On note que le prélèvement le plus important s'effectue en rivière, dans le bassin de la Seudre aval et qu'il n'y a pas de prélèvement en nappe captive. Les volumes en jeu sont très inférieurs à ceux nécessaires aux autres usages et 93% environ (selon estimations Agence de l'Eau pour ces prélèvements) des volumes prélevés par l'industrie sont rejetés au milieu naturel. L'impact sur les ressources concernées (ici superficielles ou connectées aux écoulements superficiels) est marginal.

NB : La répartition « Nappe captive » / « Nappe phréatique » / « Rivière » est celle indiquée dans les fichiers de l'Agence de l'Eau. L'entité hydrogéologique concernée n'étant pas toujours précisée, il ne nous a pas été possible de vérifier la cohérence avec la répartition proposée pour l'eau potable selon l'aquifère concerné.

Tableau 11 : évaluation des besoins pour l'industrie dans le bassin de la Seudre sur la période d'étiage 01/06-31/10

Sous-bassin	Volumes étiages 01/06-31/10, en m3			
	Nappe captive	Nappe phréatique	Rivière	Total
Seudre amont	-	-	-	-
Seudre moyenne	-	4 530	7 380	11 910
Seudre aval	-	-	234 813	234 813
TOTAL	-	4 530	242 193	246 723

Ainsi, **le besoin pour l'industrie en rivière et nappe d'accompagnement** (en assimilant, faute d'information complémentaire « nappe phréatique » à « nappe d'accompagnement ») **s'élèverait à 0,01 Mm³ environ pour la période estivale et le sous-bassin de la Seudre moyenne.**

4.3- Irrigation

L'analyse des prélèvements pour l'irrigation est réalisée ici sous deux angles :

1. Le bilan des autorisations de prélèvements actuelles, réalisé à partir de l'analyse des données de la DDAF17, et des consommations mesurées, permet de faire un état des lieux qui pourra être comparé aux volumes prélevables proposés plus loin ;

2. La reconstitution des prélèvements théoriques au travers des besoins en eau des plantes et de leur répartition au sein des campagnes d'irrigation (calcul des besoins des plantes au pas de temps décadaire) est nécessaire pour l'élaboration du bilan besoins-ressources présenté plus loin et réalisé à l'aide d'un modèle pluie-débit.

4.3.1- Bilan des autorisations et consommations actuelles

4.3.1.1- Analyse des données DDAF17

Les fichiers transmis par la DDAF 17 rassemblent pour chaque point de prélèvement les autorisations de prélèvement en volume pour les dernières années (2006 à 2009) ainsi que les consommations relevées en 2008. L'ensemble des points situés dans le bassin versant de la Seudre (selon délimitation BD Carthage) a été analysé ici. Cet ensemble est un peu différent de la « zone de gestion » Seudre définie par la DDAF17, dont les limites sont communales.

La grande majorité des prélèvements s'effectue en nappe avec un volume autorisé total de 11,7 Mm³ pour l'année 2009, contre 0,097 Mm³ pour les pompages en rivière. Le volume autorisé total s'élève donc en 2009 à 11,8 Mm³ environ. Il a diminué au cours des dernières années, comme l'indique le Tableau 12.

Pour la plupart des forages, l'aquifère capté est renseigné, ainsi que son caractère libre ou captif. Les aquifères concernés par les prélèvements agricoles sont les suivants :

- Aquifères libres :
 - Région de Royan / Santonien et Campanien de Gironde
 - Région de Royan / Cénomaniens de la Seudre (Libre)
 - Région de Royan / Turo-Coniacien de la Seudre (Libre)
 - Saintonge / Cénomaniens entre Charente et Seudre
 - Saintonge / Turo-Coniacien des bassins Charente et Seugne
- Aquifères captifs :
 - Crétacé supérieur du bassin aquitain – Cénomaniens (captif)
 - Crétacé supérieur du bassin aquitain – Coniacien (Captif)
 - Crétacé supérieur du bassin aquitain – Turonien (Captif)

Les volumes autorisés pour les années 2006 à 2009, ainsi que les consommations mesurées en 2008 par type de ressource sont rassemblés dans le Tableau 12.

Tableau 12 : évolution des volumes autorisés pour l'irrigation dans le bassin de la Seudre entre 2006 et 2009 et indication des consommations mesurées en 2008

Type de ressource	Autorisations				Consommations mesurées
	2006	2007	2008	2009	2008
Rivière	0,10	0,10	0,10	0,10	0,04
Nappes captives	1,22	1,18	1,14	1,02	0,63
Nappes libres	10,87	10,54	10,23	9,26	5,48
Autres forages (sans précision du caractère libre ou captif de l'aquifère)	1,68	1,63	1,58	1,44	0,77
TOTAL	13,87	13,45	13,06	11,82	6,91

Le Tableau 13 récapitule les autorisations 2009 par type de ressource et par sous-bassin.

Tableau 13 : répartition des volumes autorisés en 2009 pour l'irrigation dans le bassin de la Seudre, par type de ressource et par sous-bassin

Sous-bassin	Volumes en Mm3				
	Nappe captive	Nappe libre	Autres forages (type de nappe non précisé)	Rivière	Total
Seudre amont	0,50	1,42	0,25	-	2,17
Seudre moyenne	0,46	5,31	0,98	0,08	6,83
Seudre aval	0,07	2,53	0,21	0,02	2,82
TOTAL	1,02	9,26	1,44	0,10	11,82

La majorité des autorisations se concentre dans le bassin de la Seudre moyenne, à hauteur de 6,8 Mm³ sur l'ensemble des ressources et de 6,3 Mm³ pour les aquifères libres et les pompages en rivière (évaluation en faisant l'hypothèse que les forages pour lesquels l'aquifère capté n'est pas précisé concernent plutôt des aquifères libres).

4.3.1.2- Evaluation des volumes autorisés en nappe d'accompagnement

Comme présenté dans l'encart « définition de la nappe d'accompagnement » présenté en pages 3 et 4, la notion de nappe d'accompagnement est complexe et dépend à la fois de la localisation du point de prélèvement et de l'aquifère capté. On ne trouve pas dans les fichiers DDAF17 la précision concernant l'appartenance ou non du forage à la nappe d'accompagnement.

Nous proposons donc d'évaluer les volumes autorisés à partir de pompages en nappe d'accompagnement de la manière simplificatrice suivante :

- Pour le bassin amont, l'ensemble des forages est considéré « Hors nappe d'accompagnement » ;

- Pour les bassins de la Seudre moyenne et de la Seudre aval, tous les forages sont considérés « En nappe d'accompagnement » (y compris ceux prélevant dans des aquifères captifs, mais connectés et ceux pour lesquels l'aquifère n'est pas précisé) sauf ceux prélevant dans les aquifères du Campanien et du Santonien.

Les tableaux suivants ont été élaborés selon cette clé de répartition.

Tableau 14 : évaluation des volumes autorisés pour l'irrigation en nappe d'accompagnement dans le bassin de la Seudre entre 2006 et 2009 et indication des consommations mesurées en 2008

Sous-bassin	Autorisations				Consommations mesurées
	2006	2007	2008	2009	2008
Seudre amont	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Seudre moyenne	7,65	7,43	7,20	6,45	3,64
Seudre aval	2,86	2,75	2,69	2,43	1,32
TOTAL	10,51	10,18	9,89	8,88	4,96

En recoupant avec le Tableau 12, on peut évaluer **les volumes autorisés pour l'irrigation en rivière et nappe d'accompagnement à 6,5 Mm³ environ pour le sous-bassin de la Seudre moyenne** (selon données 2009) et **les consommations mesurées en 2008 à 3,7 Mm³**.

Pour mémoire, notons que, hors rivières et nappe d'accompagnement, les volumes autorisés 2009 sont de 2,17 Mm³ pour la Seudre amont, 0,3 Mm³ pour la Seudre moyenne et 0,37 Mm³ pour la Seudre aval.

4.3.1.3- Evaluation des volumes consommés par type de ressource

A partir des données de la DDAF17 sur les consommations mesurées en 2008 et de l'évaluation présentée ci-avant des prélèvements en nappe d'accompagnement, on peut élaborer le tableau suivant, représentant les proportions des volumes consommés en 2008 par type de ressource et par sous-bassin.

Tableau 15 : évaluation de la répartition des consommations 2008, par sous-bassin et par type de ressource.

Sous-bassin	Volumes en Mm3			
	Nappe d'accompagnement	Hors nappe d'accompagnement	Rivière	Total
Seudre amont	0%	22%	0%	22%
Seudre moyenne	53%	3%	1%	56%
Seudre aval	19%	3%	0%	22%
TOTAL	72%	28%	1%	100%

Les données redevance de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne permettent d'évaluer les consommations totales, pour l'ensemble du bassin et des ressources, pour les années 2000 à 2007. Elles sont reportées dans le tableau suivant :

Tableau 16 : consommations annuelles pour l'irrigation sur le bassin de la Seudre, tous types de ressource, d'après les données redevance AEAG

Année	Volumes consommés pour l'irrigation (Mm ³)
2000	17,07
2001	14,48
2002	11,77
2003	15,17
2004	14,64
2005	9,49
2006	11,69
2007	6,91

L'analyse des chroniques de QMNA à Saujon, calculés sur la période Juin à Octobre montre que ce sont les QMNA des années 2002 (0.30 m³/s) et 2003 (0.28 m³/s) qui s'approchent le plus du QMNA₅ (0.28 m³/s) calculé sur la chronique d'analyse. Ainsi, nous considérerons que les consommations des étés 2002 et 2003 permettent d'évaluer les consommations pour un étiage quinquennal sec. La répartition par sous-bassin et par type de ressource, évaluée selon la répartition mise en évidence pour l'année 2008, est consignée dans le tableau suivant pour l'année 2003.

Tableau 17 : évaluation de la répartition des consommations pour un étiage quinquennal sec (d'après consommations 2003), par sous-bassin et par type de ressource.

Sous-bassin	Volumes en Mm ³			
	Nappe d'accompagnement	Hors nappe d'accompagnement	Rivière	Total
Seudre amont	0,00	3,37	0,00	3,37
Seudre moyenne	8,00	0,41	0,08	8,48
Seudre aval	2,89	0,42	0,00	3,31
TOTAL	10,89	4,20	0,08	15,17

Cette évaluation montre qu'en 2003, les volumes consommés à partir de prélèvements en rivière et nappe d'accompagnement ont été de l'ordre de 8 Mm³ dans le sous-bassin de la Seudre moyenne. Les mêmes calculs réalisés sur les consommations de l'année 2002 conduiraient à estimer le volume consommé à partir de prélèvements en rivière et nappe d'accompagnement à 6,3 Mm³.

Ces deux années donnent une fourchette permettant d'évaluer les besoins en étiage quinquennal sec. Notons toutefois que ces chiffres ne sont pas complètement représentatifs de la situation actuelle de l'irrigation de ce bassin car il y a eu, ces dernières années, une importante baisse des autorisations accordées.

NB : Les différents tableaux donnant la répartition, par sous-bassin et type de ressource, des volumes autorisés ou consommés pour différentes années ont été rassemblés sur une même feuille jointe en annexe 2.

4.3.2- Reconstitution des prélèvements théoriques

Les besoins agricoles sont déterminés de façon indirecte en croisant les besoins des plantes (compte-tenu de l'assolement, de la pédologie et des conditions climatiques) et les surfaces irriguées. Les surfaces irriguées retenues dans le cadre de l'étude CACG 2005 et pour le bassin de la Seudre moyenne (4 500 ha) sont alors converties en besoins d'irrigation au pas de temps décadaire au moyen de la relation classique suivante :

BESOIN TOTAL POUR L'IRRIGATION = BUT x SI x Coefficient comportemental

BUT : besoin unitaire théorique des plantes déterminé à partir de l'assolement (au travers des coefficients culturaux K_c), de la pédologie (RFU, réserve facilement utilisable) et des conditions climatiques (ETP, évapotranspiration et P, la pluie) avec $BUT = K_c \times ETP - (P + RFU)$

SI : surface irriguée

Le coefficient comportemental tient compte de la conduite technique des apports d'eau (niveau d'équipement des irrigants) et des conditions économiques : l'apport d'eau peut en effet, pour ces raisons, être différent du BUT. C'est ce que l'on observe lorsque l'on cherche à reconstituer les prélèvements du passé : ce coefficient a eu tendance à augmenter au fil du temps, pour tendre vers une valeur proche de 1. En général, nous réalisons des bilans besoins-ressources en tenant compte du niveau de prélèvement actuel et donc en appliquant un coefficient comportemental de 1. C'est à nouveau cette valeur que nous proposons d'adopter ici, tout en gardant à l'esprit ses limites : dans la réalité, on observe que l'apport d'eau s'effectue généralement à hauteur du BUT pour les années moyennes, mais cela est moins vrai pour les années sèches, l'apport d'eau étant généralement inférieur au BUT. Ainsi, selon une étude réalisée par la CACG en 2001 dans le département des Landes, l'apport s'effectue généralement à hauteur de 100% du BUT en année moyenne, mais en année sèche les consommations plafonnent à des valeurs inférieures aux besoins théoriques. Cependant, l'application d'une valeur d'écrêtement dans nos calculs de bilan nous permet de tenir compte de ce plafonnement des apports.

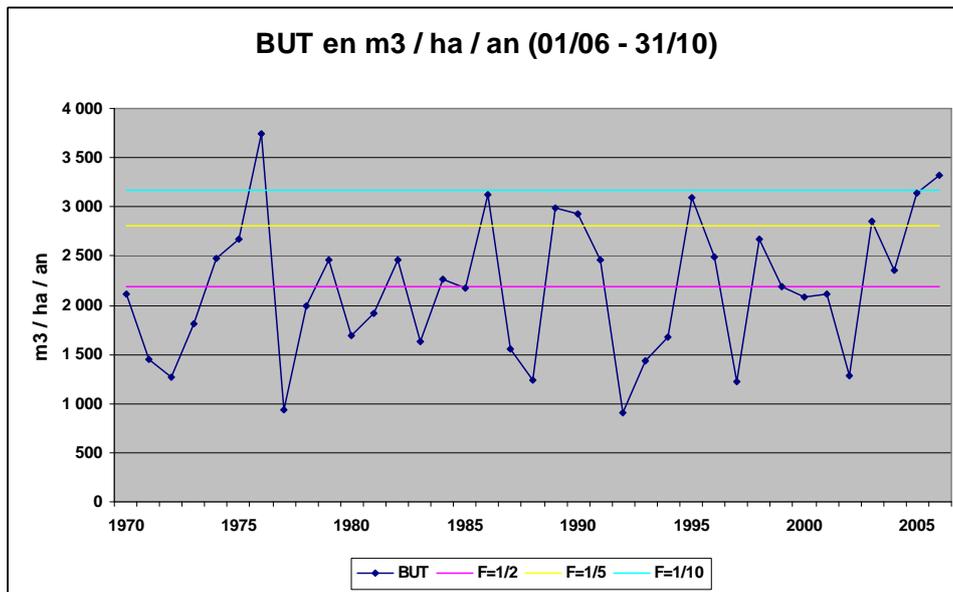
Dans le bassin de la Seudre moyenne, l'assolement retenu dans l'étude CACG de 2005 est le suivant :

- Maïs : 88% ;
- Orge : 10% ;
- Protéagineux : 2%.

Même si l'assolement a pu évoluer depuis, c'est probablement à la marge et sans impact significatif sur le calcul des besoins unitaires théoriques.

L'analyse des BUT montre que le besoin en année moyenne est de l'ordre de 2 200 m³/ha. Il passe à **2 800 m³/ha en année quinquennale sèche** et à près de 3 200 m³/ha en année décennale sèche (cf. Figure 4).

Figure 4 : chronique des besoins unitaires théoriques sur la Seudre moyenne



5- CALCUL DES VOLUMES PRELEVABLES POTENTIELS NATURELS

5.1- Définition des périodes d'études

Les calculs ont été réalisés sur 7 périodes distinctes :

- La période d'étiage comprise entre le 1^{er} juin et le 31 octobre ;
- Chacun des mois de juin, juillet, août, septembre et octobre ;
- La période d'irrigation définie comme étant la période moyenne au cours de laquelle s'expriment 90% des besoins en eau d'irrigation, lesquels dépendent des cultures irriguées, des caractéristiques pédologiques et des conditions climatiques ; cette période a été déterminée à partir de l'analyse des besoins en eau des plantes⁵ et sont présentées dans le Tableau 18.

Tableau 18 : définition de la période d'irrigation moyenne

Nom de l'unité de gestion	Date moyenne de début de la campagne	Date moyenne de fin de la campagne
Seudre	8-juin	19-août

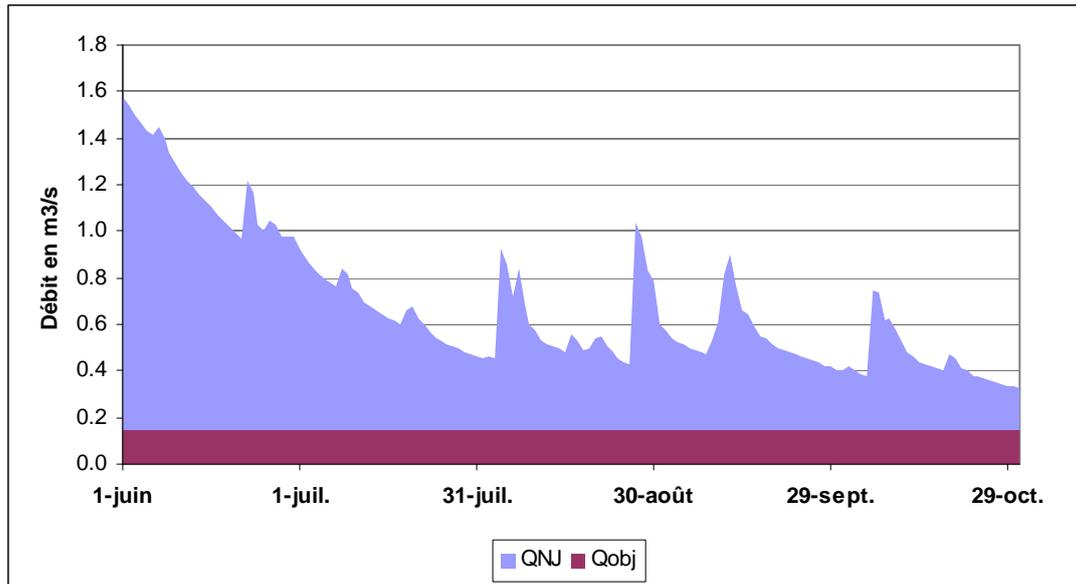
On constate que 90% des besoins d'irrigation s'expriment en moyenne sur une période comprise entre le 8 juin et le 19 août et qu'elle dure donc en moyenne 70 jours.

5.2- Détermination du volume prélevable potentiel naturel

Ce volume prélevable potentiel naturel **VppNat** s'obtient en intégrant la différence **QNJ-Qobj** au niveau du point de contrôle aval du 01/06 au 31/10 de chaque année de la période 1970-2006 (Cf. Figure 5) : il représente *a priori* les volumes naturels disponibles entre juin et octobre pour satisfaire les usages anthropiques (AEP, irrigation).

⁵ Les besoins en eau des plantes ont été déterminés par ailleurs, au pas de temps décadaire, lors de l'étude CACG 2005

Figure 5 : débit naturel (QNJ) et débit objectif (Qobj)



La première étape consiste donc à calculer l'ensemble des VppNat journaliers sur la chronique disponible puis de convertir ces débits en volumes au pas de temps mensuel ou annuel (*i.e.* entre les mois de juin et octobre inclus).

La dernière étape consiste à conduire une analyse statistique sur les chroniques disponibles pour faire apparaître les grandeurs caractéristiques intéressantes pour la gestion : minimum, maximum, moyenne, valeur quinquennale sèche.

5.2.1- Calculs algébriques

Cette approche QNJ – Qobj a été réalisée :

- Pour le bassin situé en amont de Saujon :
 - Avec un débit objectif de 150 L/s ;
 - Avec un débit objectif de 100 L/s ;
- Pour le bassin situé en amont de Saint-André-de-Lidon avec un débit objectif de 100 L/s.

Les résultats bruts synthétiques sont présentés dans le Tableau 19 (Cf. aussi les annexes pour le détail des chroniques de chaque année).

Tableau 19 : volumes prélevables potentiels naturels par unité de gestion (tous usages)

Nom du bassin		Etiage	Juin	Juillet	Août	Sept.	Octobre	Période d'Irrigation
Amont Saujon Qobj = 150 L/s	moy	9,49	2,79	1,86	1,14	1,02	2,69	4,65
	min	1,58	0,00	0,04	0,01	0,10	0,19	0,04
	max	24,85	8,50	8,67	3,64	3,52	12,60	17,91
Amont Saujon Qobj = 100 L/s	moy	10,15	2,92	1,99	1,27	1,15	2,82	4,96
	min	2,24	0,04	0,11	0,07	0,23	0,32	0,17
	max	25,51	8,63	8,80	3,78	3,65	12,74	18,23
Amont St-André Qobj = 100 L/s	moy	4,63	1,69	0,99	0,55	0,42	0,97	2,57
	min	0,72	0,00	0,00	0,00	0,05	0,16	0,00
	max	10,78	5,19	3,68	1,60	1,41	4,77	7,83

5.2.2- Analyse statistique

L'étape suivante consistait à déduire de ces chroniques par période une valeur représentative des années quinquennales sèches.

Pour cela, nous avons cherché des lois statistiques permettant de représenter nos « échantillons expérimentaux » le mieux possible pour les fréquences les plus faibles. Le plus souvent, c'est une loi polynomiale de degré 5 qui a permis de déduire la valeur quinquennale sèche mais nous avons également pu avoir recours à une loi polynomiale de degré 3. Dans quelques cas particulier pour lesquels les VppNat à basse fréquence étaient très faibles, nous avons déduit la valeur quinquennale sèche des fréquences expérimentales observées faute de pouvoir représenter notre échantillon par une loi statistique adaptée.

Il résulte de cette analyse les résultats présentés dans le Tableau 20.

Ce tableau présente les volumes quinquennaux secs déterminés pour chacune des sept périodes d'étude. Il convient de noter que les valeurs mensuelles ont été réévaluées au prorata de leur poids dans la série initiale calculée (colonnes « init. » et « taux » dans le Tableau 20) afin d'obtenir une somme des VppNat mensuels égale au volume disponible sur toute la période d'étiage (colonne « Global » dans le Tableau 20). La valeur finale proposée pour chaque mois est donc celle de la colonne « cor. » dans le Tableau 20.

Tableau 20 : volumes prélevables potentiels naturels de fréquence quinquennale sèche par unité de gestion (tous usages)

Valeurs en Mm3	Juin			Juillet			Août			Septembre			Octobre			Etiage Juin/oct		Période irrigation
	init.	Tx	cor.	init.	Tx	cor.	init.	Tx	cor.	init.	Tx	cor.	init.	Tx	cor.	Σ Init.	Global	
Amont Saujon - Qobj = 150 L/s	0,79	25%	1,06	0,72	23%	0,98	0,59	18%	0,79	0,53	17%	0,71	0,58	18%	0,78	3,21	4,32	1,80
Amont Saujon - Qobj = 100 L/s	0,93	24%	1,18	0,86	22%	1,10	0,73	19%	0,93	0,66	17%	0,84	0,71	18%	0,91	3,88	4,95	2,13
Amont St-André - Qobj = 100 L/s	0,39	27%	0,50	0,31	22%	0,40	0,26	18%	0,32	0,22	16%	0,28	0,25	17%	0,31	1,43	1,81	0,76

5.2.3- Commentaires sur les résultats

Le volume potentiel prélevable naturel est compris entre 4,3 et 5 Mm³ en amont de Saujon selon le débit objectif retenu pour la période d'été. Il n'est que de 2 Mm³ en amont de Saint-André-de-Lidon.

Sur la seule période d'irrigation, les résultats sont beaucoup plus faibles puisqu'ils varient de 0,8 Mm³ en amont de Saint-André-de-Lidon à une fourchette comprise entre 1,8 et 2,1 Mm³ en amont de Saujon (ce qui montre que la marge de manœuvre sur le débit objectif devant être retenu pour Saujon n'est pas très importante).

Il faut conserver à l'esprit que cette approche ne permet pas de tenir compte du fait que les prélèvements actuels sont en majorité concentrés en nappe. L'approche complémentaire présentée dans le paragraphe suivant permet de résoudre ce problème.

6- APPROCHE COMPLEMENTAIRE PAR UN MODELE PLUIE-DEBIT

Pour le bassin de la Seudre, la CACG a développé un modèle pluie-débit simulant le couplage très fort entre les écoulements superficiels et souterrains. Le modèle permet d'intégrer le fait que les prélèvements sont réalisés en nappe et que leur effet sur le débit de la Seudre est décalé dans le temps et amorti (un prélèvement en nappe équivaut à un prélèvement moindre en rivière).

Le modèle permet de déterminer les volumes d'eau nécessaires au pas de temps journalier à la satisfaction de l'ensemble des usages, y compris les consignes de débits. En particulier, les besoins agricoles sont déterminés, pour chaque région agricole et chaque pas de temps, à partir des besoins unitaires théoriques des cultures (BUT) évoqués au paragraphe 0 et des surfaces irriguées, le tout plafonné par une valeur d'écrêtement annuelle (en m³/ha). Ces volumes nécessaires sont confrontés aux ressources naturelles ce qui permet de calculer un déficit en eau dès que celles-ci sont inférieures aux besoins.

Nous proposons donc de définir le volume agricole prélevable V_p comme le facteur « **SI actuelle X Valeur d'écrêtement** » tel que la valeur d'écrêtement en question rende le déficit de fréquence quinquennale négligeable. Pour déterminer cette valeur, nous proposons de simuler plusieurs scénarios avec des niveaux d'écrêtement variables.

Ce modèle permet non seulement de **tenir compte de la répartition dans le temps des ressources et des besoins** mais également **d'intégrer le fait que les prélèvements en nappe ont une influence différée et amortie sur les écoulements superficiels**.

6.1- Description des simulations

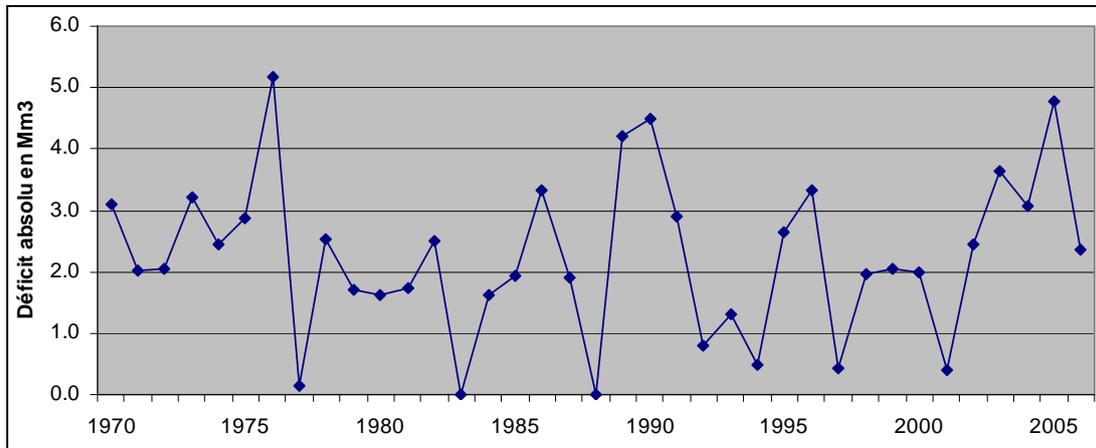
En procédant à plusieurs simulations qui ne varient que par le niveau d'écrêtement des prélèvements agricoles, on construit des courbes permettant de décrire comment évolue le déficit en fonction du niveau d'écrêtement.

6.1.1- Préambule sur l'obtention des résultats et les valeurs statistiques prises en compte

Des chroniques de déficits sont calculées à chacune des simulations : on parle de déficits « absolus », à partir desquels sont ensuite réalisées des analyses statistiques.

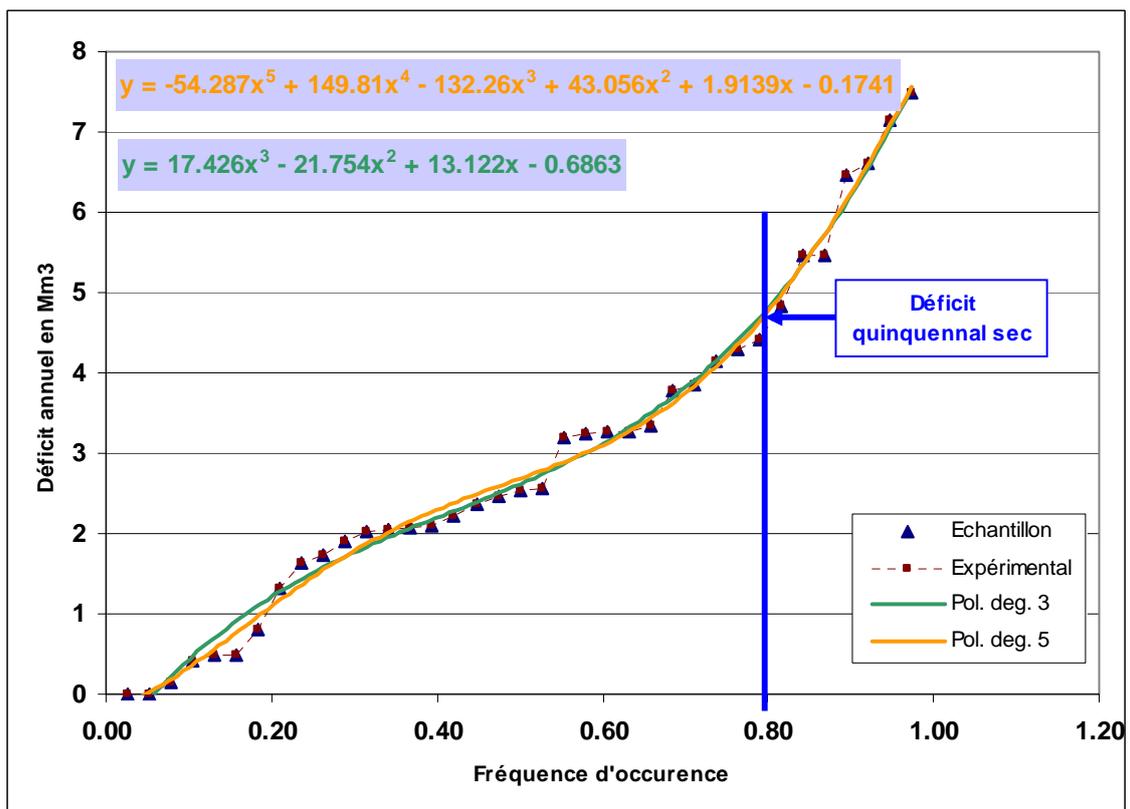
Cette démarche est illustrée pour l'une des simulations réalisées pour la Seudre en amont de Saujon avec un débit objectif de 150 L/s. Les premiers résultats sont les déficits absolus de chaque année de la chronique, tels qu'illustrés par la Figure 6.

Figure 6 : chronique de déficits absolus entre juin et octobre pour la Seudre en amont de Saujon avec un débit objectif de 150 L/s (écrêtement à 2 000 m³/ha)



A partir de cette chronique, on recherche alors un ajustement statistique permettant de décrire au mieux l'échantillon expérimental autour de la fréquence quinquennale sèche (cf. Figure 7).

Figure 7 : exemple d'ajustement statistique sur une chronique de déficits



6.1.2- Recherche des volumes d'écrêtement correspondant à un déficit négligeable

Les scénarios sont simulés avec un niveau d'écrêtement croissant (entre 0 et 3 000 m³/ha/an) afin de caractériser l'évolution du déficit en fonction des prélèvements agricoles. L'objectif est de déterminer le niveau d'écrêtement qui annule le déficit quinquennal sec.

6.2- Présentation des hypothèses

Dans un souci de cohérence avec l'étude de 2005, la plupart des hypothèses prises en compte dans les bilans précédents ont été conservées. Les différences portent sur les valeurs d'écrêtement variables selon les simulations. Les différentes hypothèses sont détaillées ci-après.

6.2.1- Hypothèse sur les surfaces irriguées, prélèvements AEP et industriels, rejets

Les bilans besoins-ressources réalisés ont tenu compte d'une hypothèse unique sur les surfaces irriguées, les prélèvements AEP et industriels et les rejets associés : il s'agit des données ressortant de l'analyse des besoins telle que présentée au § 4.

6.2.2- Hypothèses de comportement et de valeurs d'écrêtement des prélèvements agricoles

Dans toutes les simulations, compte tenu de ce qui a été exposé au § 4, le coefficient comportemental a été pris égal à 1.

Par contre, et c'est là tout le fondement de notre méthode, nous avons fait varier la valeur d'écrêtement d'irrigation à chacune des simulations (entre 0 et 3 000 m³/ha). C'est finalement le seul paramètre qui varie d'une simulation à l'autre, toutes les autres hypothèses étant fixes. Ainsi à chaque simulation correspond une combinaison de valeurs d'écrêtement sur le bassin de la Seudre en amont de Saujon.

6.2.3- Hypothèses sur les débits objectifs

Deux groupes de scénarios ont été étudiés pour l'unité de gestion en amont de Saujon :

- Un groupe avec un débit objectif fixé à 150 L/s ;
- Un groupe avec un débit objectif fixé à 100 L/s.

6.2.4- Période de calcul des déficits

Les calculs de déficit sont effectués chaque année sur la période comprise entre le **1^{er} Juin et le 31 Octobre**, soit **22 semaines** environ.

6.2.5- Synthèse des hypothèses, données d'entrée et paramètres de calcul

En résumé, les données d'entrée et hypothèses de calcul à retenir sont les suivantes :

- **Ressources** : débits naturels reconstitués sur la période 1970-2006 ;
- **Prélèvements et rejets** :
 - Besoins AEP estimés dans l'étude de 2005 et rejets associés ;
 - Prélèvements industriels nuls ;

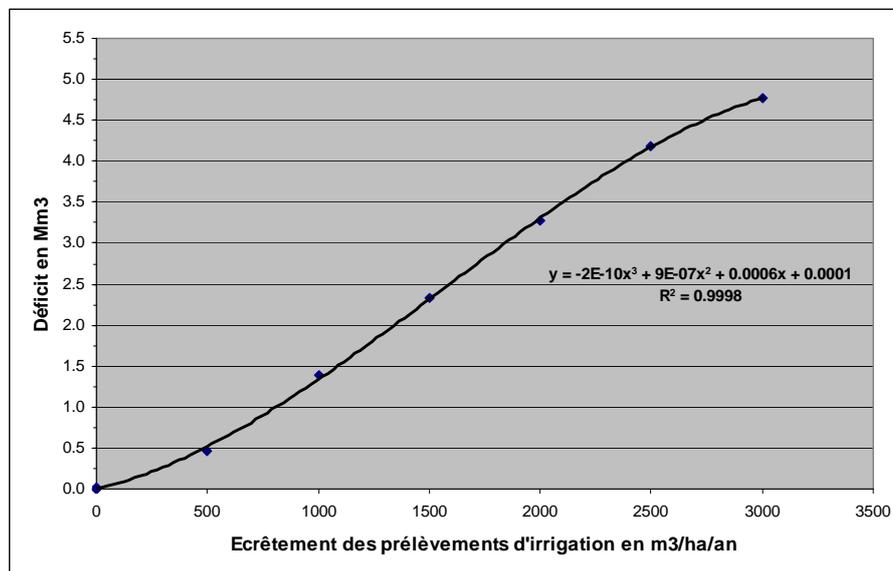
- Irrigation :
 - Surfaces irriguées correspondant aux conclusions de l'étude de 2005, complétées par les données 2009 fournies par la DDAF ;
 - Volumes d'écrêtement des prélèvements agricoles variables selon les simulations ;
- Période de calcul des déficits : du 01/06 au 31/10 de chaque année, d'après les données hydrologiques et climatologiques de la période 1970-2006.

6.3- Volumes prélevables par l'irrigation

Nous présentons dans ce paragraphe les conclusions de l'étude concernant les volumes prélevables pour l'agriculture. Ces résultats sont systématiquement comparés aux conclusions de l'étude 2005 pour démontrer la cohérence des ordres de grandeur entre eux ou expliquer les écarts obtenus.

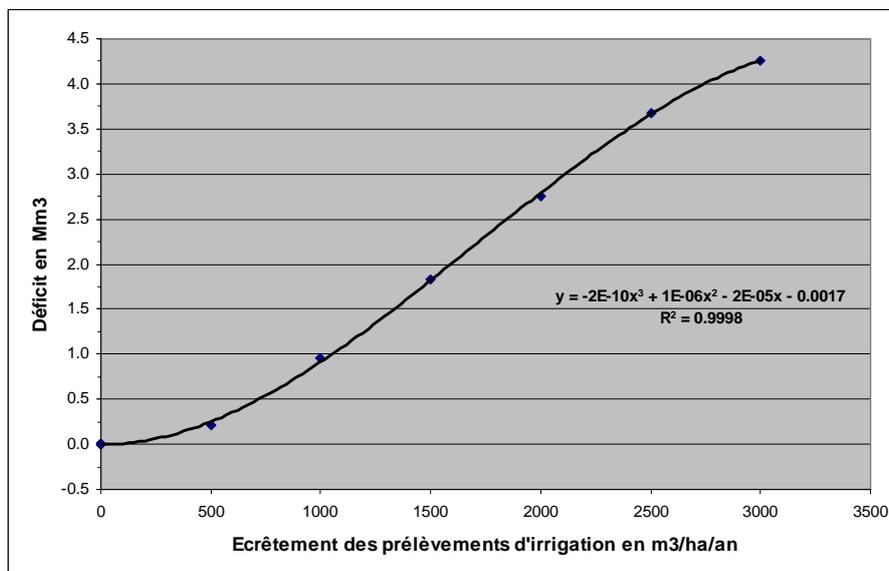
Pour chaque hypothèse (sur le débit objectif), le volume prélevable proposé (et le niveau d'écrêtement associé) concerne les prélèvements en rivière et en nappe d'accompagnement sans distinction sur l'origine de la ressource (sachant que les prélèvements sont majoritairement effectués en nappe).

6.3.1- Résultats pour un débit objectif de 150 L/s



Dès que le niveau d'écrêtement est positif, le déficit commence à augmenter et la satisfaction du débit objectif n'est plus garantie 4 années sur 5. Par conséquent, un débit objectif de 150 L/s conduirait à un volume prélevable par l'irrigation égal à 0.

6.3.2- Résultats pour un débit objectif de 100 L/s



On constate que quelques prélèvements agricoles sont possibles avec cet objectif revu à la baisse. La courbe de régression calée sur les points expérimentaux montre que jusqu'à 110 m³/ha/an, le déficit est inférieur à 10 000 m³, ce qu'on peut considérer comme négligeable au regard des incertitudes statistiques d'une part et des imprécisions liées à la reconstitution des débits naturels. Dans ces conditions, le volume prélevable par l'irrigation serait de 0,5 Mm³ entre le 1^{er} juin et le 31 octobre.

Ainsi, en testant un objectif moins ambitieux (mais également non cohérent avec l'actuel DOE), le résultat diffère peu en terme de volume prélevable.

6.3.3- Comparaison avec les résultats de l'étude 2005

Les déficits calculés en amont de Saujon dans l'étude 2005 sont basés sur la prise en compte des besoins agricoles non écrêtés. En fréquence quinquennale sèche, ils étaient :

- De 4,6 Mm³ pour un débit objectif de 150 L/s ;
- De 4,1 Mm³ pour un débit objectif de 100 L/s.

On peut comparer directement ces résultats à ceux de la présente étude en s'intéressant aux scénarios où le niveau d'écrêtement est de 3 000 m³/ha car on n'écrête alors que des prélèvements en année plus sèche que l'année quinquennale sèche (puisque le BUT quinquennal sec est de l'ordre de 3 000 m³/ha) ; le déficit quinquennal sec n'est donc pas affecté. On constate alors que les valeurs sont tout à fait cohérentes puisque la présente étude conduit à des déficits quinquennaux secs :

- De 4,8 Mm³ pour un débit objectif de 150 L/s ;
- De 4,3 Mm³ pour un débit objectif de 100 L/s.

Les légères différences peuvent s'expliquer par le traitement statistique de deux échantillons de tailles différentes (on a inclus les années 2005 et 2006 dans la présente étude).

7- SYNTHESE SUR LES VOLUMES PRELEVABLES

Dans le paragraphe précédent, nous avons présentés les résultats des volumes prélevables pour l'irrigation. Le Tableau 21 synthétise ces conclusions.

Tableau 21 : synthèse des volumes prélevables pour l'irrigation (1^{er} juin – 31 octobre)

Nom de l'unité de gestion	Vp Irrigation (Mm ³)
Amont Saujon - Qobj = 150 L/s	0
Amont Saujon - Qobj = 100 L/s	0,5

En intégrant ces résultats aux besoins AEP, on détermine les volumes prélevables initiaux pour chaque usage : le Tableau 22 présente cette répartition. Les besoins industriels étant très inférieurs aux volumes des besoins eau potable et irrigation et compte tenu des rejets correspondants (environ 93% des prélèvements), leur impact sur les ressources du bassin est considéré comme négligeable et un volume prélevable correspondant aux besoins leur est affecté.

Tableau 22 : synthèse des volumes prélevables initiaux pour chaque usage (1^{er} juin - 31 octobre)

Nom de l'unité de gestion	AEP Mm ³	INDUSTRIE Mm ³	IRRIGATION Mm ³	TOTAL Mm ³	Rappel approche VppNat Mm ³
Amont Saujon - Qobj = 150 L/s	2,7	0,01	0	2,7	4,3
Amont Saujon - Qobj = 100 L/s	2,7	0,01	0,5	3,2	4,9

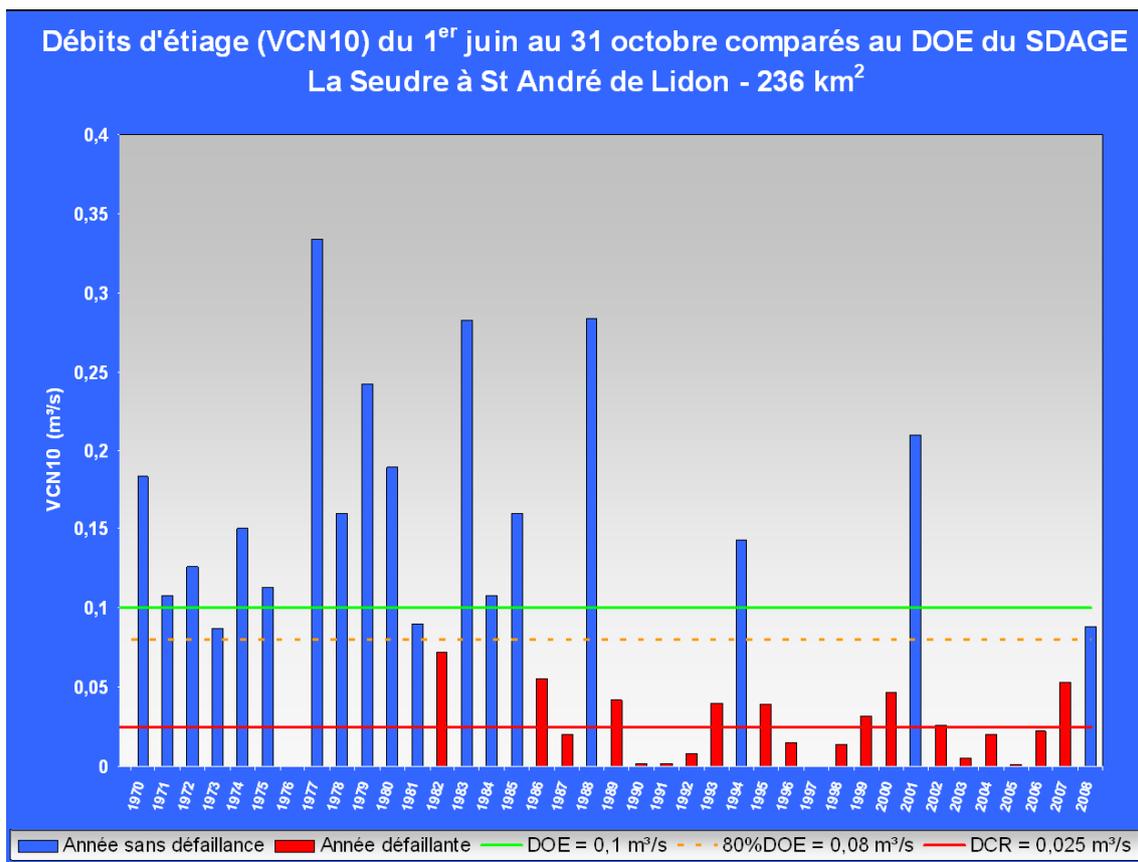
Commentaires

A première vue, l'approche VppNat permettrait de dégager un volume prélevable pour l'agriculture plus important que dans l'approche modèle « pluie-débit ». Cela serait exact si tous les prélèvements avaient lieu en rivière ; ou ils ont lieu en nappe et leurs effets se prolongent en septembre et octobre ; donc pour assurer les débits objectifs de septembre et octobre, il faut prélever moins en juillet – août que ce qui semble disponible. C'est ce que traduisent les résultats issus du modèle pluie-débit.

De plus, l'analyse des statistiques de débits naturels (cf. paragraphe 3) montre que les marges de manœuvre sont étroites une fois les besoins AEP satisfaits. Ainsi (pour un débit objectif de 150 L/s à Saujon), le débit moyen mensuel naturel de fréquence quinquennale sèche est de l'ordre de 370 L/s en Août. En considérant le besoin AEP de 200 L/s (qui a une influence de l'ordre de 120 L/s sur le débit avec un coefficient d'amortissement de 0,6), on peut constater que la marge théorique pour des prélèvements complémentaires est très étroite (de l'ordre de $370 - 150 - 120 = 100$ L/s). Si l'on s'intéresse au VCN30 qui traduit la période la plus tendue en matière de ressources, la conclusion est encore plus nette puisqu'il n'est que de 260 L/s en fréquence quinquennale sèche.

On comprend dès lors que les prélèvements agricoles sont quasiment impossibles une fois satisfaits les besoins environnementaux et les prélèvements AEP. Pour s'en convaincre définitivement, on peut analyser les données de VCN10 déterminés chaque année à Saint-André-de-Lidon en les comparant aux débits objectifs fixés par le SDAGE (Figure 8) : on se rend compte que les années récentes (1985-2008), caractérisées par une forte présence de l'irrigation, sont quasiment systématiquement défaillantes en termes de respect des objectifs. En revanche, les années antérieures, et notamment celles où l'irrigation n'était quasiment pas présente (avant 1980), sont beaucoup plus souvent respectueuses de ces objectifs.

Figure 8 : débits d'été (VCN10) du 1er juin au 31 octobre à Saint-André-de-Lidon



Par construction, les volumes prélevables initiaux proposés pour l'industrie et l'eau potable correspondent aux besoins actuels, estimés respectivement à partir des consommations de l'année 2007 et de la consommation maximale de la période 2002-2007.

Concernant l'irrigation, nous fournissons dans le tableau suivant, à titre de comparaison, une synthèse des volumes prélevables issus de la présente étude dans l'hypothèse d'un débit objectif de 150 l/s à Saujon, comparés aux volumes actuellement autorisés (autorisation 2009) et à ceux prélevés pendant des étiages proches d'un étiage quinquennal sec (2002 et 2003).

NB : Les années 2002 et 2003 sont intéressantes car elles s'approchent d'étiages quinquennaux secs, mais elles ne sont vraisemblablement plus tout à fait représentatives de l'irrigation d'aujourd'hui sur ce bassin, les volumes autorisés ayant nettement diminué ces dernières années.

Tableau 23 : comparaison des volumes prélevables initiaux pour l'irrigation aux volumes autorisés actuels et aux volumes prélevés en 2002 et 2003 (rivières et nappe d'accompagnement)

Sous-bassin	Vp initiaux Mm ³	Volumes autorisés en 2009 Mm ³	Volumes prélevés en 2002 Mm ³	Volumes prélevés en 2003 Mm ³
Seudre amont	?	0	0	0
Seudre moyenne	0	6,53	6,26	8,07
Seudre aval	?	2,45	2,24	2,89

NB : Pour mémoire, rappelons que, hors rivières et nappe d'accompagnement, les volumes autorisés 2009, prélevés 2002 et prélevés 2003 sont respectivement de 2,84 Mm³, 3,26 Mm³ et 4,2 Mm³.

8- ANNEXES

ANNEXE 1 : Bibliographie et extraits de rapports

ANNEXE 2 : Données de travail et données élaborées

ANNEXE 1

BIBLIOGRAPHIE ET EXTRAITS DE RAPPORTS

BIBLIOGRAPHIE

1. Bassin de la Seudre – Etudes hydrauliques pour l'amélioration de l'étiage – Association syndicale autorisée des irrigants de Saintonge Centre – Rapport de Phase I – CACG – Avril 2005
2. Recherche d'indicateurs piézométriques pour la gestion des prélèvements en nappe – Phase 1 : Bassins de la Dive du Nord, du Clain, de la Sèvre-Niortaise, de la Boutonne et de la Seudre – DIREN Poitou-Charente – BRGM – Septembre 2007

Extraits du rapport

**Bassin de la Seudre – Etudes hydrauliques pour l'amélioration de l'étiage
– Association syndicale autorisée des irrigants de Saintonge Centre –
Rapport de Phase I – CACG – Avril 2005**

**ASSOCIATION SYNDICALE AUTORISEE
DES IRRIGANTS DE SAINTONGE CENTRE (17)**

**BASSIN DE LA SEUDRE
ETUDES HYDRAULIQUES
POUR L'AMELIORATION DE L'ETIAGE**



La Seudre à St André de Lidon

RAPPORT DE PHASE I

AVRIL 2005

- que le chiffre affecté à l'AEP est une valeur moyenne, correspondant à la différence prélèvements-rejets (cf. § 5.4).

Tableau 10 - Récapitulatif des prélèvements influents actuels pris en compte par sous-bassin		
	St-André-de-Lidon	Saujon
Irrigation (SI en ha)	1 650	4 500
AEP (prélèvement-rejet) (en m³/j)	0	17 500

6.3.2 – Les besoins unitaires théoriques des cultures (BUT)

Les besoins unitaires théoriques représentent la quantité d'eau qu'il faudrait apporter à la plante en plus des apports naturels (pluie) pour arriver à une production maximale de matière sèche. Ils ne représentent pas forcément ce que l'agriculteur consomme, puisque l'apport d'eau par irrigation dépend de contraintes matérielles, législatives (restrictions, tours d'eau), de la conduite technique des apports d'eau (prévision des besoins en avenir incertain et ajustement des doses pouvant conduire à des apports insuffisants ou excessifs) et des conditions économiques.

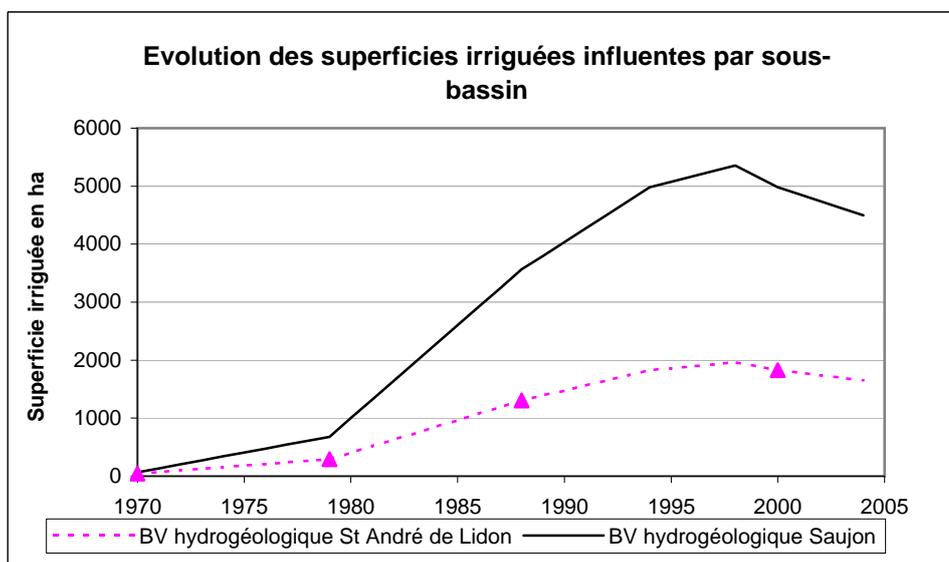
Le besoin unitaire théorique se calcule d'après la formule de Penman au pas de temps décadaire :

$$\text{BUT} = kc \text{ ETP} - \text{Pluie} - \text{RFU}$$

où :

- l'ETP de Penman est une donnée météorologique standard d'évaporation ... qui, multipliée par le coefficient cultural kc , permet d'obtenir l'évapotranspiration correspondant à l'assolement du bassin considéré,
- la pluie doit être représentative de la pluviométrie du bassin considéré,
- la RU correspond à la réserve utilisable en eau du sol par la plante. On distingue la RFU (Réserve Facilement Utilisable) que l'on estime à environ 2/3 de la RU.

Année	Superficie Irriguée influente en ha	
	BV hydrogéologique St André de Lidon	BV hydrogéologique Saujon
1970	47	67
1971	74	135
1972	101	203
1973	128	271
1974	155	339
1975	182	407
1976	209	475
1977	236	543
1978	263	611
1979	290	680
1980	403	1000
1981	515	1321
1982	628	1641
1983	740	1962
1984	853	2282
1985	965	2603
1986	1078	2924
1987	1190	3244
1988	1303	3565
1989	1390	3801
1990	1477	4037
1991	1564	4272
1992	1651	4508
1993	1738	4744
1994	1825	4980
1995	1859	5074
1996	1894	5167
1997	1928	5261
1998	1963	5355
1999	1894	5167
2000	1825	4980
2001	1781	4860
2002	1737	4740
2003	1693	4620
2004	1649	4499



Les marques triangulaires correspondent aux années des RGA

6.3.2.1 – Réserve Utile des Sols

Dans une étude réalisée en 1999 par la CACG sur la région Poitou-Charente⁽¹⁾, la RU retenue pour le bassin de la Seudre à St-André-de-Lidon a été de 110 mm, compte tenu d'études IGCS⁽²⁾ et d'expertises locales.

Les valeurs annoncées par la Chambre d'Agriculture sont voisines de 90 à 100 mm.

Dans la présente étude, pour le calcul des besoins, nous avons conservé la valeur RU = 110 mm.

6.3.2.2 – Soles irriguées et coefficients culturaux

Nous avons vu au § 4.2.3 que la répartition des surfaces fournies par la Chambre d'Agriculture sur la base des déclarations PAC (et donc hors cultures spéciales qui représentent près de 800 ha irrigués en 2004 sur le bassin de la Seudre) est la suivante :

- 88% maïs,
- 10% orge,
- 2% protéagineux.

Une adaptation mineure que nous avons choisi d'adopter consiste à réaffecter les surfaces en maraîchage, tabac, ... (cultures spéciales), qui sont des cultures non décrites du point de vue des coefficients culturaux, vers des cultures connues (ici maïs, orge, protéagineux) au prorata des surfaces occupées par ces dernières.

L'assolement indiqué ci-dessus est donc celui que nous avons retenu pour les calculs.

L'orge est en place de début Novembre à fin Juin, avec une consommation maximale de début Avril à début Juin, soit une période pendant laquelle les ETP sont relativement basses. Le poids de l'orge sera donc marginal dans les bilans puisque d'une part elle est peu représentée et que d'autre part les besoins unitaires sont faibles.

Le pois est en place d'Avril à fin Mai, avec des ETP moyennes. Il aura donc, pour les mêmes raisons que l'orge, un faible poids dans les bilans.

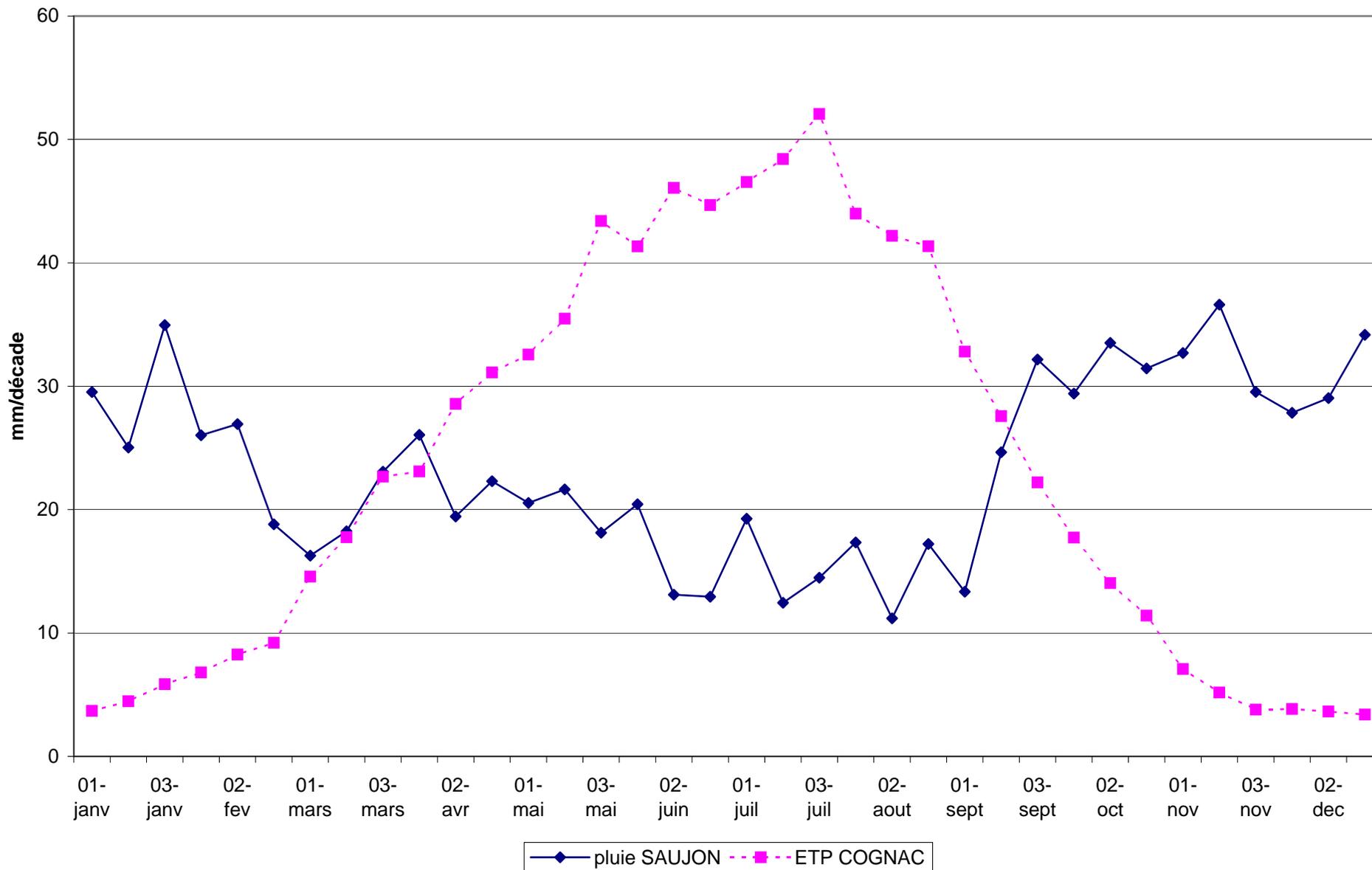
Le maïs par contre aura un poids prédominant dans les bilans, puisqu'il est en place de début Mai à fin Septembre, avec un pic de consommation (fin Juillet – début Août) coïncidant avec la période où l'ETP est maximale, et qu'il représente la plus grande part des surfaces irriguées (près de 90%).

Les valeurs décadaires des coefficients culturaux sont indiquées sur la planche 16 jointe plus loin et récapitulant les hypothèses et résultats.

(1) « Evaluation des ressources en eau et des besoins pour l'agriculture en Poitou-Charentes », CACG, mars 1999 pour le compte de la région Poitou-Charentes.

(2) Inventaire, Gestion et Conservation des Sols.

Hauteurs de pluie décadaires moyennes à Saujon et ETP moyenne décadaire à Cognac sur la période 1970-2004



Pour le maïs, nous avons dans un premier temps effectué l'ensemble des calculs avec les coefficients culturaux que nous utilisons classiquement et qui sont les mêmes que ceux de l'étude CACG 1999. Les courbes de prélèvement obtenues par ce biais conduisaient à des courbes de débits reconstitués (= débits naturels + influences) un peu différentes des courbes de débits mesurés à St-André-de-Lidon. Nous observons en particulier un décalage dans le temps de la baisse des débits correspondant au démarrage des irrigations.

Nous avons donc refait les calculs avec des coefficients culturaux du maïs avancés de 2 décades. Les résultats obtenus sont nettement plus cohérents avec les observations. Nous avons donc choisi d'adopter pour notre étude cette série « calée » de coefficients culturaux du maïs.

6.3.2.3 – Données climatiques

Le calcul des BUT s'effectue au pas de temps décadaire. Les données climatiques nécessaires sont donc des données décadaires.

Les stations retenues sont :

- pour la pluie : la station de Saujon (station Météo-France n°17421001 créée en 1948),
- pour l'ETP : la station de Cognac (station Météo-France n°160 89001 créée en 1994).

Nous reviendrons plus en détail sur le choix de la station de Saujon au moment du choix à effectuer pour le modèle pluie-débit proprement-dit (cf. § 6.3.3).

Il manque sur cette station des données de pluie en 1980 (Janvier, Mars, Juillet, Août, Octobre) en 1981 (Juin), en 1982 (Janvier) et en 1989 (Septembre).

Pour compléter la série, nous avons donc recherché une corrélation entre les pluies décadaires de Saujon et de Saintes qui a donné la relation suivante :

$$P \text{ Saujon} = 0.945 P \text{ Saintes} (R^2 = 0.84)$$

Les graphiques de corrélation sont fournis en annexe.

Les données manquantes de Saujon ont été reconstituées à partir de cette relation appliquée aux données de Saintes.

Le graphique joint sur la planche 15 présente les valeurs décadaires moyennes sur la période de 1970-2004.

6.3.2.4 – Résultats

La planche 16 récapitule les hypothèses retenues pour le calcul des BUT et les résultats obtenus.

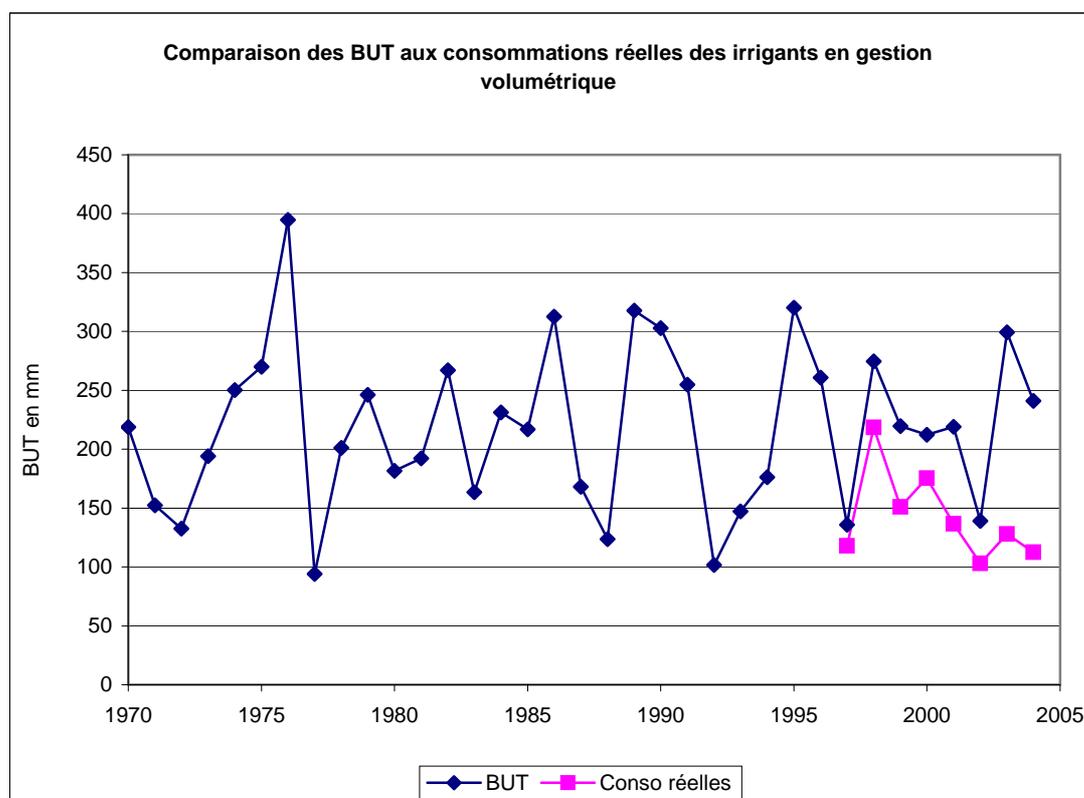
Sur le graphique des besoins unitaires théoriques annuels, ont également été reportés les besoins calculés en 1999 par la CACG, et ceux calculés pour la période 1988 à 1994 dans le cadre d'une étude DDAF datant de 1997⁽¹⁾. Cette comparaison nous a permis de vérifier la cohérence des nouveaux résultats.

La chronique a été traitée statistiquement (loi de Gauss) pour évaluer les besoins en année moyenne, quinquennale sèche et décennale sèche.

On peut retenir que les besoins unitaires théoriques s'élèvent à environ :

- 2 200 m³/ha en année moyenne,
- 2 800 m³/ha en année quinquennale sèche,
- 3 100 m³/ha en année décennale sèche.

Pour les années récentes, on peut comparer les valeurs de BUT aux consommations réelles des irrigants ayant adhéré à la gestion volumétrique et on constate que l'apport réel est inférieur aux BUT calculés et ne représente que 40% (année 2003) à 90% du besoin. Ceci est lié, au moins en partie, aux restrictions (années 2003 et 2004 notamment).



⁽¹⁾ Etude Lionel SARDIER DDAF 17, 1997, dont les résultats figurent sur des documents de synthèse émanant de la Chambre d'Agriculture.

Hypothèses :

RU = 110 mm
RFU = 80 mm

Pluie = Saujon
ETP = Cognac

Assolement	Maïs	Orge	Protéagineux
	88%	10%	2%

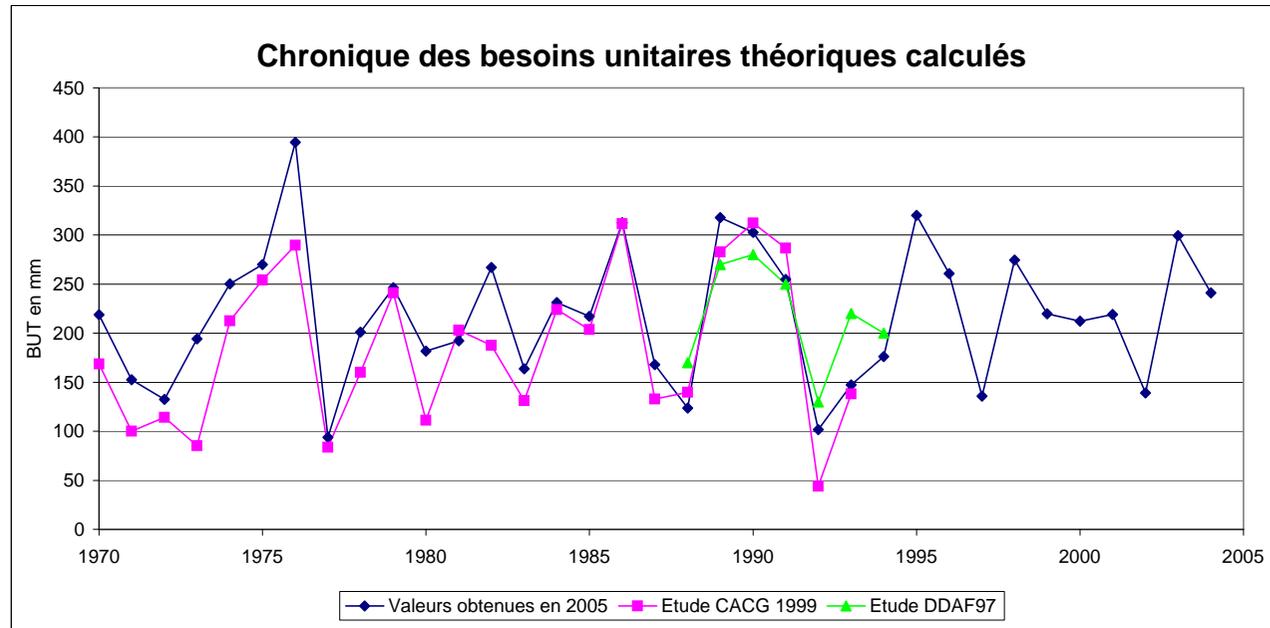
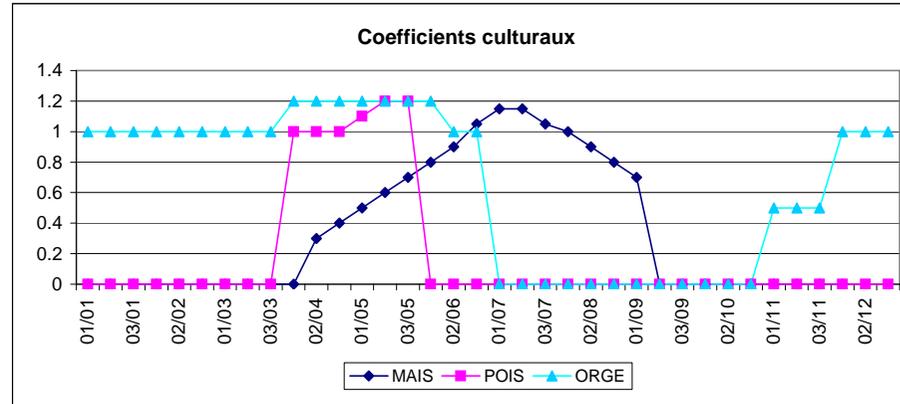
Résultats BUT

	Valeurs obtenues en 2005	Etude CACG 1999	Etude DDAF97
1970	219	169	
1971	152	100	
1972	133	114	
1973	194	85	
1974	250	213	
1975	270	254	
1976	395	290	
1977	94	84	
1978	201	160	
1979	246	241	
1980	182	111	
1981	192	203	
1982	267	188	
1983	164	131	
1984	231	224	
1985	217	204	
1986	313	312	
1987	168	133	
1988	124	140	170
1989	318	283	270
1990	303	312	280
1991	255	287	250
1992	102	44	130
1993	147	138	220
1994	176		200
1995	320		
1996	261		
1997	136		
1998	275		
1999	220		
2000	212		
2001	219		
2002	139		
2003	299		
2004	241		

moyenne	218	184	217
écart type	70	79	55

Loi de Gauss :

besoin 1/5	277	250	263
besoin 1/10	307	285	287



Récapitulatif :

Valeurs statistiques des BUT en m3/ha	
moyenne	2200
besoin 1/5	2800
besoin 1/10	3100

ANNEXE 2

Données de travail et données élaborées

Cette annexe inclut une feuille récapitulative de la répartition, par sous-bassin et type de ressource, des volumes autorisés ou consommés pour différentes années à des fins d'irrigation.

Données de travail et données élaborées

Les données sont disponibles sur un CD-ROM dont l'architecture est la suivante :



Récapitulatif des autorisations et prélèvements d'irrigation par sous bassin et type de ressource, pour quelques années

Autorisations 2009 (source : données DDEA17)

Sous-bassin	Volumes en Mm3				
	Nappe d'accompagnement	Hors nappe d'accompagnement	Rivière	Total	Total rivières et nappes d'accompagnement
Seudre amont	0.00	2.17	0	2.17	0.00
Seudre moyenne	6.45	0.29	0.08	6.83	6.53
Seudre aval	2.43	0.37	0.02	2.82	2.45
TOTAL	8.88	2.84	0.10	11.82	8.98

Consommations 2008 (source : données DDEA17)

Sous-bassin	Volumes en Mm3				
	Nappe d'accompagnement	Hors nappe d'accompagnement	Rivière	Total	Total rivières et nappes d'accompagnement
Seudre amont	0.00	1.54	0	1.54	0.00
Seudre moyenne	3.64	0.19	0.04	3.86	3.68
Seudre aval	1.32	0.19	0.00	1.51	1.32
TOTAL	4.96	1.92	0.04	6.91	5.00

Sous-bassin	Répartition des volumes, en % du total				
	Nappe d'accompagnement	Hors nappe d'accompagnement	Rivière	Total	Total rivières et nappes d'accompagnement
Seudre amont	0%	22%	0%	22%	0%
Seudre moyenne	53%	3%	1%	56%	53%
Seudre aval	19%	3%	0%	22%	19%
TOTAL	72%	28%	1%	100%	72%

Evaluation de la répartition des consommations 2002 (sources : AEAG pour la consommation totale et tableau de répartition issu des consommations 2008, cf. ci-avant)

Sous-bassin	Volumes en Mm3				
	Nappe d'accompagnement	Hors nappe d'accompagnement	Rivière	Total	Total rivières et nappes d'accompagnement
Seudre amont	0.00	2.62	0.00	2.62	0.00
Seudre moyenne	6.20	0.32	0.06	6.58	6.26
Seudre aval	2.24	0.33	0.00	2.57	2.24
TOTAL	8.45	3.26	0.06	11.77	8.51

Evaluation de la répartition des consommations 2003 (sources : AEAG pour la consommation totale et tableau de répartition issu des consommations 2008, cf. ci-avant)

Sous-bassin	Volumes en Mm3				
	Nappe d'accompagnement	Hors nappe d'accompagnement	Rivière	Total	Total rivières et nappes d'accompagnement
Seudre amont	0.00	3.37	0.00	3.37	0.00
Seudre moyenne	8.00	0.41	0.08	8.48	8.07
Seudre aval	2.89	0.42	0.00	3.31	2.89
TOTAL	10.89	4.20	0.08	15.17	10.97