



INSTITUTION ADOUR
Etablissement Public Territorial de Bassin
Hautes-Pyrénées - Gers - Landes - Pyrénées-Atlantiques

Siège : 38 rue Victor Hugo, 40025 MONT-DE-MARSAN CEDEX

Président : Paul CARRERE

CACG

**REALISATION D'UN BILAN BESOINS-RESSOURCES EN EAU
SUR L'ADOUR ET SES AFFLUENTS
EN AMONT DE LA CONFLUENCE DES LUYS**

RAPPORT D'ETUDE

VERSION 3 - FEVRIER 2021





B.B.R. en eau sur l'Adour en amont de la confluence des Luys

SOMMAIRE

INTRODUCTION ET CONTEXTE.....	15
PARTIE I - PRESENTATION DES PRINCIPES.....	19
1 OBJECTIF DE L'ETUDE	21
2 PERIMETRE D'ETUDE	21
3 METHODE.....	23
3.1 Principes de calcul d'un déséquilibre	23
3.2 Période de calcul des déséquilibres	23
3.3 Le logiciel LAGON.....	24
3.3.1 Présentation générale du logiciel.....	24
3.3.2 Modélisation du réseau hydrographique.....	24
3.3.3 Modélisation du système de gestion	25
3.3.4 Modélisation du système climatique et d'irrigation	25
4 DEBITS A RESPECTER : LES POINTS CONSIGNES	26
4.1 Points nodaux.....	27
4.2 Débits seuils de gestion	28
4.3 Débits de dilution ou débits de référence des stations d'épuration	29
4.3.1 Principe des débits de dilution ou débits de référence des stations d'épuration	29
4.3.2 Origine des valeurs de débit à respecter retenues	30
4.3.3 Données non retenues	31
4.4 Débit de fonctionnement de la pisciculture	37
5 LES POINTS BILANS	37
6 PRINCIPALES EVOLUTIONS PAR RAPPORT A 2005.....	38
PARTIE II – RESSOURCES NATURELLES ET ARTIFICIELLES DU TERRITOIRE	39
1 RESSOURCES NATURELLES.....	41
1.1 Point de départ et manques sur les débits naturels	41
1.1.1 Objectif de l'exercice.....	41
1.1.2 Données à disposition	41
1.2 Choix de la période à reconstituer	46



1.3	Compléter les chroniques de débits naturels	47
1.3.1	Calage du modèle : objectif.....	47
1.3.2	Choix du modèle : un modèle pluie-débit actualisé.....	48
1.4	Données manquantes pour reconstituer les débits naturels sur la période 1988-2018	51
1.4.1	Caractéristiques des bassins-versants.....	51
1.4.2	Données météorologiques	53
1.4.3	Synthèse des effets du choix des données météorologiques d'entrées	59
1.4.4	Intégrer les effets de la neige.....	63
1.5	Choix du modèle et des données mobilisées, résultats et incertitudes	65
1.5.1	Choix du modèle GR5J et synthèse des données mobilisées	65
1.5.2	Validation du modèle retenu	66
1.5.3	Incertitudes relatives au calage des modèles	67
1.6	Résultats et évolutions des ressources naturelles reconstituées.....	71
1.6.1	Chroniques des débits naturels reconstitués aux 10 stations de calages	71
1.6.2	Détermination des débits naturels journaliers en tout point du bassin	76
2	RESSOURCES ARTIFICIELLES.....	78
2.1	Plans d'eau et retenues structurantes	78
2.1.1	Etat des lieux des plans d'eau et retenues structurantes du territoire.....	78
2.1.2	Prise en compte du remplissage ou volume disponible.....	80
2.2	Les canaux	82
2.2.1	Etat des lieux des canaux du territoire.....	82
2.2.2	Prise en compte des débits dérivés par les canaux du territoire	85
3	APPORTS EXTERIEURS AU TERRITOIRE D'ETUDE	86
3.1	Apports des affluents hors du périmètre d'étude (Midouze et Louts)	86
3.1.1	Les données disponibles pour quantifier les apports des affluents	86
3.1.2	Reconstitution des apports de la Midouze	87
3.1.3	Reconstitution des apports du Louts	89
3.2	Les transferts artificiels.....	91
PARTIE III – USAGES DU TERRITOIRE.....		93
1	EAU POTABLE	95
1.1	Données mobilisées	95
1.2	Variations saisonnières	97
1.3	Données manquantes	97
2	ASSAINISSEMENT.....	98
2.1	Données mobilisées	98
2.2	Données écartées	101



3	INDUSTRIE	101
3.1	Données de prélèvements	101
3.2	Correction : intégrer les consommations réelles	104
4	AGRICULTURE.....	105
4.1	Un besoin modélisé	105
4.2	Surfaces concernées	105
4.2.1	Types d'irrigation	105
4.2.2	Ressources mobilisées.....	106
4.3	Données permettant de calculer les besoins agricoles	108
4.3.1	Identification de secteurs homogènes : les secteurs agricoles	108
4.3.2	Le coefficient cultural défini par l'assolement	109
4.3.3	La réserve en eau du sol facilement utilisable (RFU)	112
4.3.4	Les données météorologiques.....	113
4.4	Calcul des besoins unitaires théoriques par secteur agricole	113
4.4.1	Secteurs agricoles identifiés.....	113
4.4.2	Résultats des besoins unitaires théoriques calculés par secteurs homogènes.....	119
4.5	Adaptations liées aux spécificités du territoire	120
4.5.1	Du besoin au prélèvement théorique : le coefficient d'irrigation.....	120
4.5.2	Des adaptations liées à la ressource	121
4.6	Résultats des besoins de prélèvements (ou prélèvements théoriques).....	122
4.7	Exercice demandé par les acteurs : comparaison des besoins et des prélèvements réels	124
5	SYNTHESE DES USAGES PRIS EN COMPTE.....	128
PARTIE IV – RETRANSCRIPTION DU FONCTIONNEMENT DU TERRITOIRE.....		129
1	INFLUENCES SUR COURS D'EAU.....	131
2	INFLUENCES EN NAPPE.....	131
2.1	Prélèvements en nappe considérés	131
2.2	Définition des fonctions de transfert nappe-rivière	135
3	INTEGRATION DES VARIATIONS SAISONNIERES	141
4	GESTION DES CANAUX.....	141
5	GESTION DES RESSOURCES ARTIFICIELLES.....	143
5.1	Coefficient d'efficience	143



5.2	Intégration des ressources artificielles dans les bilans	144
PARTIE V – RESULTATS : LE DESEQUILIBRE ACTUEL		145
1	DESEQUILIBRE GLOBAL SUR LE PERIMETRE DU SAGE ADOUR AMONT	148
1.1	Bilan en valeurs absolues	148
1.2	Bilan en valeurs spécifiques (ou relatives)	157
2	DESEQUILIBRE GLOBAL SUR LE PERIMETRE PT3A	159
2.1	Présentation du sous-bassin	159
2.1.1	Hydrographie	159
2.1.2	Usages de l'eau	159
2.1.3	Points consignes	160
2.2	Chronique des déséquilibres et valeurs statistiques	162
2.2.1	Déséquilibres en valeurs absolues	163
2.2.2	Déséquilibres en valeurs spécifiques	164
3	DESEQUILIBRE PAR SOUS-BASSIN	166
3.1	L'Echez	166
3.1.1	Présentation du sous-bassin	166
3.1.2	Chronique des déséquilibres et valeurs statistiques	168
3.1.3	Période de déséquilibre	171
3.2	Le Louet	172
3.2.1	Présentation du sous-bassin	172
3.2.2	Chronique des déséquilibres et valeurs statistiques	174
3.2.3	Période de déséquilibre	176
3.3	L'Arros	177
3.3.1	Présentation du sous-bassin	177
3.3.2	Chronique des déséquilibres et valeurs statistiques	179
3.3.3	Période de déséquilibre	181
3.4	Le Bouès	182
3.4.1	Présentation du sous-bassin	182
3.4.2	Chronique des déséquilibres et valeurs statistiques	184
3.5	Alaric-Estéous	186
3.5.1	Présentation du sous-bassin	186
3.5.2	Chronique des déséquilibres et valeurs statistiques	188
3.6	Les Léés	190
3.6.1	Présentation du sous-bassin	190
3.6.2	Chronique des déséquilibres et valeurs statistiques	192
3.6.3	Période de déséquilibre	194
3.7	Le Gabas	195
3.7.1	Présentation du sous-bassin	195
3.7.2	Chronique des déséquilibres et valeurs statistiques	197



3.7.3	Période de déséquilibre	199
3.8	L'Adour à Aire amont	200
3.8.1	Présentation du sous-bassin	200
3.8.2	Chronique des déséquilibres et valeurs statistiques	203
3.8.3	Période de déséquilibre	204
3.9	L'Adour à Aire aval Lées	206
3.9.1	Chronique des déséquilibres et valeurs statistiques	206
3.9.2	Période de déséquilibre	207
3.10	L'Adour entre Aire aval et Audon	209
3.10.1	Présentation du sous-bassin	209
3.10.2	Chronique des déséquilibres et valeurs statistiques	210
3.10.3	Période de déséquilibre	212
3.11	L'Adour à St-Vincent-de-Paul	213
3.11.1	Présentation du sous-bassin	213
3.11.2	Chronique des déséquilibres et valeurs statistiques	215
3.11.3	Période de déséquilibre	217
3.12	L'Adour aval Saint-Vincent de Paul	218
3.12.1	Présentation du sous-bassin	218
3.12.2	Chronique des déséquilibres et valeurs statistiques	220
3.13	Synthèse	222
PARTIE VI – APPROCHE PROSPECTIVE : LES EFFETS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE.....		223
1	OBJECTIF.....	225
2	EVOLUTIONS DES RESSOURCES PAR RAPPORT A L'ACTUEL.....	225
2.1	Une évolution des ressources basée sur l'étude Adour 2050	225
2.1.1	Evolutions météorologiques	227
2.1.2	Evolutions des débits naturels	228
2.2	Choix d'une année de référence pour effectuer les projections à 2050	229
2.3	Résultats des ressources considérées pour le scénario prospectif.....	233
3	EVOLUTIONS DES BESOINS PAR RAPPORT A L'ACTUEL	236
4	RESULTATS.....	237
4.1	Résultats généraux	237
4.2	Résultats aux points nodaux	239
4.2.1	DOE Aire amont Lées.....	240
4.2.2	DOE Aire aval Lées.....	241
4.2.3	DOE à Audon	242
4.2.4	DOE à St-Vincent-de-Paul.....	243
4.3	Résultats pour les sous-bassins.....	243



4.4 Synthèse	244
PARTIE VII – SENSIBILITE DU MODELE	245
1 SENSIBILITE A LA RESERVE EN EAU DES SOLS.....	247
2 SENSIBILITE AU COEFFICIENT D’EFFICIENCE.....	247
3 SENSIBILITE AU COEFFICIENT D’IRRIGATION.....	248
4 CONCLUSION DE L’ANALYSE DE SENSIBILITES.....	248



LISTE DES FIGURES

Figure 1: présentation de la zone d'étude	22
Figure 2 : principe du calcul de déséquilibre	23
Figure 3: débits consignes (source : Institution Adour)	26
Figure 4 : schéma explicatif DOE/DCR (Source : AEAG)	27
Figure 5 : stations de mesures hydrométriques	45
Figure 6 : Comparaison des pluies SAFRAN, des débits naturels reconstitués et des débits simulés par le modèle GR5J pour une année de la période de calage de l'Echez à Bordères	49
Figure 7: Schématisation du modèle Pluie-Débit GR4J	50
Figure 8 : Courbe hypsométrique de l'Adour à Tarbes.....	52
Figure 9 : courbe hypsométrique de l'Arros à Juillac	53
Figure 10 : Localisation des postes de mesures météorologiques présentant de données pour l'étude	54
Figure 11: Evolution du cumul d'ETP annuel (calculée selon la formule de Penman) en mm de 1969 à 2018 à la station d'Ossun.....	55
Figure 12 : Evolution du cumul pluviométrique annuel en mm de 1969 à 2018 à la station d'Ossun .	56
Figure 13: Cumul de pluie (mm) sur 24h (du 14/02/2002 06TU) au 15/02/2002 06TU) observé aux postes synoptiques et stations automatiques, y compris le RCE (Lemoigne, 2002).....	57
Figure 14: Données SAFRAN disponibles pour l'étude	58
Figure 15: Comparaisons des pluies de bassins cumulées calculées à partir des informations provenant de 10 postes de mesures et des pluies de bassins cumulées calculées à partir de la réanalyse SAFRAN sur la période 1988-2018	60
Figure 16: Comparaisons événement par événement des pluies de bassins calculées à partir des informations provenant de 10 postes de mesures et des pluies de bassins calculées à partir de la réanalyse SAFRAN sur la période 1988-2018	60
Figure 17: Comparaisons de l'ETP de Penman issue des informations provenant de 4 postes de mesures Météo-France et de l'ETP d'Oudin issue des données de la réanalyse SAFRAN sur la période 1988-2018 (ETP cumulées en haut, événement par événement en bas).....	61
Figure 18: Comparaisons des températures du bassin versant de l'Adour à Tarbes calculées à partir des informations provenant de 4 postes de mesures Météo France et des températures calculées à partir des données de la réanalyse SAFRAN sur la période 1988-2018	62
Figure 19: Comparaison des cumuls de neige observés au Tourmalet (source Régie Intercommunale) à la pluviométrie solide reconstituée via CemaNeige par bandes d'altitudes	64
Figure 20: Evolution du stock de neige contenue dans le réservoir de la bande d'altitude L5	65
Figure 21: Tracé de la courbe des erreurs Qsim/Qobs en fonction des débits simulés (GR5J selon les hypothèses de calage listées ci avant) sur l'Adour à Audon sur la période 1988-2018.....	68
Figure 22: Marges d'erreur regroupées par classe de débits.....	69
Figure 23: Débits simulés avec GR5J et incertitudes associées à la station d'Audon sur l'Adour	70
Figure 24: ajustement d'une loi de Galton aux débits minima mensuels	72
Figure 25: ajustement d'une loi de Galton aux débits minima annuels de 3 jours consécutifs	72
Figure 26 : Débits caractéristiques de l'Adour à Tarbes.....	74
Figure 27: carte de détermination des débits naturels	77
Figure 28 : carte de la ressource stockée (NB : 1 hm ³ = 1 Mm ³)	81
Figure 29 : localisation des principaux canaux	83
Figure 30: bassin versant de la Midouze	87
Figure 31: corrélation Qmj Midouze	88
Figure 32: chronique de débits journaliers quinquennaux de la Midouze	88
Figure 33: bassin versant du Louts.....	89
Figure 34: corrélation Qmj Louts	90
Figure 35: chronique de débits journaliers quinquennaux du Louts	90
Figure 36: prélèvements pour l'eau potable de l'année 2016 (Source : BNPE, Institution Adour)....	96
Figure 37: variations annuelles des prélèvements d'eau potable	97
Figure 38: rejets des stations d'épuration	99
Figure 39: rejets d'assainissement collectif (Source : AEAG, Institution Adour)	100
Figure 40: prélèvements industriels	102
Figure 41: prélèvements d'eau industrielle (Source : AEAG, Institution Adour)	103
Figure 42: prélèvements d'irrigation (Source : IRRIGADOUR PAR 2018, Institution Adour)	107
Figure 43 : schéma illustrant les paramètres du calcul du BUT	109



Figure 44: combinaisons d'assolements avec une précision à 10 % (Source : Institution Adour, d'après les données IRRIGADOUR 2018)	110
Figure 45: carte des assolements (source : Institution Adour)	111
Figure 46 : coefficients culturels du soja et de maraichage	112
Figure 47: carte des RFU moyennes (Source : Institution Adour)	113
Figure 48: secteurs agricoles (source : Institution Adour).....	114
Figure 49 : secteur concerné par la zone des sables	121
Figure 50: prélèvements agricoles annuels depuis les eaux superficielles	122
Figure 51: comparaison LAGON / BNPE - SAGE Adour amont	126
Figure 52: comparaison LAGON / BNPE / IRRIGADOUR - PT3A.....	127
Figure 53: carte des isochrones de la nappe alluviale de l'Adour-Echez (Source : BURGEAP 2006, Institution Adour)	133
Figure 54: Fonctions de répartition des prélèvements en nappe sur le débit des cours d'eau de chaque Bassin Versant Élémentaire	136
Figure 55: Carte du coefficient d'emménagement par Bassin Versant Élémentaire (1/2)	137
Figure 56: Carte du coefficient d'emménagement par Bassin Versant Élémentaire (2/2)	138
Figure 57: Carte de la transmissivité par Bassin Versant Élémentaire (1/2)	139
Figure 58: Carte de la transmissivité par Bassin Versant Élémentaire (2/2)	140
Figure 59 : Schéma explicatif de l'efficience de gestion	143
Figure 60 : carte des déséquilibres avant intégration de la ressource stockée	149
Figure 61 : schéma explicatif du bilan besoin - ressource	150
Figure 62: déséquilibres annuels pour le SAGE Adour amont	151
Figure 63: ajustement d'une loi normale aux déséquilibres annuels, SAGE Adour amont.....	151
Figure 64: carte des déséquilibres, valeurs quinquennales obtenues par ajustements d'une loi normale aux valeurs annuelles de la chronique 1988-2018	153
Figure 65 : déséquilibres aux DOE sans prise en compte des STEP	156
Figure 66 : carte des déséquilibres spécifiques avant intégration de la ressource stockée	157
Figure 67 : carte des déséquilibres en valeurs spécifiques après iintégration de la ressource stockée	158
Figure 68 : influence totale sur les eaux superficielles, PT3A.....	160
Figure 69 : périmètre PT3A	161
Figure 70 : déséquilibres annuels, PT3A	162
Figure 71 : ajustement d'une loi normale - PT3A.....	162
Figure 72 : PT3A, déséquilibres avant intégration de la ressource stockée	163
Figure 73 : PT3A, déséquilibres après intégration de la ressource stockée	164
Figure 74 : PT3A, déséquilibres avant intégration de la ressource stockée - valeurs spécifiques ...	164
Figure 75 : PT3A, déséquilibres après intégration de la ressource stockée - valeurs spécifiques....	165
Figure 76: schéma canal de la Gespe (Source : Institution Adour)	166
Figure 77: influence totale sur les eaux superficielles, sous-bassin de l'Echez	167
Figure 78: sous-bassin de l'Echez	168
Figure 79: déséquilibres annuels, Echez.....	169
Figure 80: ajustement d'une loi normale - Echez	169
Figure 81: débit théorique à transiter par la Gespe (2009-2017)	170
Figure 82: périodes de déséquilibre - Echez	171
Figure 83 : influence totale sur les eaux superficielles, sous-bassin du Louet	173
Figure 84 : sous-bassin du Louet	174
Figure 85: déséquilibres annuels, Louet.....	175
Figure 86: ajustement d'une loi normale - Louet.....	175
Figure 87: périodes de déséquilibre - Louet	176
Figure 88: fréquence d'apparition des déséquilibres au cours de l'année	177
Figure 89: influence totale sur les eaux superficielles, sous-bassin de l'Arros	178
Figure 90: sous-bassin de l'Arros.....	179
Figure 91: déséquilibres annuels, Arros	180
Figure 92: ajustement d'une loi normale - Arros	180
Figure 93 : périodes de déséquilibre - Arros	181
Figure 94 : influence totale sur les eaux superficielles, sous-bassin du Bouès	183
Figure 95 : sous-bassin du Bouès.....	184
Figure 96 : déséquilibres annuels, Bouès.....	185
Figure 97 : ajustement d'une loi normale - Bouès.....	185
Figure 98 : influence totale sur les eaux superficielles, sous-bassin de l'Alaric-Estéous	187



Figure 99 : sous-bassin de l'Alaric-Estéous.....	188
Figure 100 : déséquilibres annuels, Alaric-Estéous	189
Figure 101 : ajustement d'une loi normale - Alaric-Estéous	189
Figure 102 : influence totale sur les eaux superficielles, sous-bassin des Lées	191
Figure 103 : sous-bassin des Lées	192
Figure 104 : déséquilibres annuels, Lées	193
Figure 105 : ajustement d'une loi normale - Lées	193
Figure 106 : périodes de déséquilibre - Lées	194
Figure 107 : influence totale sur les eaux superficielles, sous-bassin du Gabas	196
Figure 108 : sous-bassin du Gabas	197
Figure 109 : déséquilibres annuels, Gabas	198
Figure 110 : ajustement d'une loi normale - Gabas	198
Figure 111 : périodes de déséquilibre - Gabas	199
Figure 112 : influence totale sur les eaux superficielles, Adour en amont d'Aire	201
Figure 113 : sous-bassin de l'Adour (hors affluents) en amont d'Aire	202
Figure 114 : déséquilibres annuels, Adour amont Aire amont	203
Figure 115 : ajustement d'une loi normale - Adour en amont d'Aire	204
Figure 116 : périodes de déséquilibre - Adour amont Aire	205
Figure 117 : déséquilibres annuels, Aire aval Lées	206
Figure 118 : ajustement d'une loi normale - Aire aval Lées	207
Figure 119 : périodes de déséquilibre - Adour à Aire aval Lées	208
Figure 120 : influence totale sur les eaux superficielles, Adour entre Aire et Audon	209
Figure 121 : sous-bassin de l'Adour entre Aire et Audon	210
Figure 122 : déséquilibres annuels, Adour entre Aire et Audon	211
Figure 123 : ajustement d'une loi normale - Adour entre Aire et Audon.....	211
Figure 124 : périodes de déséquilibre - Adour à Audon.....	212
Figure 125 : influence totale sur les eaux superficielles, Adour entre Audon et Saint-Vincent de Paul	214
Figure 126 : sous-bassin de l'Adour entre Audon et Saint-Vincent de Paul	215
Figure 127 : déséquilibres annuels, Adour entre Audon et Saint-Vincent de Paul	216
Figure 128 : ajustement d'une loi normale - Adour entre Audon et Saint-Vincent de Paul	216
Figure 129 : périodes de déséquilibre - Adour à Saint-Vincent de Paul.....	217
Figure 130 : influence totale sur les eaux superficielles, Adour aval Saint-Vincent de Paul.....	219
Figure 131 : sous-bassin de l'Adour aval Saint-Vincent de Paul	220
Figure 132 : déséquilibres annuels, Adour aval Saint-Vincent de Paul	221
Figure 133 : ajustement d'une loi normale - Adour aval Saint-Vincent de Paul.....	221
Figure 134: zone d'étude et secteurs hydrographiques.....	226
Figure 135: évolution des pluies mensuelles entre la situation actuelle et 2050 par secteur Q	227
Figure 136: évolution de l'ETP mensuelle entre la situation actuelle et 2050 par secteur Q.....	228
Figure 137: taux mensuel d'évolution des débits aux stations hydrométriques	229
Figure 138: pluie, pluie - ETP par an à Tarbes, Aire-sur-l'Adour et Saint-Vincent-de-Paul	231
Figure 139: pluies mensuelles de l'année 2012 à Tarbes, Aire et Saint-Vincent de Paul	232
Figure 140 : Pluies à Aire-sur-l'Adour 2012 et 2050	234
Figure 141 : Evapotranspiration à Aire-sur-l'Adour 2012 et 2050	234
Figure 142 : Débits à Aire-sur-l'Adour 2012 et 2050.....	235
Figure 143 : Résultats du bilan besoins - ressources projeté à 2050 et effets du changement climatique.....	238



LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : valeurs de DOE et DCR aux points nodaux de la zone d'étude	28
Tableau 2 : débits de gestion.....	29
Tableau 3 : prise en compte des débits de dilution pour les stations d'épuration	32
Tableau 4 : principales différences entre le BBR 2005 et le BBR 2020.....	38
Tableau 5 : Sources des chroniques de débits naturels reconstitués utilisés pour l'étude.....	42
Tableau 6 : stations hydrométriques - Producteur : DREAL Nouvelle-Aquitaine (source : eaufrance).....	43
Tableau 7: comparaison de débits caractéristiques de l'Adour à Aire-sur l'Adour en fonction de la chronique considérée	46
Tableau 8: superficie des différents bassins versants considérés pour la modélisation hydrologique.....	51
Tableau 9 : Sources des chroniques de débits naturels reconstituées utilisées pour l'étude BBR	55
Tableau 10: Rappel des hypothèses considérées pour calculer les pluies, Températures et ETP de bassins.	59
Tableau 11: hypothèses de calage utilisées.....	66
Tableau 12: Performances obtenues suite au calage du modèle GR5J.....	66
Tableau 13: vérifications de la cohérence des débits simulés issus du calage effectué lors du TEST5	67
Tableau 14: valeurs caractéristiques obtenues avec le calage retenu.....	73
Tableau 15: valeurs caractéristiques spécifiques obtenues avec le calage retenu	73
Tableau 16 : Plans d'eau structurants de la zone d'étude.....	78
Tableau 17 : réseaux de canaux principaux.....	82
Tableau 18 : débits imposés dans les canaux.....	85
Tableau 19: stations hydrométriques en service sur Louts et Midouze (Banque HYDRO)	86
Tableau 20: répartition des surfaces irriguées par sous-bassin	106
Tableau 21 : secteurs agricoles	115
Tableau 22 : valeurs du BUT calculé avec RFU moyenne	119
Tableau 23 : comparaison des valeurs quinquennales du BUT calculées avec RFU MIN, RFU moyenne et RFU MAX.....	120
Tableau 24 : valeurs statistiques des prélèvements agricoles théoriques, calcul avec RFU moyenne	123
Tableau 25 : conversion en débits des prélèvements agricoles calculés avec RFU moyenne	124
Tableau 26 : prélèvements historiques d'irrigation agricole (Source : BNPE)	125
Tableau 27 : comparaison prélèvements d'irrigation historiques (BNPE) et besoins calculés par LAGON, SAGE Adour amont	125
Tableau 28 : comparaison prélèvements d'irrigation historiques (BNPE et IRRIGADOUR) et besoins calculés par LAGON, périmètre PT3A	126
Tableau 29 : récapitulatif des hypothèses retenues pour les usages.....	128
Tableau 30 : coefficients des canaux (Source : Institution Adour)	142
Tableau 31 : valeurs statistiques obtenues par ajustement d'une loi normale	152
Tableau 32 : comparaison des déséquilibres avec et sans STEP.....	155
Tableau 33 : valeurs statistiques obtenues par ajustement d'une loi normale - PT3A	163
Tableau 34 : valeurs statistiques obtenues par ajustement d'une loi normale - Echez.....	170
Tableau 35 : fréquence d'apparition des déséquilibres au cours de l'année	172
Tableau 36 : valeurs statistiques obtenues par ajustement d'une loi normale - Louet.....	176
Tableau 37 : valeurs statistiques obtenues par ajustement d'une loi normale - Arros	181
Tableau 38 : fréquence d'apparition des déséquilibres au cours de l'année, Arros	182
Tableau 39 : valeurs statistiques obtenues par ajustement d'une loi normale - Bouès.....	186
Tableau 40 : valeurs statistiques obtenues par ajustement d'une loi normale - Alaric-Estéous	190
Tableau 41 : valeurs statistiques obtenues par ajustement d'une loi normale - Léés	194
Tableau 42 : fréquence d'apparition des déséquilibres au cours de l'année, Léés.....	195
Tableau 43 : valeurs statistiques obtenues par ajustement d'une loi normale - Gabas	199
Tableau 44 : fréquence d'apparition des déséquilibres au cours de l'année, Gabas.....	200
Tableau 45 : valeurs statistiques obtenues par ajustement d'une loi normale - Adour amont Aire .	204
Tableau 46 : fréquence d'apparition des déséquilibres au cours de l'année, Adour Aire amont	205
Tableau 47 : valeurs statistiques obtenues par ajustement d'une loi normale - Adour à Aire aval Léés	207
Tableau 48 : fréquence d'apparition des déséquilibres au cours de l'année, Adour Aire aval Léés .	208



Tableau 49 : valeurs statistiques obtenues par ajustement d'une loi normale - Adour entre Aire et Audon	212
Tableau 50 : fréquence d'apparition des déséquilibres au cours de l'année, Adour à Audon	213
Tableau 51 : valeurs statistiques obtenues par ajustement d'une loi normale Adour entre Audon et Saint-Vincent de Paul	217
Tableau 52 : fréquence d'apparition des déséquilibres au cours de l'année, Adour à SVP	218
Tableau 53 : valeurs statistiques obtenues par ajustement d'une loi normale Adour aval Saint-Vincent de Paul	222
Tableau 54: évolution annuelle de la pluie et de l'ETP par secteur Q.....	227
Tableau 55: valeurs caractéristiques 2012 et 2050.....	233
Tableau 56 : comparaison des besoins en eau d'irrigation agricole théoriques 2012 / 2050	236
Tableau 57 : comparaison des déséquilibres 2012 / horizon 2050 sur les affluents	244
Tableau 58 : analyse de la sensibilité des résultats par rapport à la RFU	247
Tableau 59 : analyse de la sensibilité des résultats par rapport au coefficient d'efficacité de gestion	248
Tableau 60 : analyse de la sensibilité des résultats par rapport au coefficient d'irrigation	248



LISTE DES ANNEXES

ANNEXE I : DECOUPAGE EN BASSINS VERSANTS ELEMENTAIRES

ANNEXE II : LAGON

ANNEXE III : RESULTATS DE RECONSTITUTION DES DEBITS NATURELS AVEC STATIONS METEO-FRANCE

ANNEXE IV : PRINCIPES DES RECONSTITUTIONS DE DEBITS NATURELS, MODELES PLUIE-DEBIT GR et MODULE CEMANEIGE

ANNEXE V : BILAN DES TESTS EFFECTUES AVEC GR4J et GR5J

ANNEXE VI : EVOLUTIONS ETP et PLUIES- COMPARAISONS DONNEES SAFRAN ET POSTES METEO-FRANCE

ANNEXE VII : NOTE SUR LA RECONSTITUTION DES DEBITS NATURELS A L'INTENTION DU COTECH (Octobre 2019)

ANNEXE VIII : INCERTITUDES RELATIVES AU CALAGE DES MODELES PLUIE-DEBIT

ANNEXE IX : DEBITS NATURELS RECONSTITUES RETENUS – RESULTATS DE CALAGE, CHRONIQUES, AJUSTEMENTS STATISTIQUES ET CALCUL DES DEBITS MOYENS, DES QMNA ET VCN

ANNEXE X : COEFFICIENTS CULTURAUX

ANNEXE XI : CHRONIQUES DES BESOINS ANNUELS THEORIQUES D'IRRIGATION PAR SOUS-BASSIN

ANNEXE XII : CHRONIQUES DES PRELEVEMENTS D'IRRIGATION PAR SOUS-BASSIN

ANNEXE XIII : DEFINITION DES SECTEURS AGRICOLES – INSTITUTION ADOUR

ANNEXE XIV : NOTE DE LA DDT 65 SUR LES DEBITS DE REFERENCE DES STATIONS D'EPURATION



INTRODUCTION ET CONTEXTE





B.B.R. en eau sur l'Adour en amont de la confluence des Luys

Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des eaux (SDAGE) du bassin Adour-Garonne fixe les orientations fondamentales pour une gestion équilibrée de la ressource en eau, il recommande notamment la mise en place de plans de gestion des étiages par grandes unités hydrographiques telles que le bassin versant de l'Adour.

Pour répondre à cette recommandation, l'Institution Adour a d'abord porté dès 1999 le Plan de Gestion des Etiages (PGE) du bassin de l'Adour qui a ensuite été révisé en 2012 dans le cadre de l'élaboration du SAGE Adour amont (approuvé en 2015) avec pour objectifs d'une part d'intégrer les connaissances nouvelles et les avancées réalisées depuis 1999 et d'autre part d'étendre le périmètre jusqu'à la confluence avec les Luys. Dans ce cadre, un bilan besoins-ressources a été réalisé en 2005 et sa mise à jour fait l'objet de la présente étude.

Pour pallier le déséquilibre quantitatif mis en évidence par le bilan besoins-ressources, un projet de territoire pour la gestion de l'eau sur l'Adour en amont d'Aire a été mis en place. L'objectif de ce projet de territoire est d'élaborer, dans une démarche de co-construction, un accord entre les acteurs du territoire dans le but de définir les différents outils, stratégies et réalisations possibles visant à répondre aux besoins en eau de l'ensemble du bassin. Cette démarche doit également prendre en compte les effets du changement climatique en s'appuyant sur les conclusions de l'étude Adour 2050.

Pour alimenter toutes ces initiatives, la présente étude a pour objet la réalisation d'un bilan besoins-ressources qui permettra de déterminer le volume à résorber pour retrouver un équilibre quantitatif au regard de la situation actuelle et d'une situation projetée avec les conditions climatiques de 2050 sur le territoire du SAGE Adour amont.

L'analyse de Bilan Besoins - Ressources (BBR) est construite sur une sectorisation de 19 bassins versants. Cette cartographie permet de disposer de secteurs hydrologiquement cohérents, et aux acteurs de mieux s'approprier les différentes problématiques rencontrées en gardant à l'esprit les priorités de prélèvements, en application de la loi sur l'eau et les milieux aquatiques (loi n°2006-1772) dont l'article 20 spécifie que « dans le contexte du changement climatique, la gestion équilibrée doit permettre en priorité de satisfaire les exigences de la santé, de la salubrité publique, de la sécurité civile et de l'alimentation en eau potable de la population. Elle doit également permettre de satisfaire ou concilier, lors des différents usages, les exigences du milieu ».





B.B.R. en eau sur l'Adour en amont de la confluence des Luys

PARTIE I - PRESENTATION DES PRINCIPES





1 OBJECTIF DE L'ETUDE

Le bilan besoins-ressources vise à estimer l'écart existant entre les ressources en eau disponibles sur le territoire et les usages de l'eau actuels dont la priorité est établie réglementairement. Selon la loi sur l'eau et les milieux aquatiques, l'usage des prélèvements en eau est ainsi priorisé pour l'AEP et la salubrité, en satisfaisant ou conciliant les usages 1. de la vie biologique - 2. de la prévention des inondations - 3. des usages professionnels.

Ressources naturelles du bassin et
réservoirs de stockage existants



Prélèvements et besoins pour :

- l'eau potable
- l'irrigation agricole
- la salubrité (débit à garantir en différents points du cours d'eau)
- autres usages

La quantification de cet écart correspond à des **conditions quinquennales** et est proposée à de multiples échelles : des points de bilans généraux à une maille fine permettant une estimation par sous-bassin.

Cet exercice se basant sur des données statistiques calculées sur des chroniques passées, l'exercice a également été réalisé dans les conditions climatiques estimées à 2050 (évolution des ressources disponibles) afin d'échanger de façon concertée avec les acteurs locaux pour identifier des pistes d'actions qui permettront un équilibre durable entre ressources disponibles et usages, dans un contexte de changement climatique.

La présente étude n'a pas pour objectif de proposer des réponses aux problématiques identifiées localement mais uniquement de les mettre en exergue.

La présente étude est le fruit d'un travail de concertation avec la Commission locale de l'eau de l'Adour amont, les acteurs du projet de territoire pour la gestion de l'eau de l'Adour en amont d'Aire-sur-l'Adour et le comité technique.

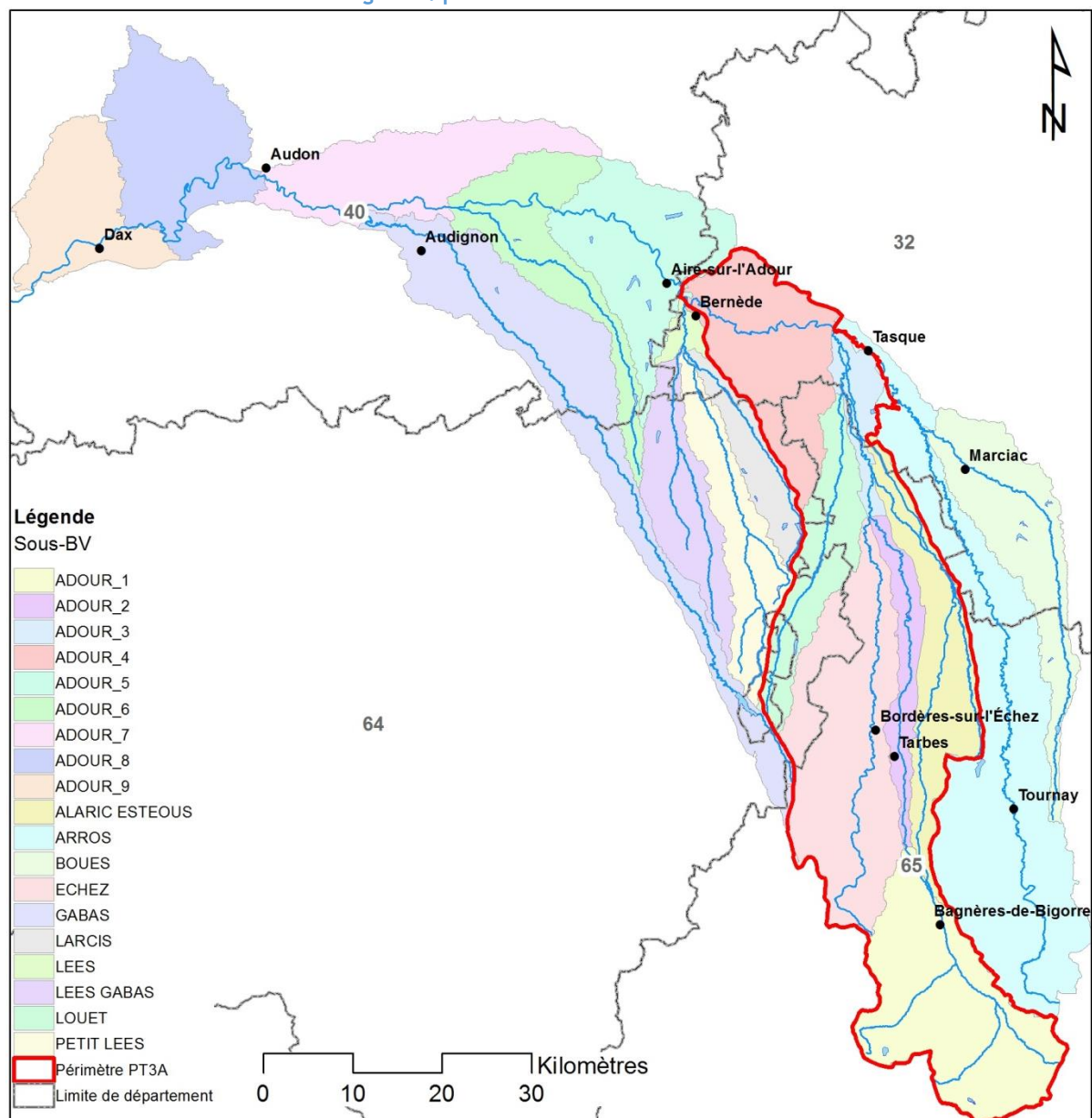
2 PERIMETRE D'ETUDE

La zone d'étude s'étend sur le bassin versant de l'Adour de sa source à l'amont de la confluence des Luys, à l'exclusion des bassins versants de la Midouze et du Louts. Il s'agit du territoire du SAGE Adour amont. Elle inclut le périmètre du projet de territoire de l'Adour en amont d'Aire-sur-l'Adour (PT3A).

La carte suivante présente le territoire d'étude et son découpage en sous-bassins versants.



Figure 1: présentation de la zone d'étude



3 METHODE

3.1 PRINCIPES DE CALCUL D'UN DESEQUILIBRE

Un déséquilibre sur un bassin versant ou une partie de bassin versant est calculé par rapport à un débit de référence à atteindre, appelé débit consigne. Le schéma suivant illustre le calcul du déséquilibre en un point donné sur une année. Le déséquilibre apparaît lorsque le débit dans le cours d'eau (débit naturel influencé par les usages) passe sous le débit consigne.

Le calcul des déséquilibres en eau d'un territoire est réalisé en fonction :

- D'une part, des ressources naturelles du bassin et de la ressource stockée dans les réservoirs,
- D'autre part, des prélèvements et des besoins pour les différents usages : eau potable, industrie, irrigation agricole, salubrité,
- Mais aussi de points consignés définis en certains points clés du bassin (cf. PARTIE I § 4).

Figure 2 : principe du calcul de déséquilibre



Le déséquilibre apparaît lorsque la satisfaction du débit de référence au point consigné est mise en défaut. Il est calculé au pas de temps journalier par la relation suivante :

$$\text{Déséquilibre (j)} = \text{MAX}[0 ; \text{Débit objectif} \times k_p + \text{Prélèvements (j)} - \text{Rejets (j)} - \text{Débit naturel (j)}]$$

Où k_p est le coefficient de performance de gestion ou coefficient d'efficacité (cf. Partie IV §5.1).

3.2 PERIODE DE CALCUL DES DESEQUILIBRES

Tous les calculs de déséquilibres sont effectués sur chaque période comprise entre le 1^{er} Juin et le 31 mai de la chronique 1988-2018.

Les calculs sont réalisés au pas de temps journalier et permettent donc d'identifier les périodes de déséquilibre au sein d'une année donnée.

Dans le bilan de 2005, les calculs de déséquilibres étaient réalisés entre le 1^{er} juin et le 31 octobre de chaque année.



3.3 LE LOGICIEL LAGON

3.3.1 Présentation générale du logiciel

Le logiciel LAGON est un modèle conceptuel¹, utilisé pour les calculs des bilans besoins-ressources, calculs intermédiaires (besoins unitaires des cultures, prélèvements agricoles, débits naturels,...) et calculs des déséquilibres volumiques en eau de surface. Il est conçu spécialement pour des systèmes de ressources en eau gérés.

Ces derniers sont essentiellement composés de ressources en eau de surface, véhiculées dans les cours d'eau et/ou stockées dans des réservoirs. Ils concernent également les ressources souterraines dont les perturbations (prélèvements, rejets) génèrent des influences décalées sur les régimes hydrauliques de surface.

Le calcul repose sur une structure bien définie du système des ressources en eau considéré et une connaissance importante des besoins et des ressources en eau. Il faut donc commencer par mener une analyse physique du problème à étudier et modéliser le système, à savoir :

- Modélisation du réseau hydrographique de l'Adour en amont de la confluence des Luys ;
- Modélisation du système de gestion ;
- Modélisation du système climatique et d'irrigation ;
- Modélisation du système de perturbation (ou influence) ;

Les paragraphes ci-après détaillent chaque étape. Le schéma fourni à part permet de visualiser les choix de modélisation effectués et indique les principaux objets utilisés dans LAGON.

3.3.2 Modélisation du réseau hydrographique

La modélisation du réseau hydrographique est l'étape de base de toute la modélisation d'un système de ressources en eau. Il s'agit de décrire le réseau dans son état naturel ou pseudo-naturel au travers d'un découpage du bassin versant en mailles surfaciques élémentaires.

Pour le modèle Adour en amont des Luys, le parti pris a été d'effectuer un découpage très fin afin de pouvoir modéliser le système aussi fidèlement que possible et d'intégrer notamment les canaux de dérivation et barrages principaux.

3.3.2.1 Découpage de la zone d'étude en bassins versants élémentaires

Les mailles surfaciques élémentaires sont les BVE (bassin versant élémentaire). Le découpage doit être tel qu'il permette de reconstituer l'architecture du réseau hydrographique naturel par l'établissement des liens entre les BVE. Il doit également prendre en compte les aménagements existants (lacs).

Le bassin versant de l'Adour en amont de la confluence des Luys (Louts et Midouze exclus) a été découpé en 311 BVE, dont 188 en amont d'Aire (au lieu de 149 dans la version de 2005). Ils sont présentés en annexes I et II avec les surfaces de bassin versants correspondantes sous forme de tableau et de cartes.

3.3.2.2 Les points consignes

Chaque ensemble tactique se termine en aval par un point consigne au niveau duquel un débit consigne doit être assuré.

¹ Par opposition à un modèle physique. Le modèle conceptuel n'intègre pas les propriétés physiques des cours d'eau, par exemple. Ceux-ci sont représentés par des liens entre bassins versants élémentaires.



La prise en compte d'un maillage fin de points consignes et de points de bilans nécessite un découpage ajusté de la zone d'étude pour évaluer le déséquilibre au point considéré.

Comme exposé en PARTIE I § 4, les débits consignes pris en compte émanent

- De la réglementation (DOE, DSG),
- Ou de l'expression d'un besoin spécifique (station d'épuration, débit de fonctionnement de pisciculture).

3.3.2.3 Constitution du réseau hydrographique de base

La constitution du réseau hydrographique de base (dit naturel ou pseudo-naturel) se fait par l'établissement des liens entre les BVE. Le réseau ainsi construit doit, pour l'essentiel, rester conforme au réseau naturel, mais également permettre de répondre aux études des scénarios d'élaboration des bilans besoins-ressources.

Le réseau hydrographique constitué est illustré sur le schéma en Annexe I par les liens entre les BVE.

3.3.3 Modélisation du système de gestion

Le système de gestion comprend des composants édifiés ou élaborés par le gestionnaire pour la surveillance ou manipulation des ressources en eau. Il s'agit des objets suivants :

Pour tout système de ressource en eau (géré ou non)

- Ouvrage non géré (prise ou vanne) ;
- Station de mesure ;
- Point de bilan ;

Pour les systèmes de ressource en eau gérés

- Ouvrage géré (prise ou vanne) ;
- Lac ;
- Bief ;
- Ensemble tactique (ETAC)² ;

Les stations de mesure, point de bilan, ouvrage géré, ouvrage non géré, lac sont des objets ponctuels. Les biefs et ensemble tactique sont des objets structurels.

Une explicitation des objets est fournie en annexe II. Les objets pris en compte dans le modèle Adour sont indiqués sur le schéma externe (indication des BVE, ensembles tactiques, stations de mesures, lacs, ouvrages gérés et non gérés) et sont listés dans les tableaux fournis en annexe (listes complètes de tous les objets).

Cette modélisation fine permet de rendre compte de la complexité du fonctionnement du système. En particulier, nous pourrions retenir que les objets entrés dans le modèle permettent d'intégrer les différents éléments décrits dans les paragraphes suivants.

3.3.4 Modélisation du système climatique et d'irrigation

Les principaux objets utilisés pour modéliser le système climatique et d'irrigation sont les *secteurs agricoles* (SA) dont chacun est un ensemble de BVE. Ils jouent un rôle intermédiaire entre les ressources en eau et les objets de consommation d'eau (ex : les différents prélèvements). Chaque secteur agricole doit disposer de caractéristiques agro-climatiques propres (RU, RFU, ETP, pluviométrie) et d'un assolement homogène ou assez homogène. Ces caractéristiques présentées en PARTIE III au § 4 servent de base dans LAGON pour le calcul des besoins unitaires des cultures.

² un ETAC est un ensemble Bief(s) + Point de bilan ; il est le plus souvent situé en aval d'un lac et d'un ouvrage géré.



Le bassin de l'Adour en amont de la confluence des Luys a ainsi été découpé en 99 secteurs agricoles. La carte de la Figure 48 (Partie III §4.4.1) présente le découpage retenu. Pour rappel, dans l'étude de 2005, le secteur en amont d'Aire avait été découpé en 6 secteurs agricoles.

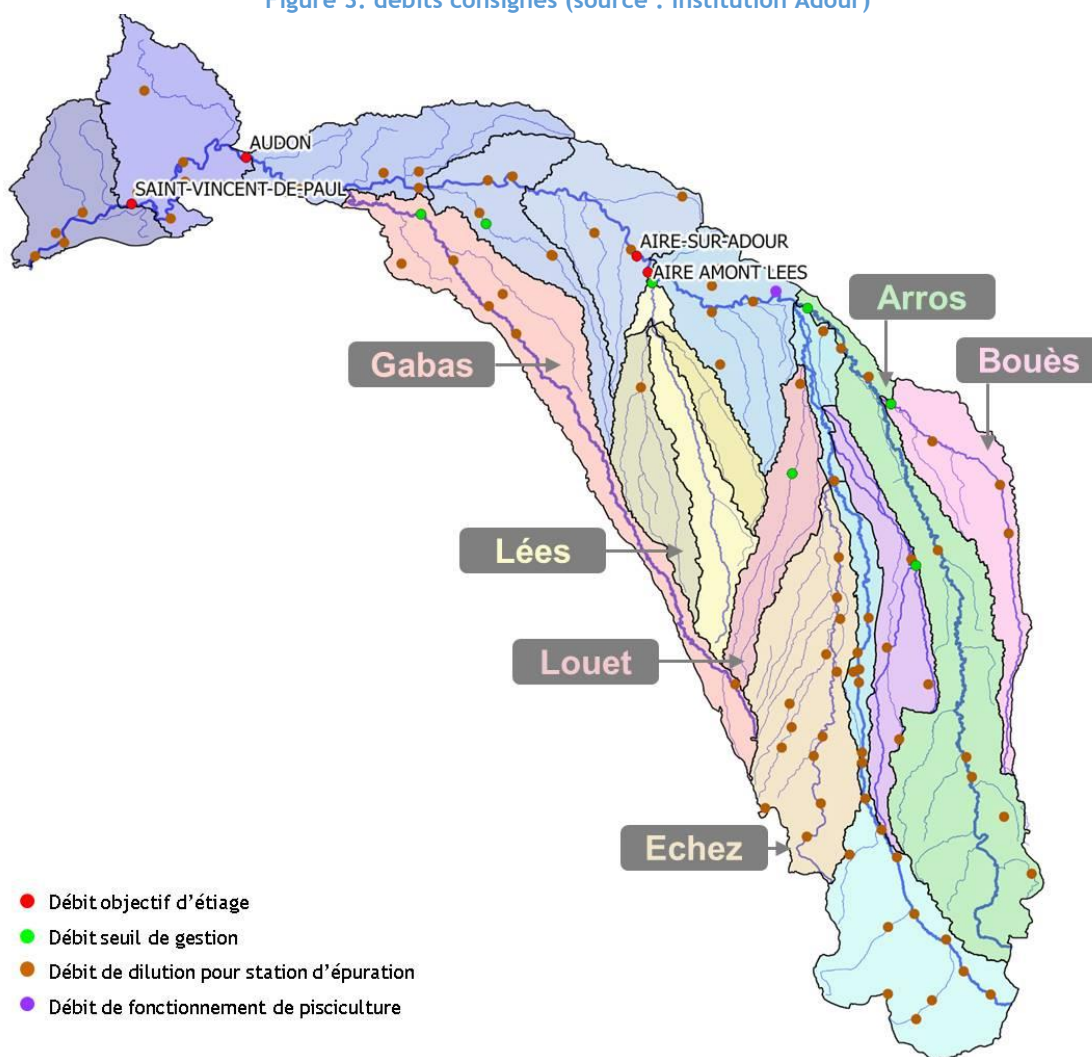
4 DEBITS A RESPECTER : LES POINTS CONSIGNES

Afin de déterminer un équilibre ou un déséquilibre par secteur, il est essentiel de fixer des valeurs de débit consigne. Ces débits correspondent à des valeurs réglementaires en-deçà desquelles la préservation du milieu, la salubrité ou l'alimentation en eau potable ne sont plus assurées. Dans la pratique, il s'agit de références de 3 types auxquelles s'ajoute un débit de type « industriel » pour le fonctionnement de la pisciculture de Riscle.

Le choix d'intégrer dans le modèle de nombreux points consignes qui maillent assez finement le territoire permet de prendre en compte la qualité de l'eau et des milieux. Les débits de dilution de stations d'épuration (STEP), les débits objectifs d'étiage et les débits seuils de gestion sont définis pour répondre au bon état. Si ces débits sont respectés, la qualité des milieux n'est pas dégradée.

La carte suivante localise l'ensemble des points consignes et des points bilans de la zone d'étude.

Figure 3: débits consignes (source : Institution Adour)



La prise en compte de l'ensemble des points consignes et des points bilans se traduit par un découpage du périmètre d'étude en 311 bassins versants élémentaires (BVE).

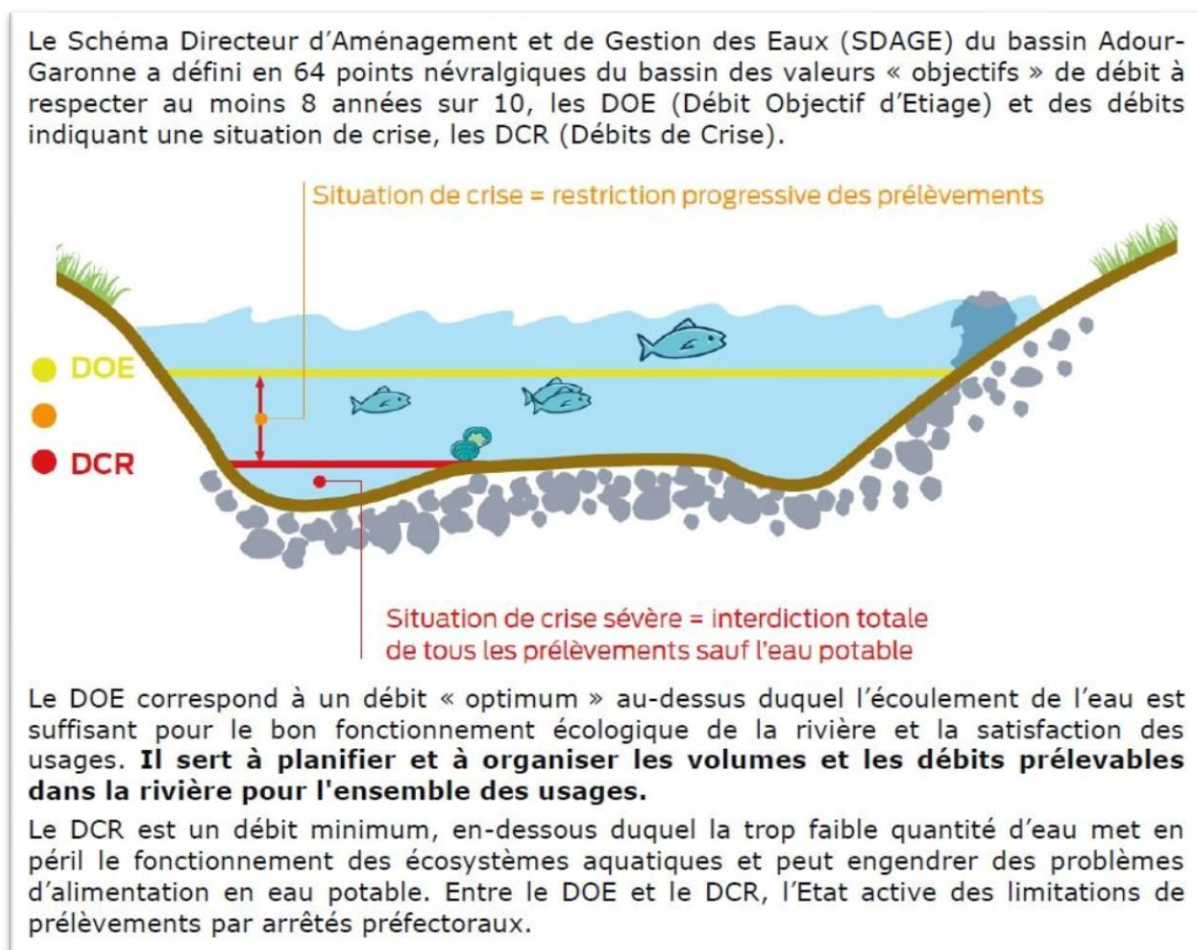


4.1 POINTS NODAUX

Quatre points nodaux³ sont présents sur le territoire de l'étude (d'amont en aval : Aire sur l'Adour amont Lees, Aire sur l'Adour aval Lees, Audon, Saint-Vincent de Paul). Ces stations hydrométriques ont des débits de référence associés définis dans le SDAGE Adour-Garonne 2016-2021 comme les débits objectifs d'étiage⁴ (DOE) et débits de crise⁵ (DCR).

Le schéma suivant présente les niveaux du DOE et du DCR avec les restrictions d'usages qui les accompagnent.

Figure 4 : schéma explicatif DOE/DCR (Source : AEAG)



Ces valeurs sont rapportées dans le tableau suivant extrait du tableau C3 du SDAGE.

³ Point nodal : Point clé pour la gestion des eaux défini en général à l'aval des unités de références hydrographiques pour les Schémas d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE) et/ou à l'intérieur de ces unités dont les contours peuvent être déterminés par les Schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE). A ces points peuvent être définies en fonction des objectifs généraux retenus pour l'unité, des valeurs repères de débit et de qualité. Leur localisation s'appuie sur des critères de cohérence hydrographique, écosystémique, hydrogéologique et socio-économique. Source : Ministère chargé de l'environnement et AFB

⁴ Le DOE est le débit de référence permettant l'atteinte du bon état des eaux et au-dessus duquel est satisfait l'ensemble des usages en moyenne 8 années sur 10. Il traduit les exigences de la gestion équilibrée visée à l'article L. 211-1 du code de l'environnement. (Source : SDAGE Adour-Garonne 2016-2021)

⁵ Le DCR est le débit de référence en dessous duquel seules les exigences de la santé, de la salubrité publique, de la sécurité civile, de l'alimentation en eau potable et les besoins des milieux naturels peuvent être satisfaites.



Tableau 1 : valeurs de DOE et DCR aux points nodaux de la zone d'étude

Bassin	Cours d'eau	Station (DOE)	BV (km ²)	N° station	Valeur DOE (m ³ /s)	Valeur DCR (m ³ /s)
ADOUR						
ADOUR	Adour	Aire amont Lees	Station calculée à partir de stations hydrométriques concernées	Sans objet	4,5	1,15
	Adour	Aire sur Adour (aval Lees)	2 930	Q1100010	5,8	2
	Adour	Audon	4 100	Q1420010	8,2	2,6
	Adour	St Vincent de Paul	7 830	Q3120010	18	9

A ces 4 points nodaux, s'ajoute le Bouès à Beaumarchés dont le DOE est défini à 0,212 m³/s du 1^{er} mars au 1^{er} lundi d'octobre mais qui fait partie de l'Unité Neste et Rivières de Gascogne en raison de la réalimentation du Bouès par le canal de la Neste (cf. tableau C3 du SDAGE 2016-2021).

Les valeurs de DOE définies aux points nodaux répondent aux besoins et à la salubrité des milieux ainsi qu'aux besoins de prélèvements pour l'eau potable. Ces valeurs de débit sont imposées dans le modèle et servent à définir les volumes nécessaires pour atteindre un équilibre quantitatif, leur non atteinte entraînant une restriction des usages. Ce sont les points majeurs de calcul des déséquilibres.

La station d'Estirac n'est plus un point nodal depuis 2016 (révision du SDAGE) mais elle reste une station de référence pour la gestion de l'eau sur l'Adour amont, et sera intégrée au modèle.

Par ailleurs, il n'existe pas de point nodal sur l'Echez. Sur ce bassin où se mêlent différentes problématiques d'usages (assainissement, irrigation) et une réalimentation par l'Adour, en cours d'étude, le COTECH a décidé, afin d'évaluer correctement le déséquilibre de ce sous-bassin sous diverses hypothèses, d'imposer un débit consigne au point bilan du bassin. La valeur de 1,48 m³/s retenue pour ce débit consigne est le QMNA5⁶ « naturel », issu du modèle pluie-débit, valeur a priori contraignante car elle ne tient pas compte des usages comme le DOE.

4.2 DEBITS SEUILS DE GESTION

Ces débits consignés sont liés aux règlements des ouvrages de soutien d'étiage présents sur le bassin (cf. PARTIE II § 2.1). Ces différents points consignés du territoire sont intégrés dans le modèle comme étant des débits minima à respecter obligatoirement au même titre que les DOE aux points nodaux. Les DSG sont issus des plans d'exploitation des ouvrages, sauf pour l'Estéous où aucune valeur réglementaire n'est définie. Cependant, le gestionnaire choisit d'imposer une valeur minimale à Rabastens qui est intégrée au modèle.

Pour le Bahus, les valeurs du débit minimum de salubrité (DMS) sont fixées par référence au débit de crise (DCR), débit en dessous duquel est mise en péril la survie des espèces présentes dans le milieu, ou du débit biologique de crise (DBC), débit en dessous duquel les contraintes exercées sur les conditions d'habitat des espèces aquatiques deviennent critiques.

Le débit seuil de restriction est défini comme le débit en dessous duquel les mesures de restrictions, prévues en cas de pénurie des écoulements, s'appliquent. Pour le Bahus à Fargues, bassin concerné par ces débits, les valeurs du DSR et du DMS sont identiques.

Le tableau suivant récapitule l'ensemble des débits seuils de gestion, débit seuil de restriction et débit minimum de salubrité pris en compte.

⁶ QMNA5 : débit mensuel minimum annuel de période de retour 5 ans



Tableau 2 : débits de gestion

Cours d'eau	Lieu	Type de consigne	Débit consigne (m ³ /s)	Conditions spécifiques	Référence
ARROS	Izotges	DSG	1	Pendant 4 mois	Plan d'exploitation du barrage de l'Arrêt-Darré
BOUES	Beaumar-chés	DOE/DSG	0,212 à 0,3	0,212 du 01/06-30/09 0,3 du 01/10-31/10	PGE Neste et rivières de Gascogne
ESTEOUS	Rabas-tens	DSG volontaire	0,035	Campagne d'été	Plan d'exploitation du barrage de l'Arrêt-Darré
GABAS	Audi-ignon	DSG	0,6	3 mois	Réservoir de Gardères-Eslourenties sur le Gabas - Arrêté interpréfectoral d'autorisation au titre de l'Article 10 de la Loi n°92-3 du 3/01/1992 sur l'eau et portant règlement d'eau
LEES	Bernède	DSG conditionnel	0,5 à 1,35	0,5 m ³ /s Quand débit_Aire_amont > 4,05m ³ /s; 0,5 < Qcons ≤ 1,35 m ³ /s Quand 2,7m ³ /s < débit_Aire_amont ≤ 4,05m ³ /s; 1,35 m ³ /s Quand débit_Aire_amont ≤ 2,7m ³ /s	Arrêté portant règlement d'eau
LOUET	Sombrun	DSG	0,4	Quand débit_Aire_amont < 80% DOE	Arrêté portant règlement d'eau
BAHUS	Fargues	DSR-DSM	0,06	Bahus-Fargues du 1/06 au 31/10	Arrêté préfectoral fixant les débits seuils de restriction et les débits minimums de salubrité sur les cours d'eau réalimentés du bassin de l'Adour dans le département des Landes

4.3 DEBITS DE DILUTION OU DEBITS DE REFERENCE DES STATIONS D'EPURATION

Remarque préliminaire : dans tout le document, on appelle de débit de dilution à l'aval des stations d'épuration, le débit nécessaire en amont d'un rejet pour que celui-ci ne dégrade pas la qualité du milieu de manière notable. Ce débit est plus couramment appelé « débit de référence » au droit des rejets de stations d'épuration.

4.3.1 Principe des débits de dilution ou débits de référence des stations d'épuration

De nombreuses stations d'épuration sont présentes sur le territoire. Ces stations rejettent les eaux traitées dans des cours d'eau dont le débit doit être suffisant pour que cela ne dégrade pas notablement leur qualité. C'est pourquoi, les rejets des stations d'épuration doivent être adaptés à



leur milieu récepteur pour ne pas dégrader sa qualité. Ce sont les conditions d'étiage qui sont le plus contraignantes car le débit du cours d'eau est le plus faible et assure une moins grande dilution. Le débit minimum du cours d'eau sur lequel est basé le rejet de la station d'épuration est celui qui garantit un rejet conforme, il est appelé **débit de dilution**.

Ces débits minimaux ont été déterminés lors de la création des stations d'épuration et peuvent être repris dans les arrêtés encadrant leur fonctionnement (suivant les départements et les dates de mise en service).

Ce débit est déterminé en fonction du rejet nominal de la station d'épuration qui doit être dimensionnée pour être adaptée au milieu dans lequel elle se rejette.

Ces débits appelés débits de dilution constituent des valeurs de référence à respecter au même titre que les points nodaux et débits seuils de gestion. Ils sont réglementaires, lorsqu'ils émanent des arrêtés d'autorisation des stations d'épuration, ou utilisés pour le dimensionnement des STEP. *Ils n'étaient pas pris en compte dans la version 2005 du BBR et ont été intégrés à la demande des acteurs locaux.*

Nous précisons que les débits de salubrité nécessaires à la prise en compte des rejets des STEP n'ont généralement aucun impact sur l'aspect quantitatif de la ressource mais uniquement sur l'aspect qualitatif. Le seul cas où leur prise en compte peut avoir des incidences sur la gestion quantitative correspond aux situations d'étiage fort sur les axes réalimentés où la gestion de l'eau doit permettre de maintenir un débit réel égal au débit de référence au niveau du rejet de la station.

4.3.2 Origine des valeurs de débit à respecter retenues

Les débits de dilution ont été fournis par les DDT(M). Des différences dans la définition de ces débits apparaissent entre les départements de Nouvelle-Aquitaine et d'Occitanie.

Pour les Hautes-Pyrénées et le Gers (69 stations d'épuration sur 82 au total), chaque station d'épuration est associée à un *débit de dilution théorique permettant de ne pas déclasser la masse d'eau*, mais aussi à un autre *débit de dilution théorique permettant de ne pas déclasser la masse d'eau Hors Azote (N) et Phosphore (P)*. Réglementairement, les stations d'épuration de moins de 2000 EH ne sont pas tenues de traiter les paramètres azote et phosphore. Aussi, dans le cas courant,

- la 1^{ère} valeur de débit de dilution a été retenue pour les stations d'épuration de capacité supérieure à 2 000 EH (équivalent-habitants),
- la 2^{ème} valeur de débit de dilution (inférieure, dite débit de dilution alternatif) a été retenue pour les stations d'épuration de moins de 2 000 EH de charge réellement raccordée.

Par ailleurs, pour certaines stations des Hautes-Pyrénées, une 3^{ème} valeur de débit de dilution est considérée par la DDT. Il s'agit d'une valeur tenant compte également d'un optimum économique. cf. note en Annexe XIV. Ces éléments communiqués tardivement n'ont pu être pris en compte.

Pour les Landes, le QMNA5 calculé en fonction de la station hydrométrique la plus proche est considéré comme débit de dilution.

Toutefois, certains cas particuliers ont été considérés à part pour diverses raisons :

- Fonctionnement saisonnier, spécificités locales et capacité nominale non atteinte : station d'épuration du Pic du Midi (année de mise en service 1998, 59% de charge), station d'épuration de La Mongie (année de mise en service 1988, 59% de charge), station d'épuration de Lelin Lapujolle Camping (année de mise en service 1996, 44% de charge), station d'épuration de Capvern (année de mise en service 1978, 33% de charge) ; ces stations n'ont pas été prises en compte dans le scénario de base car leurs positions en têtes de bassins versants masqueraient l'apparition de déséquilibres à l'aval, alors qu'elles ne sont pas responsables de déséquilibres annuels lorsqu'elles ne fonctionnent que quelques mois,
- Charge non atteinte et spécificité locale : la station d'épuration de Bagnères-de-Bigorre Ville est dimensionnée pour 25 000 EH, dans la réalité, elle fonctionne pour 9 500 EH, soit une charge de 38% par rapport à la capacité nominale. Pour cette station de plus de 2 000 EH, le débit de dilution 1 s'élève à 5,556 m³/s. Dans la pratique, c'est la 2^{ème} valeur de débit de dilution qui est appliquée, soit 2,083 m³/s. Dans la modélisation, on retient cette 2^{ème} valeur.



4.3.3 Données non retenues

Pour les stations d'épuration, le grand nombre de points entraîne des redondances vis-à-vis de la modélisation qui justifient des ajustements. Par exemple, lorsqu'un débit faible doit être respecté en aval d'un débit fort, on ne retient que le débit le plus contraignant à respecter, c'est-à-dire la plus forte valeur. Par contre, lorsque des prélèvements sont localisés entre 2 débits de dilution et qu'ils sont susceptibles de générer un déséquilibre au point aval, les 2 points consignés ont été retenus conformément aux souhaits de la CLE (réunion d'août 2019).

Le tableau suivant reprend l'ensemble des débits de dilution de stations d'épuration du périmètre d'étude et précise leur prise en compte dans la modélisation.



Tableau: PRISE EN COMPTE DES DEBITS DE DILUTION POUR LES STATIONS D'EPURATION

Type	Période	Station d'épuration	Débit de dilution réglementaire 1 (m3/s)	Débit de dilution alternatif (m3/s)	Débit de dilution appliqué (m3/s)	LAGON	Raison de non prise en compte dans LAGON	Commentaire	BVE
Dilution STEP	01/01-31/12	AIRE SUR L ADOUR	2			NON	débit consigne nettement inférieur à DOE immédiatement en amont		ADOUR29
Dilution STEP	01/01-31/12	ANDREST	0.499			OUI			CANDRES1
Dilution STEP	01/01-31/12	ARBOUCAVE	0.021			NON	débit de dilution faible et nettement inférieur à débit de dilution STEP aval proche (STEP Samadet)		GABASS
Dilution STEP	01/01-31/12	ARCIZAC-EZ-ANGLES	0.133	0.040		OUI		pas de prélèvement amont / BV de très petite taille	ECHEZ0
Dilution STEP	01/01-31/12	ASTUGUE-MONTAIGU	0.07	0.010		OUI		pas de prélèvement amont / BV de très petite taille	GOURERE1
Dilution STEP	01/01-31/12	AUREILHAN-ADOUR-ALARIC	2.111	2.111		NON	débit de dilution inférieur à débit de dilution STEP aval proche (STEP Tarbes Est)		ADOUR8
Dilution STEP	01/01-31/12	AURICE	0.06			OUI			BOS4
Dilution STEP	01/01-31/12	AVEZAC-PRAT-LAHITTE-VILLAGE	0.074	0.039		OUI		pas de prélèvement amont / BV de très petite taille	AVEZAGU1
Dilution STEP	01/01-31/12	AZEREIX	0.222	0.066	0.023	OUI		peu de prélèvement amont / prise en compte avec STEP Oursbelille proche	SOUY2
Dilution STEP	01/01-31/12	BAGNERES-DE-BIGORRE-LESPONNE	0.027	0.004		OUI		pas de prélèvement amont / BV de très petite taille	ADOLESE2
Dilution STEP	01/01-31/12	BAGNERES-DE-BIGORRE-LA MONGIE	0.556	0.556		NON	Cas particulier: fonctionnement saisonnier, spécificités locales	pas de prélèvement amont / BV de très petite taille	ADOGRI1
Dilution STEP	01/01-31/12	BAGNERES-DE-BIGORRE-PIC DU MIDI	0.076	0.011		NON	Cas particulier: fonctionnement saisonnier, spécificités locales	pas de prélèvement amont / BV de très petite taille	ADOGRI2
Dilution STEP	01/01-31/12	BAGNERES-DE-BIGORRE-VILLE	5.556	2.083	2.400	OUI		Cas particulier: prise en compte du débit alternatif car capacité non atteinte Les résultats du calcul avec la valeur réglementaire sont également mentionnés.	ADOUR3
Dilution STEP	01/01-31/12	BARBAZAN-DEBAT-PIETAT	0.113	0.038		OUI		pas de prélèvement amont / BV de très petite taille	OUSSE1
Dilution STEP	01/01-31/12	BARTRES	0.181	0.061		NON	débit plus fort imposé à l'aval proche	pas de prélèvement amont / BV de très petite taille	GEUNE1
Dilution STEP	01/01-31/12	BATS	0.017			OUI		pas de prélèvement amont / BV de très petite taille	NONAME81
Dilution STEP	01/01-31/12	BAZET	0.315	0.044		NON	faible débit de dilution en aval de consignes beaucoup plus élevées		ADOUR8
Dilution STEP	01/01-31/12	BEAUMARCHES	0.227	0.033		NON	débit de dilution faible et nettement inférieur à DSG Bouès situé à l'amont		ARROSS
Dilution STEP	01/01-31/12	BOURS LOUBERY	0.035	0.012		NON	faible débit de dilution en aval de consignes beaucoup plu élevées (Tarbes Est)		ADOUR8
Dilution STEP	01/01-31/12	CAMPAN-ARTIGUES	0.242	0.082		OUI			ADOGRI2
Dilution STEP	01/01-31/12	CAMPAN-LA SEOUBE	0.01	0.002		OUI		pas de prélèvement amont / débit dilution faible	ADOUR0
Dilution STEP	01/01-31/12	CAMPAN-PAYOLLE	0.139	0.041		OUI		pas de prélèvement amont / BV de très petite taille	ADOUR0
Dilution STEP	01/01-31/12	CAMPAN-SAINTE MARIE	0.148	0.044		OUI		pas de prélèvement amont / débit faible	ADOUR0
Dilution STEP	01/01-31/12	CAMPAN-VILLAGE	0.222	0.066		OUI			ADOUR1

Tableau: PRISE EN COMPTE DES DEBITS DE DILUTION POUR LES STATIONS D'EPURATION

Type	Période	Station d'épuration	Débit de dilution réglementaire 1 (m3/s)	Débit de dilution alternatif (m3/s)	Débit de dilution appliqué (m3/s)	LAGON	Raison de non prise en compte dans LAGON	Commentaire	BVE
Dilution STEP	01/01-31/12	CAPVERN	0.741	0.220		NON	Cas particulier: - STEP de capacité nominale > 2000 EH, mais fonctionnement < 2000 EH => prise en compte du débit alternatif car aucune augmentation sensible de la population n'est prévue (cf. diagnostic partagé PT3A) - fonctionnement très en-dessous de la charge nominale, très petit BV, spécificités locales		AYGUECA1
Dilution STEP	01/01-31/12	CASTELNAU-RIVIERE-BASSE	0.165	0.030		OUI			LOUET5
Dilution STEP	01/01-31/12	CAUNA	4.36			OUI			ADOUR46
Dilution STEP	01/01-31/12	COUDURES	0.042			OUI			GABAS501
Dilution STEP	01/01-31/12	DAX	17			NON	Même débit de dilution que STEP aval proche (STEP SAAS et GOURBY)		ADOUR64
Dilution STEP	01/01-31/12	DUHORT BACHEN	0.02			OUI			LOURDE2
Dilution STEP	01/01-31/12	EUGENIE LES BAINS	0.06			OUI			BAHUS5
Dilution STEP	01/01-31/12	EUGENIE LES BAINS (LAGUNE GUERARD)	0.06			NON	Même débit de dilution que STEP amont proche (STEP Eugénie)		
Dilution STEP	01/01-31/12	GARDERES-LES CHENES	0.02	0.003		NON	débit dilution naturellement respecté	pas de prélèvement amont / BV de petite taille	GABAS1
Dilution STEP	01/01-31/12	GARLIN 2	0.023			OUI			LEEGAB2
Dilution STEP	01/01-31/12	GRENADE SUR L'ADOUR	2.8			OUI			ADOUR42
Dilution STEP	01/01-31/12	HINX	17			OUI			ADOUR571
Dilution STEP	01/01-31/12	HORGUES	0.111	0.033		NON	débit de dilution faible entre 2 débits dilution forts (STEP Bagnères et Tarbes Est) dans un secteur avec peu de prélèvements		ADOUR601
Dilution STEP	01/01-31/12	HORSARRIEU	0.001			NON	débit dilution naturellement respecté	pas de prélèvement amont / BV de très petite taille	NONAME91
Dilution STEP	01/01-31/12	HOUGA	0.133	0.071		OUI		pas de prélèvement amont / BV de très petite taille	GIOULE1
Dilution STEP	01/01-31/12	IBOS	0.433	0.433	0.022	OUI		débit de dilution 1 naturellement non respecté toute l'année peu de prélèvement amont / BV de petite taille / débit de dilution fort par rapport aux débits naturels	SOUY1
Dilution STEP	01/01-31/12	JUILLAN-VILLAGE	0.375		0.340	OUI			ECHEZ2
Dilution STEP	01/01-31/12	LALUQUE (COMMUNALE)	0.058			OUI			BOURG1
Dilution STEP	01/01-31/12	LELIN-LAPUJOLLE-CAMPING	0.04	0.021		NON	Cas particulier: fonctionnement saisonnier très en-dessous de la charge	pas de prélèvement amont / BV de petite taille	CBARCEL1

Tableau: PRISE EN COMPTE DES DEBITS DE DILUTION POUR LES STATIONS D'EPURATION

Type	Période	Station d'épuration	Débit de dilution réglementaire 1 (m3/s)	Débit de dilution alternatif (m3/s)	Débit de dilution appliqué (m3/s)	LAGON	Raison de non prise en compte dans LAGON	Commentaire	BVE
Dilution STEP	01/01-31/12	LOUEY- ADOUR-ECHEZ	0.689	0.097	0.340	OUI		Cas particulier: STEP de capacité nominale > 2000 EH, mais fonctionnement < 2000 EH => prise en compte du débit alternatif car aucune augmentation sensible de la population n'est prévue (cf. diagnostic partagé PT3A)	ECHEZ1
Dilution STEP	01/01-31/12	MARCIAC	0.333			OUI			BOUES5
Dilution STEP	01/01-31/12	MAUBOURGUET	0.548			OUI			ADOUR13
Dilution STEP	01/01-31/12	MEES (COMMUNALE)	17			NON	Même débit de dilution que STEP aval proche (STEP SAAS et GOURBY)		ADOUR64
Dilution STEP	01/01-31/12	MIELAN-1 (HABITATIONS D503)	0.045	0.015		NON	Même débit de dilution que STEP aval proche (STEP Tillac)		BOUES2
Dilution STEP	01/01-31/12	MOMERES	0.111	0.033		NON	débit de dilution faible entre 2 débits dilution forts (STEP Bagnères et Tarbes Est) dans un secteur avec peu de prélèvements		ADOUR6
Dilution STEP	01/01-31/12	MONTGAILLARD 64	0.06			OUI			BAHUS8
Dilution STEP	01/01-31/12	MONTGAILLARD-HIIS	0.211	0.063		NON	débit de dilution faible entre 2 débits dilution forts (STEP Bagnères et Tarbes Est) dans un secteur avec peu de prélèvements		ADOUR5
Dilution STEP	01/01-31/12	MUGRON	7.7			OUI			ADOUR49
Dilution STEP	01/01-31/12	ORDIZAN	0.222	0.066		NON	débit de dilution faible en aval d'une valeur beaucoup plus forte (aval Bagnères ville) / très peu de prélèvements entre les 2		ADOUR4
Dilution STEP	01/01-31/12	ORINCLES	0.054	0.010		NON	Faible débit de dilution en amont d'un fort débit (STEP Louey-Adour-Echez) / peu de prélèvements sur ce secteur	débit dilution naturellement respecté	ECHEZ1
Dilution STEP	01/01-31/12	ORLEIX	0.259	0.259		OUI			ALARIC2
Dilution STEP	01/01-31/12	OSSUN	0.229	0.086	0.023	OUI		Cas particulier: STEP de capacité nominale > 2000 EH, mais fonctionnement < 2000 EH => prise en compte du débit alternatif car aucune augmentation sensible de la population n'est prévue (cf. diagnostic partagé PT3A) pas de prélèvement amont / BV de petite taille	MARDAIN1
Dilution STEP	01/01-31/12	OURSBELILLE	0.178	0.053		OUI			SOUY2
Dilution STEP	01/01-31/12	OZON	0.063	0.011		NON	débit de dilution faible par rapport à débit de dilution aval proche (STEP Tournay) / BV amont / pas de prélèvement	débit dilution naturellement respecté	ARROS-1

Tableau: PRISE EN COMPTE DES DEBITS DE DILUTION POUR LES STATIONS D'EPURATION

Type	Période	Station d'épuration	Débit de dilution réglementaire 1 (m3/s)	Débit de dilution alternatif (m3/s)	Débit de dilution appliqué (m3/s)	LAGON	Raison de non prise en compte dans LAGON	Commentaire	BVE
Dilution STEP	01/01-31/12	PLAISANCE	0.222	0.066		OUI		Cas particulier: STEP de capacité nominale > 2000 EH, mais fonctionnement < 2000 EH => prise en compte du débit alternatif car aucune augmentation sensible de la population n'est prévue	ARROS7
Dilution STEP	01/01-31/12	PONTONX SUR L'ADOUR (COMMUNALE)	0.016			NON	débit de dilution faible entre 2 DOE forts (Audon et St-Vincent)		ADOUR55
Dilution STEP	01/01-31/12	POUYASTRUC	0.154	0.028		OUI			ESTEO2
Dilution STEP	01/01-31/12	PRECHACQ LES BAINS	0.008			OUI		débit dilution naturellement respecté	BAHURAT1
Dilution STEP	01/01-31/12	PUJO	0.169	0.031		NON	débit de dilution faible par rapport à débit de dilution amont proche (STEP Tarbes Ouest)		ECHEZ5
Dilution STEP	01/01-31/12	RABASTENS-DE-BIGORRE	0.235	0.235		OUI			ESTEO3
Dilution STEP	01/01-31/12	RISCLE	0.278	0.278		OUI			ADOUR21
Dilution STEP	01/01-31/12	RIVIERE SAAS ET GOURBY (NOUVELLE)	17			OUI			ADOUR64
Dilution STEP	01/01-31/12	SAINT MAURICE SUR L'ADOUR 2	2.6			OUI			ADOUR43
Dilution STEP	01/01-31/12	SAINT-GERME	0.103	0.035		OUI			LAPJARR2
Dilution STEP	01/01-31/12	SAINT-MONT SAMADET (COMMUNALE)	0.064	0.012		OUI			SAGET1
Dilution STEP	01/01-31/12	ST PAUL LES DAX 2	0.26			OUI			POUSTAG1
Dilution STEP	01/01-31/12	ST SEVER URBAINE	3.8			OUI			ADOUR45
Dilution STEP	01/01-31/12	ST VINCENT DE PAUL 2	0.1			OUI			OUZENTE1
Dilution STEP	01/01-31/12	TARBES-EST	2.5		2.300	OUI			ADOUR8
Dilution STEP	01/01-31/12	TARBES-OUEST	2.333	2.333	1.000	OUI			ECHEZ4
Dilution STEP	01/01-31/12	TASQUE	0.061	0.011		OUI			LAS1
Dilution STEP	01/01-31/12	TILLAC	0.045	0.015		OUI			BOUES2
Dilution STEP	01/01-31/12	TOSTAT-LOTISSEMENT HLM	0.045	0.007		NON	très faible débit de dilution en aval de consignes beaucoup plus élevées (STEP Tarbes Est par exemple)		ADOUR9
Dilution STEP	01/01-31/12	TOURNAY	0.222	0.066		OUI			ARROS-1

Tableau: PRISE EN COMPTE DES DEBITS DE DILUTION POUR LES STATIONS D'EPURATION

Type	Période	Station d'épuration	Débit de dilution réglementaire 1 (m3/s)	Débit de dilution alternatif (m3/s)	Débit de dilution appliqué (m3/s)	LAGON	Raison de non prise en compte dans LAGON	Commentaire	BVE
Dilution STEP	01/01-31/12	VIC-EN-BIGORRE	0.313	0.313		NON	débit de dilution faible par rapport à débit de dilution amont (STEP Tarbes Ouest)		ECHEZ6
Dilution STEP	01/01-31/12	VIELLA	0.048	0.009		NON	débit consigne plus fort appliqué à l'aval immédiat => déséquilibre comptabilisé globalisé	pas de prélèvement amont / BV de très petite taille	BEGUE1
Dilution STEP	01/01-31/12	VILLECOMTAL-SUR-ARROS	0.078	0.023		NON	débit de dilution faible comparé à la taille du BV, en aval de débits imposés plus forts (STEP Tournay)		ARROS3

4.4 DEBIT DE FONCTIONNEMENT DE LA PISCICULTURE

L'atelier du projet de territoire de l'Adour en Amont d'Aire (PT3A) du 15/10/2019 a fait remonter un besoin spécifique lié à l'activité de la pisciculture de Riscle. Ce besoin est expliqué en détails dans le compte-rendu de l'atelier dont un extrait est reporté ici. « *La pisciculture « Les Esturgeons de l'Adour » est alimentée par le canal de Tarsaguet par dérivation d'une partie du débit de celui-ci. La totalité de l'eau entrant sur le site est restituée au canal. Ce canal a été dimensionné pour passer un débit maximum de 3 300l/s. Hors période d'étiage, « Les Esturgeons de l'Adour », gestionnaire du seuil de Lacaussade, laisse passer la totalité du débit afin de permettre un fonctionnement optimal de la centrale hydroélectrique située en aval. En revanche, la pisciculture n'utilise qu'une partie du débit disponible (environ 2 700l/s). Avant la période d'étiage, pour anticiper le manque d'eau, la pisciculture met en route ses systèmes de recirculation. Installés en 2008 et 2014, ils permettent de réutiliser, après réoxygénation, une grande majorité de l'eau sortant des bassins. En période d'étiage, les systèmes de recirculation peuvent être utilisés à leur maximum afin de pallier le manque d'eau et de contribuer à un partage équilibré de la ressource. Ces systèmes permettent une recirculation maximale de 70 % du débit sortant et ne nécessitent ainsi, que 30% d'eau neuve, ce qui représente environ 800 l/s ».*

Un point consigne basé sur ce débit minimum permettant d'assurer le fonctionnement de la pisciculture est donc retenu pour la modélisation.

5 LES POINTS BILANS

Le cahier des charges de l'étude définit les points bilans à prendre en compte :

- 9 sur l'Adour,
- 9 sur les affluents à l'aval des sous-bassins,

afin de sectoriser les déséquilibres. Des débits consignes ne sont pas toujours associés à ces points de bilans.



6 PRINCIPALES EVOLUTIONS PAR RAPPORT A 2005

Suite à l'analyse critique d'IRSTEA sur le bilan besoins ressources réalisé en 2005, des adaptations ont été prises en compte dans cette nouvelle étude. Le tableau suivant récapitule les principales différences.

Tableau 4 : principales différences entre le BBR 2005 et le BBR 2020

Objet	BBR 2005	BBR 2020
Périmètre	l'Adour en amont d'Aire, y compris les Leés, Bouès exclus	Périmètre du SAGE Adour amont
Période annuelle	Du 1 ^{er} juin au 31 octobre	Toute l'année du 1 ^{er} juin au 31 mai
Chronique	1969-2003	1988-2018
Données Météo	Postes pluviométriques et stations ETP	Données SAFRAN par mailles de 8 km * 8 km
Prise en compte de la neige	non	oui
Secteurs agricoles	6 secteurs agricoles	45 secteurs agricoles sur le périmètre Adour amont Aire y c Leés, Bouès exclus Au total, 99 secteurs agricoles sur le périmètre SAGE Adour amont
Points consignés	DOE et DSG	DOE, DSG, A la demande des acteurs : débits de salubrité (dilution des rejets de STEP), débit de fonctionnement de pisciculture



PARTIE II - RESSOURCES NATURELLES ET ARTIFICIELLES DU TERRITOIRE





La ressource constitue le 1^{er} paramètre du bilan à caractériser. Elle se compose de la ressource naturelle superficielle (cours d'eau, nappe superficielle) et de la ressource artificielle (lacs). Sur le bassin de l'Adour, les débits mesurés sont influencés par les prélèvements, par les rejets liés aux usages de l'eau mais aussi par les dérivation par les canaux et par les réalimentations. La 1^{ère} étape demande donc de constituer des chroniques récentes de débits naturels. Pour cela, on utilise une modélisation Pluie - Débit.

Point vocabulaire : les débits naturels journaliers correspondent aux débits qu'il y aurait dans la rivière s'il n'y avait aucun prélèvement ni rejet, ni réalimentation

1 RESSOURCES NATURELLES

1.1 POINT DE DEPART ET MANQUES SUR LES DEBITS NATURELS

1.1.1 Objectif de l'exercice

Les débits mesurés aux stations hydrométriques du bassin traduisent une hydrologie influencée par les usages humains de l'eau : prélèvements, rejets, lâchers de barrages,... Dans le cadre d'une étude de bilan visant à confronter la ressource et les besoins en eau d'un territoire, la reconstitution des débits « naturels » constitue un préalable. Sur cette base, des scénarios d'évolution des besoins pourront être imaginés par les acteurs et simulés afin d'être utilisés en tant qu'aides à la décision.

La reconstitution des débits naturels est donc une étape très importante au cours d'une étude des ressources en eau.

1.1.2 Données à disposition

1.1.2.1 Débits naturels

Sur le territoire d'étude, des débits naturels ont déjà été reconstitués lors d'études antérieures, mais les données les plus récentes s'arrêtent en 2005. La présente étude doit proposer une vision actualisée du territoire. Dans ce but, elle se base sur une période récente, pour laquelle il n'existe pas de données désinfluencées.

La reconstitution de débits naturels pour les années récentes est nécessaire pour caractériser la ressource naturelle.

Les chroniques de débits naturels à notre disposition proviennent de différentes études passées faisant référence.



Tableau 5 : Sources des chroniques de débits naturels reconstitués utilisés pour l'étude

Nom de l'étude	Plan de Gestion des Etiages	Etudes des volumes prélevables	Etude du système Neste
Date	2005	2009	2005
Producteur	CACG	EAUCEA	CACG
Usage	Tout public	Tout public	Usage Interne CACG
Méthode utilisée pour reconstituer des débits naturels	1-Reconstitution algébrique sur une sous période réduite 2-Utilisation d'un modèle pluie débit pour « étendre » la chronique	1- Uniquement reconstitution algébrique	1-Reconstitution algébrique sur une sous période réduite 2-Utilisation d'un modèle pluie débit pour « étendre » la chronique
Modèle hydrologique utilisé	GR4J	-	GR4J
Périodes de production des débits naturels	1969 - 2005	1969 - 2003	1960 - 2005
Stations intéressantes pour étude BBR	Adour à Tarbes Louet à Sombrun Larcis à Lannux (= Lées à Bernède) Arros à Juillac Echez à Borderes Adour à Estirac Adour à Aire-sur-l'Adour	L'Adour à Audon L'Adour à Saint-Vincent-de-Paul	Le Bouès à Beaumarchés

Dans un souci de cohérence et de continuité avec les études passées et en lien avec les attendus du marché, nous utiliserons ces données de débits naturels reconstitués comme débits de calage pour les modèles pluie/débit afin d'obtenir les chroniques de débits naturels sur une période plus longue ou surtout plus récente, intégrant les effets constatés du changement climatique.

1.1.2.2 Débits influencés

Le bassin de l'Adour est équipé de nombreuses stations hydrométriques. On en dénombre 57 sur la zone d'étude dont 18 sont hors service.

Toutefois, le bassin versant étant influencé par les prélèvements, les réalimentations depuis les ouvrages, les débits mesurés à ces stations ne représentent des débits naturels que dans quelques cas.

Par ailleurs, la durée des chroniques est inégale. L'utilisation des stations est variable : certaines sont des stations d'hydrométrie générale, d'autres des stations d'annonce de crue. Les stations d'hydrométrie générale sont généralement utilisées dans toute la gamme des débits avec une bonne précision sur les bas débits tandis que les stations d'annonce de crue ne sont pas destinées à mesurer des débits d'étiage. Pour le bilan besoins ressources, on recherche plutôt des stations fiables pour les bas débits qui correspondent aux périodes de déséquilibres potentiels.

Le tableau suivant dresse la liste des stations hydrométriques de la DREAL Nouvelle-Aquitaine sur la zone d'étude.

En plus, il existe un réseau de stations hydrométriques utilisé par le gestionnaire pour le suivi des débits d'étiage à l'aval des ouvrages de réalimentation.



Tableau 6 : stations hydrométriques - Producteur : DREAL Nouvelle-Aquitaine (source : eaufrance)

Code	Station hydrométrique	Commune	Date mise en service	Date fermeture	Nombre d'années
Q011501001	La Gaillette à Pouzac	65370	01/09/1910	01/01/1945	35
Q022501001	La Gespe à Tarbes [Route de Lourdes]	65440	15/06/1986		35
Q010001001	L'Adour [Adour seul] à Asté [Pont d'Asté]	65042	01/01/1912		109
Q010511001	L'Adour [Canal d'Asté] à Asté [Canal d'Asté]	65042	01/04/1951		70
Q012501001	L'Adour [prise sur l'Adour] à Hiis	65221	15/06/1986		35
Q010002001	L'Adour [total (1950 à 1984)] à Asté [1]	65042	01/09/1910	01/01/1984	74
Q110001002	L'Adour à Aire-sur-l'Adour	40001	01/10/1968		52
Q110001001	L'Adour à Aire-sur-l'Adour - Ancienne	40001	01/01/1913	01/01/1946	34
Q010003001	L'Adour à Bagnères-de-Bigorre	65059	08/11/1993		27
Q045001001	L'Adour à Cahuzac-sur-Adour	32070	01/01/1973		48
Q000002001	L'Adour à Campan [Payolle]	65123	01/01/2000		21
Q000002002	L'Adour à Campan [Payolle]	65123	01/01/1910	01/01/1948	39
Q074001001	L'Adour à Corneillan	32108	01/01/1955	01/10/2002	49
Q312001001	L'Adour à Dax	40088		01/01/1956	
Q312003001	L'Adour à Dax [Pont des arènes]	40088	06/08/1993		27
Q028003001	L'Adour à Estirac	65174	01/10/1968		52
Q116001001	L'Adour à Grenade-sur-l'Adour	40117	18/10/1993		27
Q036001001	L'Adour à Hères [Jû Belloc]	65219	01/04/1998		23
Q013003001	L'Adour à Maubourguet	65304	01/01/1992		29
Q012005001	L'Adour à Montgaillard	65320	01/10/1968	01/01/1982	14
Q142001001	L'Adour à Onard - Audon	40208	01/01/1974		47
Q303001001	L'Adour à Pontonx-sur-l'Adour	40230	01/01/1990		31
Q074002001	L'Adour à Riscle	32344	01/01/1990		31
Q124001001	L'Adour à Saint-Sever	40282	01/01/1993		28
Q312001002	L'Adour à Saint-Vincent-de-Paul	40283	01/01/1949		72
Q012006002	L'Adour à Tarbes	65440	01/12/1981		39
Q012006001	L'Adour à Tarbes - Ancienne	65440	01/10/1968	01/01/1979	11
Q001501001	L'Adour de Gripp à Bagnères-de-Bigorre [La Mongie]	65059	01/05/1924	01/01/1969	46
Q001503001	L'Adour de Gripp à Bagnères-de-Bigorre [Pont du Tourmalet]	65059	23/12/1921	05/01/1942	21
Q001505001	L'Adour de Gripp à Campan [Pont de Caragnas]	65123	01/01/1920	01/01/1949	30
Q055401001	L'Arrêt-Darré à Vielle-Adour	65464	01/10/1968		52
Q052252001	L'Arros à Gourgue	65207	01/10/1968	01/01/2015	47
Q061251001	L'Arros à Juillac	32164	01/01/1966		55
Q067231001	L'Arros à Plaisance	32319	01/01/1992		29
Q052253001	L'Arros à Tournay	65447	01/01/1992		29
Q061252001	L'Arros à Villecomtal-sur-Arros	32464	01/08/1921	01/01/1945	24
Q061253001	L'Arros à Villecomtal-sur-Arros [RN21]	32464	01/01/1992		29
Q122402002	Le Bahus à Classun	40082	28/07/1999		21
Q122402001	Le Bahus à Eugénie-les-Bains	40097	01/09/1969	05/03/2000	32
Q066402002	Le Bouès à Beaumarchés	32036	01/04/2002		19
Q066402001	Le Bouès à Juillac	32164	01/10/1968	01/04/2002	34
Q064402001	Le Bouès à Miélan	32252	01/01/1992		29
Q022403001	Le canal du Moulin [L'Echez] à Maubourguet	65304	01/01/2000		21

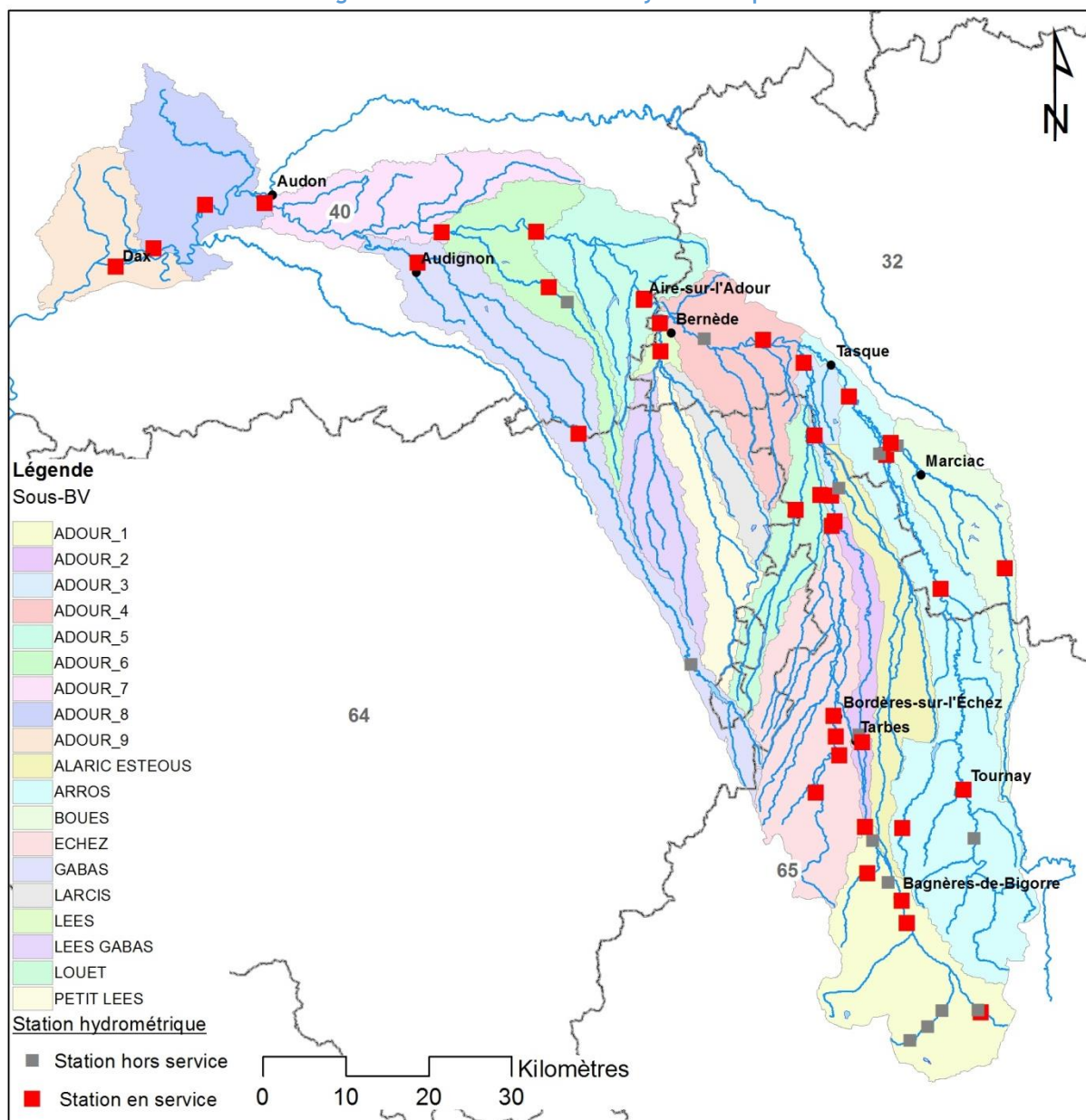


Code	Station hydrométrique	Commune	Date mise en service	Date fermeture	Nombre d'années
Q131401001	Le Gabas à Arrien	64053	05/08/1976	10/07/2007	32
Q132401001	Le Gabas à Poursiugues-Boucoue	64457	29/08/1967		53
Q109402002	Le Léés à Bernède	32046	01/09/2002		18
Q109402001	Le Léés à Lannux	32192	01/10/1968		52
Q041401001	Le Louet à Sombrun	65429	01/10/1968		52
Q061391001	Le ruisseau de Larté à Ladevèze-Rivière	32174	01/10/1968	01/01/1975	7
Q138571001	Le ruisseau de Laudon à Audignon	40017	29/07/1988		32
Q043501001	Le ruisseau de Layza à Villefranque	65472	01/10/1968		52
Q110501001	Le ruisseau des Arribauts à Aire-sur-l'Adour	40001	01/10/1968		52
Q022402001	L'Echez à Bordères-sur-l'Echez	65100	01/10/1968		52
Q021401001	L'Echez à Louey	65284	01/11/1968		52
Q022501101	L'Echez à Tarbes	65440	15/05/1992		29
Q035401001	L'Estéous à Estirac	65174	01/10/1968	01/01/1975	7
Q011571001	L'Oussouet à Trébons	65451	01/10/1975		45

L'ensemble de ces stations est représenté sur la figure suivante.



Figure 5 : stations de mesures hydrométriques



1.2 CHOIX DE LA PERIODE A RECONSTITUER

Les études précédentes dont les débits reconstitués servant au calage démarrent en 1970. Le choix de reconstitution des débits naturels pour la présente étude aurait donc pu être de conserver la totalité de la chronique envisageable à savoir 1970-2018.

Les membres de la Commission locale de l'eau (CLE) Adour amont (réunion du 27/08/2019) ont demandé que la chronique retenue corresponde à celle présentant les valeurs de référence les plus discriminantes, afin d'intégrer au mieux les effets du changement climatique qui engendrent une baisse accélérée des faibles débits. Pour ce faire, ils ont proposé une réduction de la chronique à 20 ans voire même 10 ans. Une condition complémentaire était de garantir la rigueur statistique de l'analyse. Pour ce faire, le comité technique a considéré qu'une période de 10 ans est insuffisante pour définir des étiages quinquennaux secs (généralement, une période minimale de 20 ans est admise).

Des analyses des premiers résultats de reconstitution des débits basées sur les stations MétéoFrance (cf. Annexe V présentant ces résultats) ont été menées afin d'apporter des éléments de décision. La comparaison des valeurs statistiques aux stations hydrométriques calculées à partir de différentes chroniques (sans réduire le nombre d'années en-deçà de 20) a été réalisée : les statistiques ont été calculées pour les périodes 1970-2018, 1970-2000, 1988-2018, 1998-2018.

Un exemple est fourni ci-dessous pour la station de l'Adour à Aire.

Tableau 7: comparaison de débits caractéristiques de l'Adour à Aire-sur l'Adour en fonction de la chronique considérée

	Chronique 1970-2018	Chronique 1970-2000	Chronique 1988-2018	Chronique 1998-2018
Module (m ³ /s)	39,3	41,3	36,9	36,5
QMNA5 (m ³ /s)	9,3	9,6	9	9,2

Ces résultats mettent bien en évidence la baisse du module dans les chroniques récentes. De même le QMNA5 diminue lorsqu'on intègre les années récentes à la chronique. Or, dans le cadre du bilan besoins-ressources, ce sont les faibles débits (représentés par le QMNA5) qui sont étudiés pour effectuer une analyse en année quinquennale sèche. Pour autant, une chronique de 20 ans n'apporte que peu d'écart par rapport à une chronique de 30 ans, plus robuste par ailleurs pour effectuer des analyses pour une période de retour de 5 ans (fréquence quinquennale).

Aussi, afin de garantir la robustesse statistique de la chronique tout en répondant à la demande de la CLE de retenir la chronique intégrant les valeurs statistiques les plus faibles, le comité technique du 3/10/2019 a choisi de retenir la chronique des 30 dernières années, c'est-à-dire 1988-2018.

Par ailleurs, les comparaisons de valeurs statistiques en tous points du bassin montrent que la tendance à la baisse des débits naturels est générale. Globalement, plus la chronique contient d'années anciennes, plus le débit moyen interannuel est fort, sauf pour les 2 stations influencées par la neige, l'Adour à Tarbes et l'Arros à Juillac. Dans ces 2 cas, la tendance générale est à la baisse mais on constate une légère augmentation de la valeur du module entre les 2 chroniques récentes 1988-2018 et 1998-2018.

Cette particularité des débits moyens pour ces 2 stations se retrouve pour toutes les stations lorsqu'on s'intéresse aux débits d'étiage : les valeurs statistiques de la chronique 1988-2018 sont légèrement inférieures à celles de la chronique 1998-2018 (sauf pour l'Adour à Tarbes).

(cf. annexe V)



1.3 COMPLETER LES CHRONIQUES DE DEBITS NATURELS

Pour réaliser le bilan besoins ressources à l'échelle du territoire, il est nécessaire de disposer de débits naturels pour toutes les stations retenues sur l'ensemble de la période choisie.

La démarche habituelle pour obtenir des chroniques « désinfluencées » consiste à reconstituer les chroniques d'influences (prélèvements, soutien d'étiage) et de les soustraire aux débits mesurés sur les stations disponibles du bassin considéré. Cette démarche, classique sur les grands cours d'eau, s'avère parfois difficilement applicable sur des petits cours d'eau.

1.3.1 Calage du modèle : objectif

En préambule, nous rappelons que le calage d'un modèle consiste à *ajuster les valeurs numériques attribuées à ses paramètres, afin que les valeurs calculées d'une variable ou d'une grandeur soient aussi proches que possible des valeurs observées de cette variable ou de cette grandeur*⁷. Dans le cas d'un modèle pluie - débit, les données de calage sont constituées par les chroniques de débits naturels. Ici, il s'agit

- des débits mesurés aux stations hydrométriques lorsqu'ils ne sont pas ou peu influencés,
- des débits désinfluencés ou pseudo-naturels issus des études antérieures dans les autres cas.

Les données de débits naturels disponibles pour le calage du modèle ont été présentées au paragraphe précédent, elles sont issues des études réalisées par le passé sur le territoire d'étude.

Le choix a été fait de se baser sur les chroniques reconstituées par le passé pour conserver une continuité avec des études pour lesquelles les débits naturels reconstitués ont été validés. Nous avons préféré traiter avec les données produites par les modèles antérieurs plutôt qu'avec les données ayant servi au calage de ces modèles afin d'avoir une disponibilité plus longue et plus récente des données de calage.

Ces données issues d'études antérieures sont réputées fiables suite à leur validation par les comités de suivi des études dont elles sont extraites (services de l'Etat, financeurs).

Le calage du modèle permet de déterminer les 4 (5 ou 6) valeurs des paramètres libres grâce à une procédure de calage automatique, dite méthode « pas-à-pas », développée et largement testée par l'IRSTEA. Cette procédure est une procédure locale de recherche d'un optimum dans l'espace des paramètres. Elle est bien adaptée pour les modèles ayant un faible nombre de paramètres, comme c'est le cas ici.

Le calage des modèles s'effectue en utilisant le critère de Nash-Sutcliffe (NSE). Le critère de Nash-Sutcliffe exprime la différence relative entre l'erreur du modèle hydrologique testé et l'erreur d'un modèle de référence, défini par la moyenne des débits. **Plus la valeur du critère est proche de 1, meilleur est l'accord entre la simulation et l'observation.** Une valeur négative du critère signifie qu'il est préférable de prendre comme modèle la moyenne des débits observés plutôt que le modèle proposé avec ses paramètres. Une valeur nulle signifie que le modèle de référence et le modèle proposé ont la même performance.

Le critère calculé sur les débits présente l'inconvénient de donner beaucoup de poids aux valeurs fortes. La même formulation utilisée sur l'inverse de la variable ou sur la racine de la variable permet de diminuer le poids des valeurs fortes (on donne alors moins d'importance aux très forts débits, mesurés en crue, pour lesquels les erreurs relatives de mesure peuvent être plus importantes). Le critère calculé sur l'inverse des débits donne plus d'importance aux étiages. Le critère calculé sur les racines des débits est assez général et donne un poids similaire à la simulation des débits de crues et d'étiages. **Puisque nous souhaitons ensuite utiliser les débits moyens journaliers simulés en entrée d'un modèle de bilan besoins-ressources sur l'année**

⁷ source : Encyclopédie de l'hydrologie urbaine et de l'assainissement



entière, nous choisissons de caler les modèles avec le critère de Nash-Sutcliffe calculé sur la racine des débits.

La période utilisée pour le calage est principalement la période 1988-2003 (cf. détails au paragraphe précédent).

1.3.2 Choix du modèle : un modèle pluie-débit actualisé

L'utilisation d'un modèle pluie-débit se justifie par le besoin de disposer de chroniques hydrologiques étendues pour ensuite déterminer des débits d'étiage de référence représentatifs. En effet, les modèles pluie-débit permettent de reconstituer des débits à l'exutoire d'un bassin versant à partir de données météorologiques classiques (précipitations et évapotranspiration ETP). Ces modèles pluie-débit peuvent être plus ou moins complexes mais, en ingénierie, ce sont les modèles de type conceptuel qui sont utilisés car moins gourmands en données et plus faciles à mettre en œuvre.

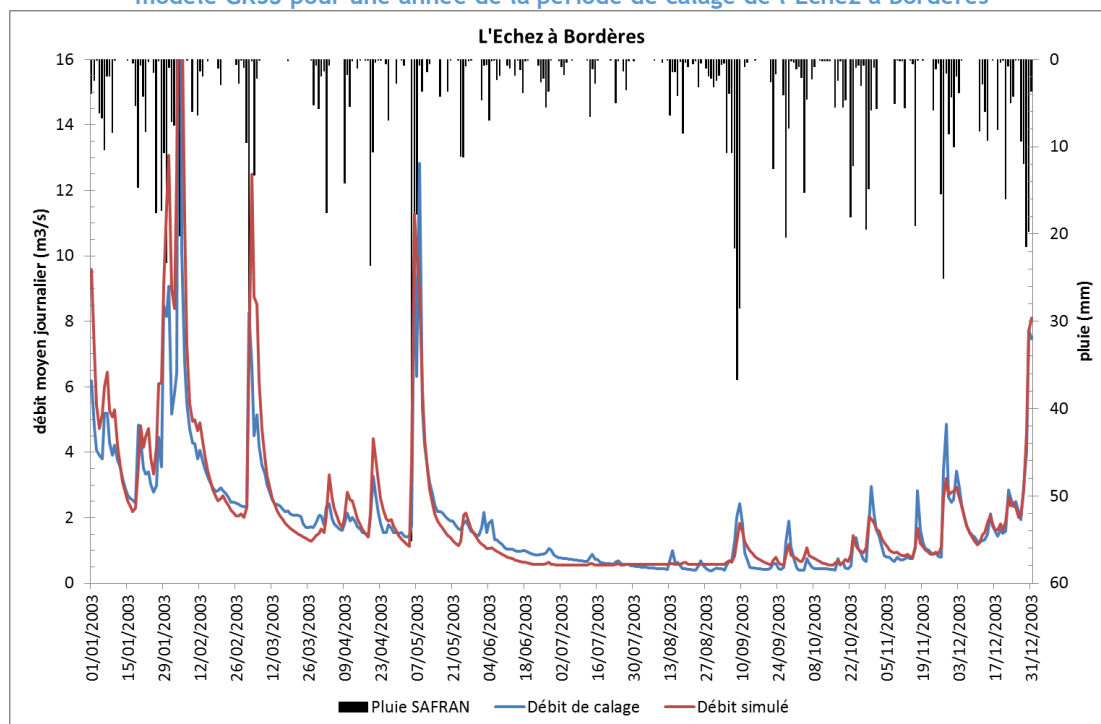
Sur les bassins équipés de stations hydrométriques, l'estimation des débits est réalisée en deux étapes :

- Le calage des paramètres du modèle pluie-débit sur les années récentes où l'on dispose des débits mesurés aux stations, de données climatiques et des données de prélèvements. **Le calage du modèle s'effectue alors sur la chronique des débits désinfluencés ;**
- L'utilisation des paramètres calés précédemment pour aboutir à une reconstitution des débits naturels sur une période plus longue (dépendant de la période de disponibilité des données d'entrée).

Les données climatiques sont souvent disponibles sur de longues périodes (notamment grâce aux développements de la base de données SAFRAN qui présente de la donnée depuis 1958), à l'inverse des débits des stations considérées (la majorité des stations françaises présentent des données bancarisées post 1970). L'utilisation d'un modèle pluie-débit permet donc d'étendre la période de disponibilité et de déterminer des débits de référence d'étiage plus représentatifs. Les estimations sont néanmoins tributaires des incertitudes liées à la modélisation et à la performance du modèle choisi.



Figure 6 : Comparaison des pluies SAFRAN, des débits naturels reconstitués et des débits simulés par le modèle GR5J pour une année de la période de calage de l'Echez à Bordères



Dans ce type de modèle conceptuel, les chroniques reconstituées sont calées sur les débits désinfluencés, basés sur les débits observés. Les débits observés résultent des variables climatiques et des caractéristiques intrinsèques du bassin versant : topographie, occupation du sol, géologie, présence de zones humides,... influençant les écoulements. Ces divers facteurs sont indirectement pris en compte par le modèle pluie-débit.

Les modèles hydrologiques utilisés pour la présente étude sont les modèles GR (GR4, GR5 et GR6) développés par IRSTEA (anciennement CEMAGREF). Ils appartiennent à la famille des modèles GR (Génie Rural) et permettent de simuler le comportement hydrologique d'un bassin versant au travers d'une modélisation type pluie-débit. Il s'agit, à partir de la connaissance de la pluie tombée sur le bassin, de reproduire la réponse en débit du bassin, à l'aide d'un modèle.

Les caractéristiques de ce type de modèle sont les suivantes. Il s'agit d'un modèle :

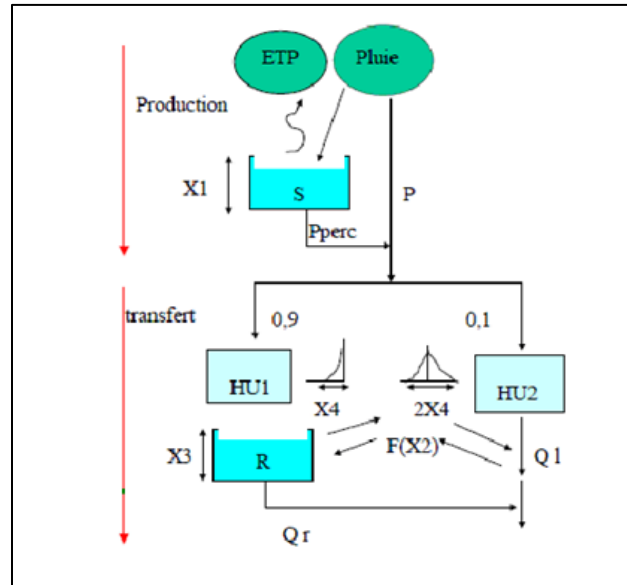
- continu : il comporte une représentation du taux de saturation des sols pour tenir compte des conditions pluviométriques passées ;
- global : il représente le bassin versant de manière simplifiée, limitant ainsi les besoins en données ;
- avec une structure à réservoirs, l'apparentant ainsi à des modèles conceptuels, bien que son mode de construction conduise à le classer entre modèles conceptuels et empiriques.
- fonctionnant au pas de temps journalier ou horaire pour s'adapter à des dynamiques de crue variées. Dans notre cas, le pas de temps journalier sera utilisé.

1.3.2.1 Le modèle historique : GR4

Le modèle hydrologique est composé d'un module de production permettant la transformation volumétrique des pluies et d'un module de transfert servant à répartir la pluie efficace dans le temps. La structure du modèle GR4 le plus couramment utilisé est présentée ci-dessous :



Figure 7: Schématisation du modèle Pluie-Débit GR4J



La structure du modèle hydrologique repose sur les composants suivants :

- Un réservoir de production qui permet d'assurer un suivi des conditions d'humidité du bassin.
- Deux hydrogrammes unitaire HU1 et HU2 (la quantité d'eau qui atteint la fonction de routage est divisée en deux composantes d'écoulement, 90 % étant routés par un hydrogramme unitaire HU1 et un réservoir de routage, 10 % par un unique hydrogramme unitaire HU2).
- Un réservoir de routage quadratique, de capacité ROUT (en mm).
- Un échange souterrain en eau (perte ou gain) matérialisé par la fonction $F(x_2)$ sur la figure ci-dessus.

Enfin, GR4 comporte quatre paramètres libres.

- X_1 : La capacité du réservoir de production (mm)
- X_2 : coefficient d'échanges souterrains (mm)
- X_3 : capacité à un jour du réservoir de routage (mm)
- X_4 : temps de base de l'hydrogramme unitaire HU1 (j)

De plus amples détails sont présentés en annexe IV.

1.3.2.2 Les nouveaux modèles : GR5 et GR6

Des versions plus récentes du modèle GR4 existent. Elles permettent notamment une simulation améliorée des étiages:

- Version à cinq paramètres (GR5J ; Le Moine, 2008) ; le 5^{ème} paramètre permet :
 - l'amélioration de la simulation des étiages. Ce 5^{ème} paramètre traduit le fait qu'en fonction du niveau de saturation du bassin versant, la rivière peut alimenter la nappe ou l'inverse.
 - d'obtenir de meilleurs critères de cohérence du bilan (semi-distribution, Le Moine, 2008, Chapitre 6). Selon la période de l'année, le modèle va pouvoir adapter ses échanges avec le sous-sol en enlevant ou apportant de l'eau.
- Version à six paramètres (GR6J ; Pushpalatha, 2013) ; le 6^{ème} permet :
 - de gagner en flexibilité pour mieux simuler les étiages.
 - il représente le paramètre de contrôle de la pente de la courbe de décrue. Ce paramètre est un niveau de base du réservoir exponentiel qui permet de reproduire le débit de base et de contrôler la dynamique des récessions de crues.

Les 3 modèles (GR4J, GR5J et GR6J) ont été testés dans l'étude avec les données des postes pluviométriques. Un bilan des tests effectués avec GR4J et GR5J est présenté en Annexe V. Les modélisations réalisées avec GR5J sont conservées car il est mieux adapté à des bassins avec une



composante nappe et car le critère de Nash obtenu par station est équivalent ou légèrement meilleur qu'avec GR4J.

1.4 DONNEES MANQUANTES POUR RECONSTITUER LES DEBITS NATURELS SUR LA PERIODE 1988-2018

Le modèle pluie-débit a besoin de connaître la surface du bassin et d'être alimenté en continu par 2 grands types de données :

- Les données météorologiques :
 - La pluviométrie de bassin.
 - L'évapotranspiration de bassin (ETP).
- Les données hydrométriques (débits désinfluencés assimilables à des débits naturels cf. PARTIE II § 1.1.2.1) servant au calage.

1.4.1 Caractéristiques des bassins-versants

En terme topographique, les modèles pluie-débit de type GR ont seulement besoin de connaître la superficie du bassin. Le tableau suivant présente la valeur donnée par la banque hydro ainsi que la valeur déterminée géomatiquement, à partir d'un MNT (modèle numérique de terrain) à une maille de 75 m (donnée IGN).

Dans la suite de l'étude nous retiendrons la valeur déterminée géomatiquement qui est en cohérence avec le découpage en bassins versants élémentaires qui sera utilisé dans le modèle du bilan besoins-ressources.

Tableau 8: superficie des différents bassins versants considérés pour la modélisation hydrologique

Stations hydrométriques	Superficie du bassin versant donnée par la banque hydro (km ²)	Superficie du bassin versant recalculée ⁸ (km ²)
Adour à Tarbes	402	378,4
Echez à Bordères-sur-l'Echez	168	157,1
Louet à Sombrun	85,3	85,3
Arros à Juillac	590	563,4
Lées à Bernède	423	422,1
Bouès à Beaumarchés	240	241,1
Adour à Estirac	906	866,1
Adour à Aire-sur-l'Adour	2 930	2 929
Adour à Audon	4 100	4 025,1
Adour à Saint-Vincent-de-Paul	7 830	7 740,5

Pour les stations de l'Adour à Tarbes et de l'Arros à Juillac, il est également nécessaire de connaître la répartition du bassin versant en bande d'altitude afin de pouvoir utiliser le module CemaNeige qui permet de simuler l'évolution du manteau neigeux sur le bassin versant.

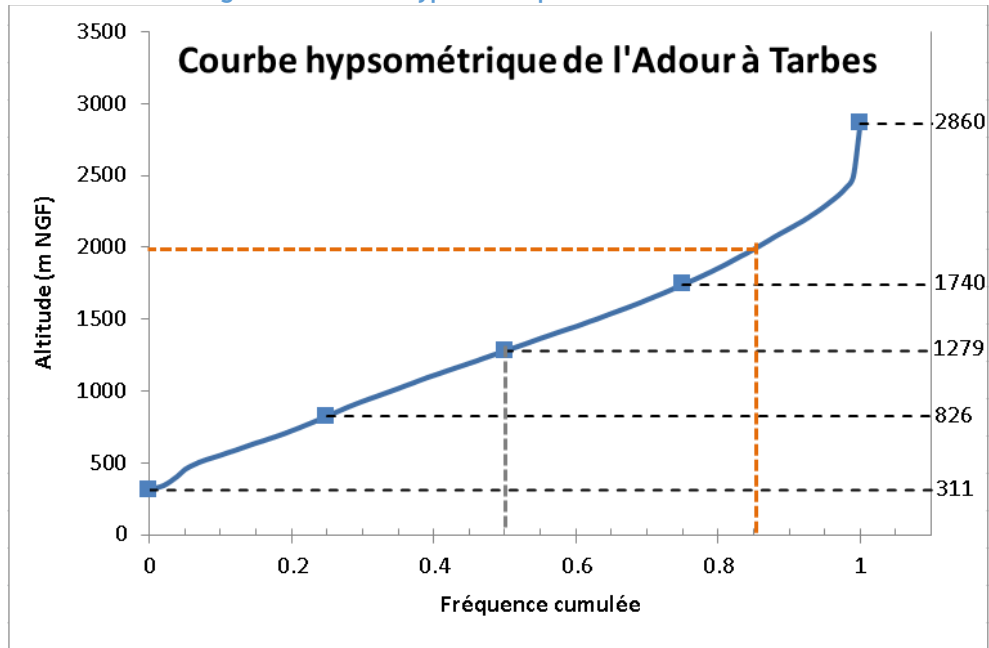
Les deux figures suivantes présentent la courbe hypsométrique⁹ de chacun des 2 bassins.

⁸ A partir d'un MNT 75 m (donnée IGN)

⁹ Courbe représentant le pourcentage de la superficie d'un bassin situé au-dessus d'une altitude donnée en fonction de l'altitude



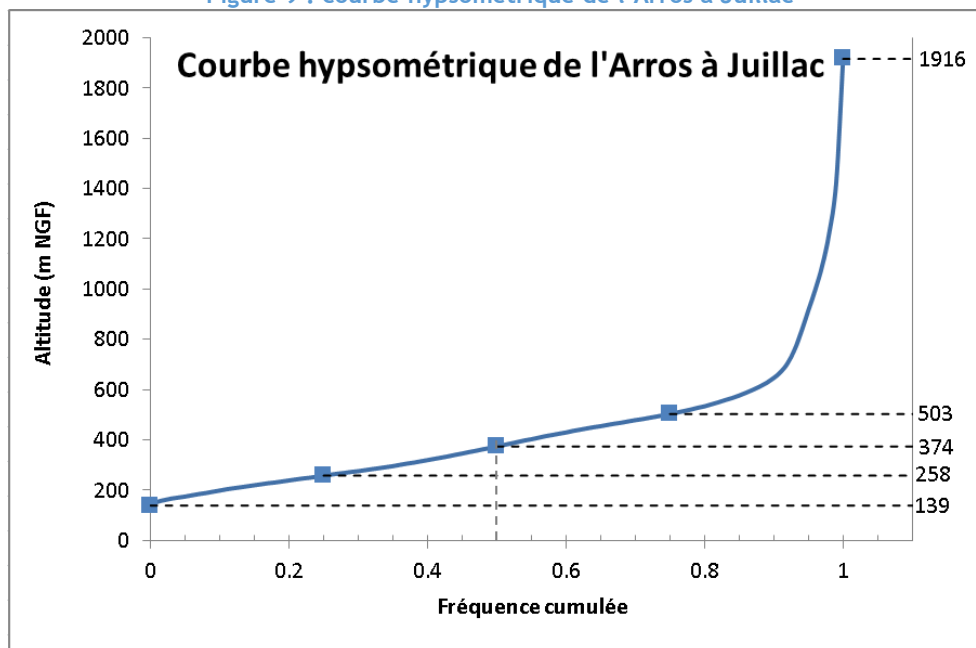
Figure 8 : Courbe hypsométrique de l'Adour à Tarbes



Cette courbe traduit la répartition des altitudes du bassin. Pour l'Adour à Tarbes, on observe que l'altitude médiane est 1279 m ce qui signifie que 50% du bassin versant se situe à une altitude inférieure. 85% du bassin a une altitude inférieure à 2000 m.



Figure 9 : courbe hypsométrique de l'Arros à Juillac



Pour l'Arros, l'altitude maximale est inférieure à 2000 m. L'altitude médiane est plutôt basse : 374 m.

1.4.2 Données météorologiques

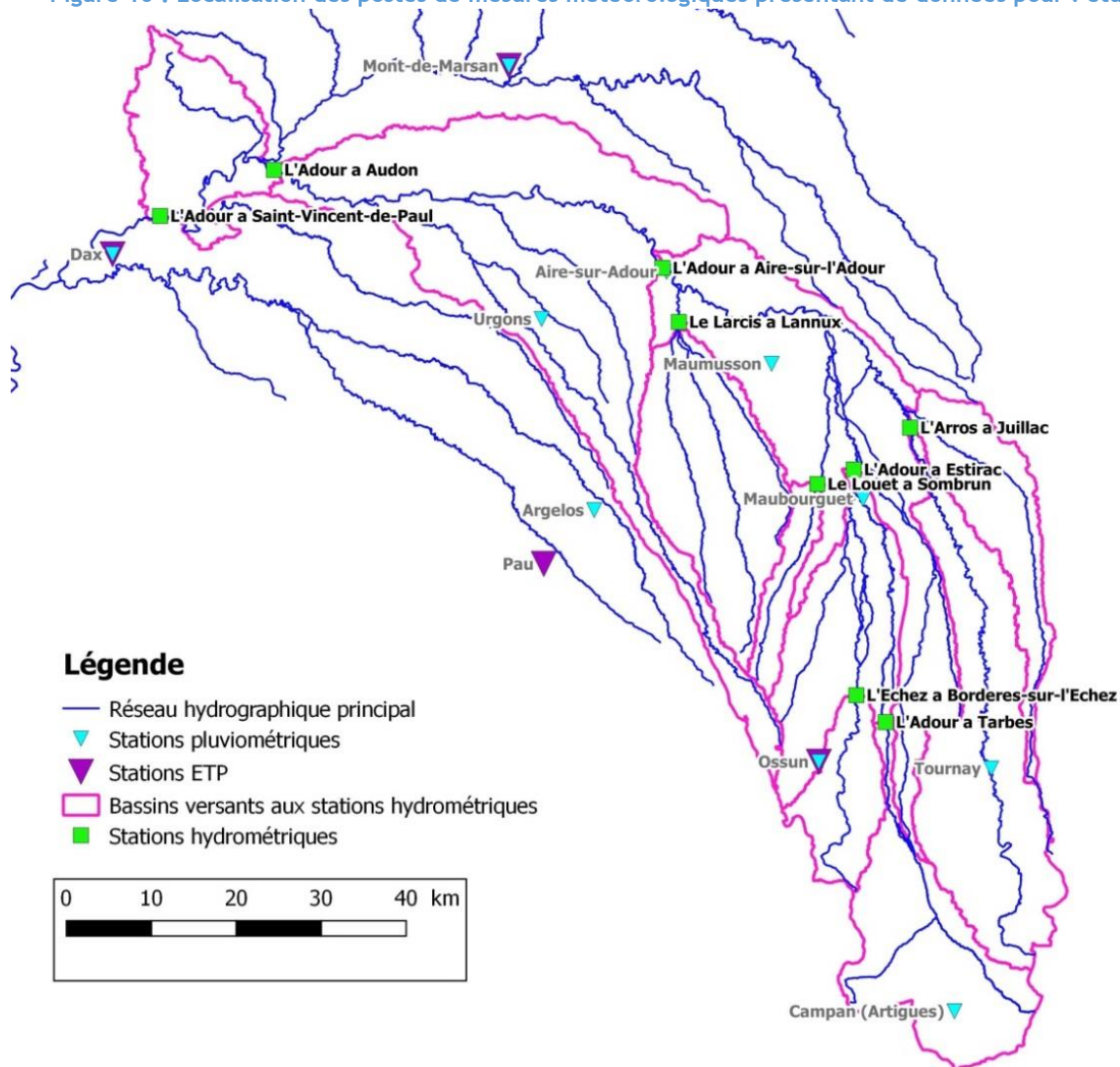
Outre les caractéristiques physiques du bassin versant, le modèle Pluie-Débit requiert, en entrée, des données météorologiques : Pluie et Evapotranspiration. On présente ci-après les différentes sources de données mobilisables et celles qui ont été retenues.

1.4.2.1 Possibilité n°1 : Mobiliser les postes pluviométriques et de températures à disposition

Les données des stations météorologiques MétéoFrance disponibles pour l'étude débutent en 1969 et vont jusqu'à 2018. Les différentes stations disponibles pour l'étude sont présentées ci-après.



Figure 10 : Localisation des postes de mesures météorologiques présentant de données pour l'étude



Les données météorologiques à notre disposition pour l'étude sont listées dans le tableau suivant avec la période de données disponibles.



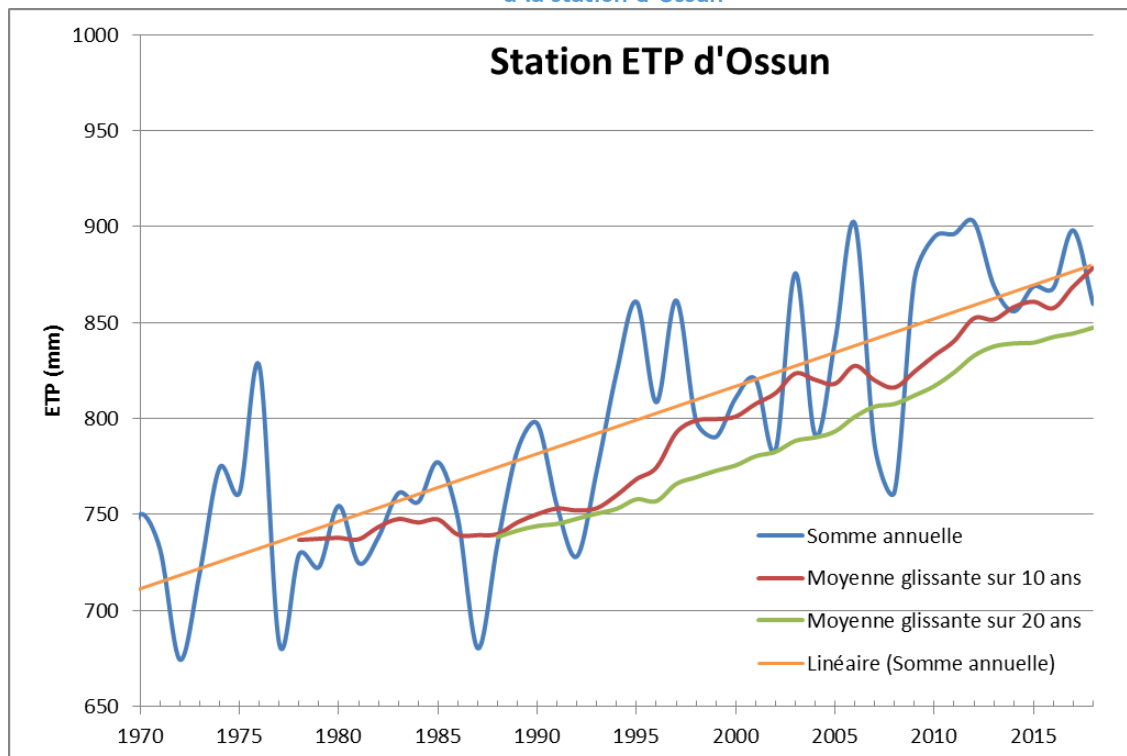
Tableau 9 : Sources des chroniques de débits naturels reconstituées utilisées pour l'étude BBR

Données ETP Penman		Données pluviométriques	
Site	Période de données disponibles	Site	Période de données disponibles
Ossun	1970-2018	Campan (Artigues)	1970-2018
Pau	1970-2018	Ossun	1970-2018
Mont-de-Marsan	1970-2018	Tournay	1970-2018
Dax	1970-2018	Argelos	1970-2018
		Maubourguet	1970-2018
		Maumusson	1970-2018
		Aire-sur-l'Adour	1970-2018
		Urgons	1970-2018
		Mont-de-Marsan	1970-2018
		Dax	1970-2018

1.4.2.1.1 Les stations d'ETP

Le graphique suivant présente l'évolution dans le temps de l'ETP annuelle calculée selon la formule de Penman (somme des valeurs d'ETP décadaire). On remarque une nette évolution à la hausse visible sur les 4 stations où l'on dispose de la donnée ETP annuelle avec environ 200 mm supplémentaire entre 1969 et 2018 pour toutes les stations (cf. annexe VI). L'ETP annuelle à la station d'Ossun entre 1969 et 2018 est présentée ci-dessous (le reste des chroniques est visible en annexe VI)

Figure 11: Evolution du cumul d'ETP annuel (calculée selon la formule de Penman) en mm de 1969 à 2018 à la station d'Ossun



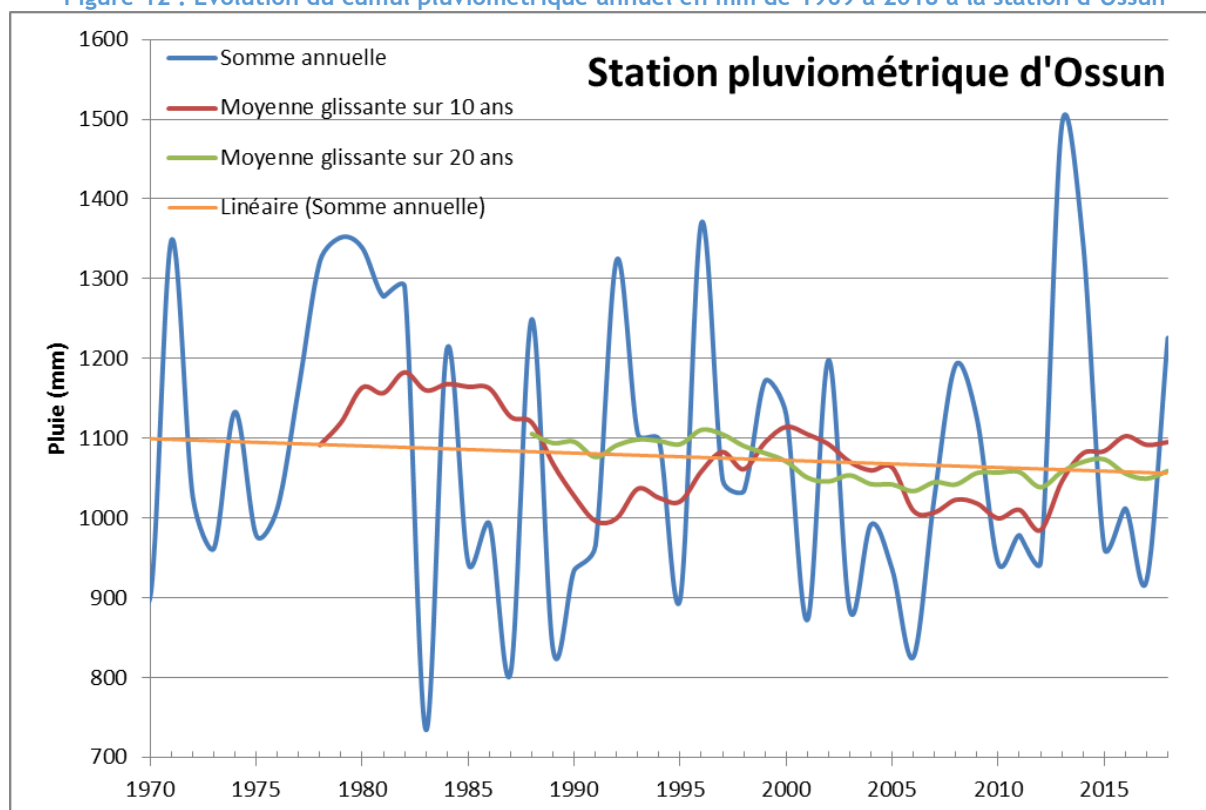
A Ossun, le cumul annuel d'évapotranspiration montre une nette tendance à la hausse : +140 mm en 40 ans, soit une augmentation d'environ +20% de l'ETP annuelle déjà observée sur les chroniques historiques, ce qui correspond aux données de l'étude Adour 2050.



1.4.2.1.2 Les stations pluviométriques

Le graphique suivant présente l'évolution dans le temps du cumul pluviométrique annuel. Une nette évolution à la baisse est visible sur la plupart des stations (cf. annexe VI), seules les stations d'Artigues et Tournay évoluent à la hausse et la station de Maubourguet est quasiment stable. Une baisse particulièrement marquée apparaît au niveau des stations de Mont-de-Marsan et Dax.

Figure 12 : Evolution du cumul pluviométrique annuel en mm de 1969 à 2018 à la station d'Ossun



A Ossun, le cumul annuel de pluviométrie montre une tendance à la baisse avec environ -40 mm sur les 40 dernières années, soit une évolution de -4% environ. L'évolution est proportionnellement moins marquée pour la pluviométrie que pour l'ETP ce qui est cohérent avec les projections climatiques qui s'accordent à dire que pour les précipitations, c'est plutôt la répartition annuelle que le cumul annuel qui auront tendance à évoluer sous l'effet du changement climatique.

L'évolution conjuguée des précipitations et de l'évapotranspiration sur le bassin entraîne une baisse des débits sur la période récente (cf. PARTIE II § 1.2), sans qu'il soit possible de déterminer lequel des 2 facteurs joue un rôle prépondérant.



1.4.2.2 Possibilité n°2 : Mobiliser les données météorologiques SAFRAN

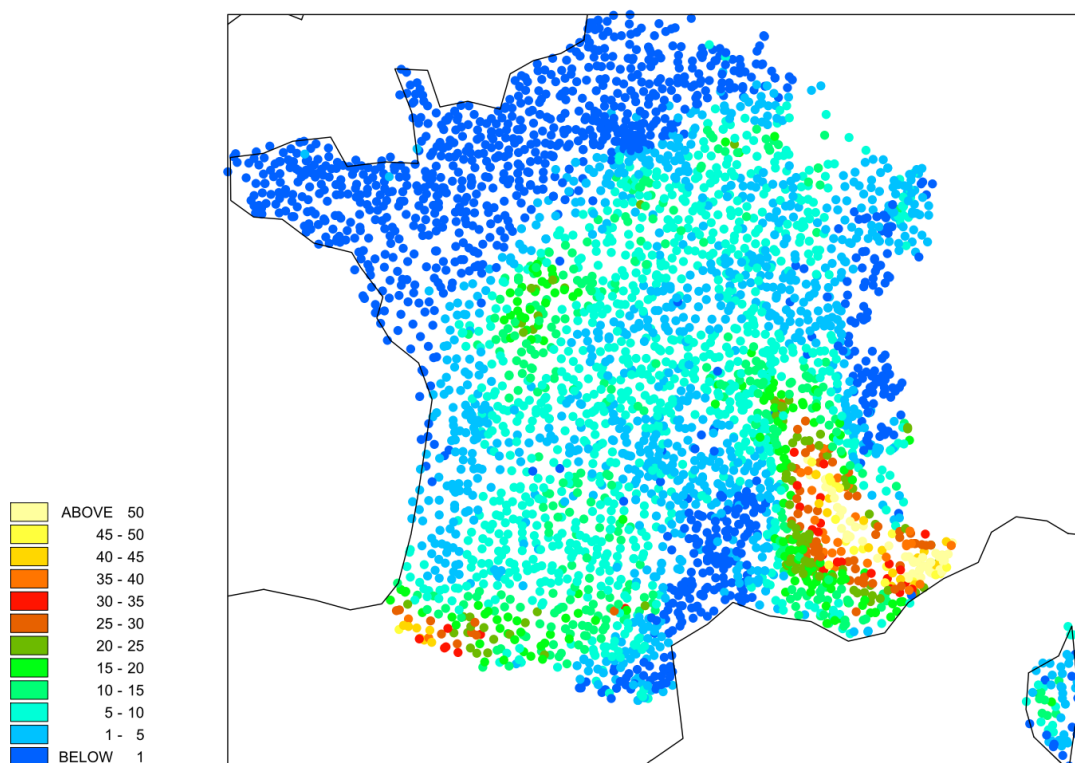
L'étude bilan besoins-ressources de 2005 était basée sur une reconstitution des débits naturels par modèle pluie-débit reposant sur les données d'entrée des stations MétéoFrance du secteur.

IRSTEA est intervenu en tant qu'expert pour analyser cette étude. Ils ont fait ressortir que la pluie et l'ETP de bassin étaient issues de postes de mesures ponctuels peu nombreux, posant ainsi la question de la représentativité des pluies et ETP de bassin considérées dans la modélisation hydrologique (biais potentiel engendré par cette approche). **Ils ont notamment préconisé d'utiliser la pluie issue de la réanalyse SAFRAN (Système d'Analyse Fournissant des Renseignements Atmosphériques pour la Nivologie) plus complète et représentative (couverture de pluviomètres plus importante).**

Le comité technique de l'étude a donc décidé d'acquérir les données SAFRAN nécessaires sur le secteur d'étude pour obtenir une meilleure représentativité des paramètres climatiques.

Historiquement, comme son nom le rappelle, ce système a été conçu par le Centre d'Etude de la Neige (Durand et al., 1993 ; Durand et al., 1995) pour améliorer l'estimation des précipitations en altitude. Il est aujourd'hui utilisé plus généralement pour analyser et interpoler les observations journalières de précipitations du réseau pluviométrique au sol de Météo France. Ce réseau est formé par les 1200 postes du réseau synoptique principal, auxquels s'ajoutent les nombreux postes du Réseau Climatique d'Etat (Lemoigne, 2002). Ce sont ainsi en moyenne 4100 observations journalières de pluie qui sont collectées sur l'ensemble du territoire (cf. figure ci-après), soit une observation pour 135 km².

Figure 13: Cumul de pluie (mm) sur 24h (du 14/02/2002 06TU) au 15/02/2002 06TU) observé aux postes synoptiques et stations automatiques, y compris le RCE (Lemoigne, 2002)



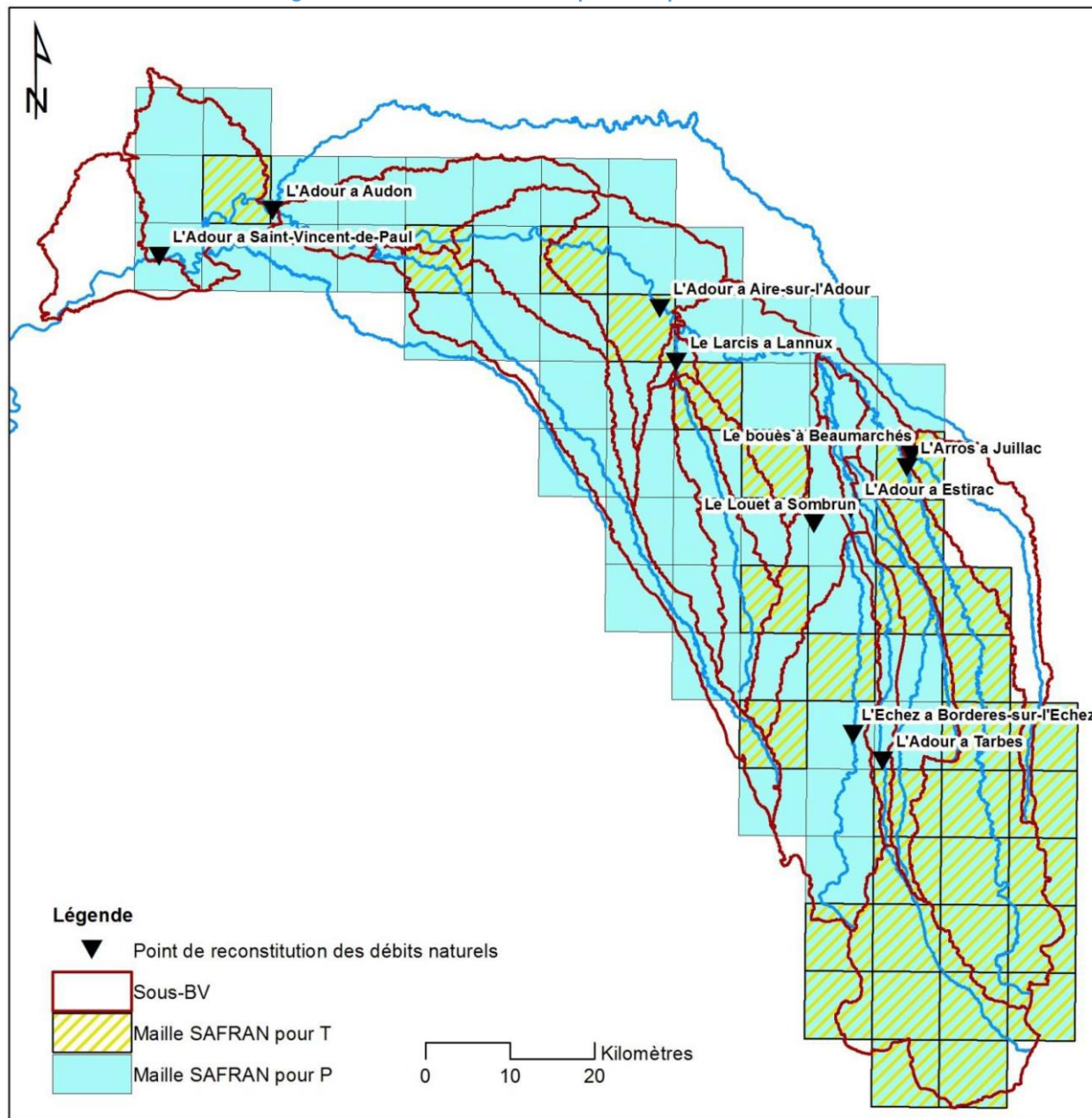
Pour l'étude, les données climatologiques SAFRAN spatialisées par mailles de 8 km x 8 km ont été achetées auprès de MétéoFrance pour :

- 78 mailles de donnée pluviométrique,
- 32 mailles de donnée température : ce paramètre est utilisé pour les parties du bassin avec influence de la neige (cf. 1.4.4) et pour le calcul de l'ETP selon la formule d'Oudin en différents points du bassin.

Le nombre de mailles de température est plus faible que celui des mailles de pluies car la variabilité spatiale de la température est moins importante en plaine.

La carte suivante localise les mailles SAFRAN disponibles pour l'étude.

Figure 14: Données SAFRAN disponibles pour l'étude



La chronique 1988-2018 a été retenue pour l'acquisition de ces données.



1.4.3 Synthèse des effets du choix des données météorologiques d'entrées

Nous proposons de mettre en parallèle les pluies, ETP et températures calculées selon les 2 méthodes précédemment décrites et reprécisés dans le tableau suivant :

Tableau 10: Rappel des hypothèses considérées pour calculer les pluies, Températures et ETP de bassins.

	Postes de mesures ponctuels MétéoFrance	Réanalyses SAFRAN
Pluies	10 postes pluviométriques considérées puis analyse géomatique sur la base des polygones de Voronoi pour créer la pluie de bassin.	Pluie de bassin créée à partir des 78 mailles de 8 km*8 km couvrant la zone d'étude
Température	4 postes de températures considérés puis analyse géomatique sur la base des polygones de Voronoi pour créer la température de bassin.	Utilisation des températures des 32 mailles de 8 km*8 km incluses dans le bassin versant de l'Adour. Analyse géomatique sur la base des polygones de Voronoi pour créer ensuite la température de bassin.
ETP	ETP de Penman considérée puis analyse géomatique sur la base des polygones de Voronoi pour créer l'ETP de bassin.	ETP d' Oudin calculée à partir de la température de bassin calculée comme indiqué ci-dessus

Nous analysons les résultats sur un bassin avec influence nivale marquée (Adour à Tarbes avec une surface de 378 km²) et sur un bassin où l'influence nivale est moins marquée et de taille bien plus importante (Adour à Audon avec une surface de 4 025 km²).

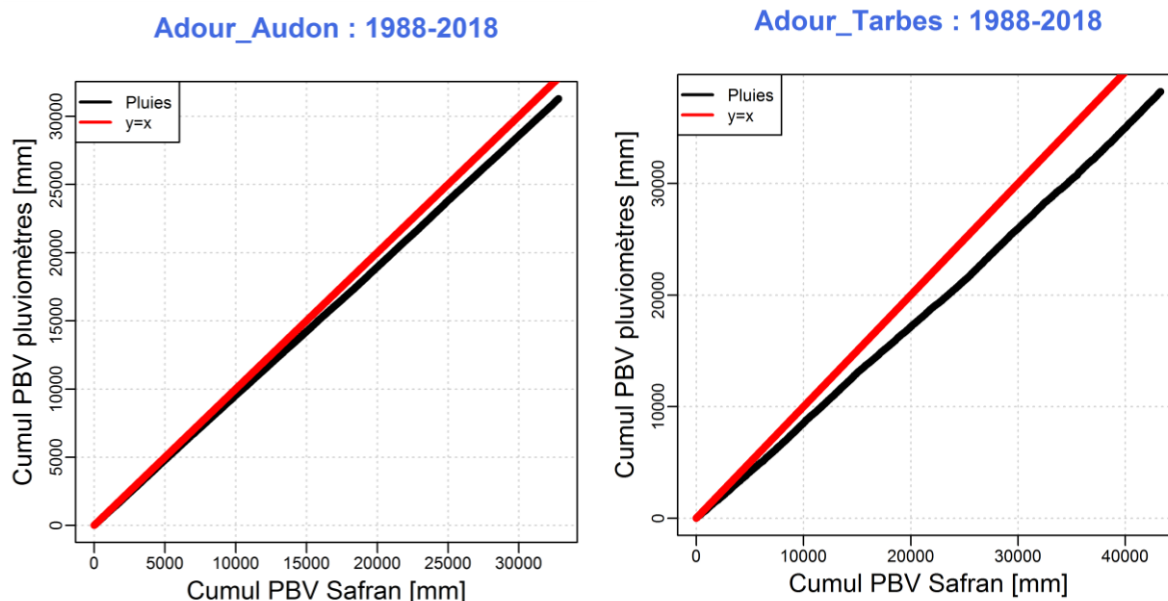
Sur les graphes suivants, le trait rouge correspondrait à une coïncidence parfaite des données. Plus les points ou la droite noire en sont proches, meilleure est la correspondance. Pour chaque station retenue, on compare à cette droite,

- D'une part (2 1ers graphes), le cumul des pluies journalières de bassin calculé à partir des 10 stations Météo ponctuelles en fonction du cumul des pluies journalières calculées à partir des données SAFRAN,
- D'autre part (2 graphes suivants), les pluies journalières issues des 10 postes pluviométriques en fonction des pluies journalières calculées à partir des données SAFRAN.

Sur les graphes ci-après, les valeurs issues des données SAFRAN sont en abscisses, les valeurs issues des postes pluviométriques sont en ordonnées.

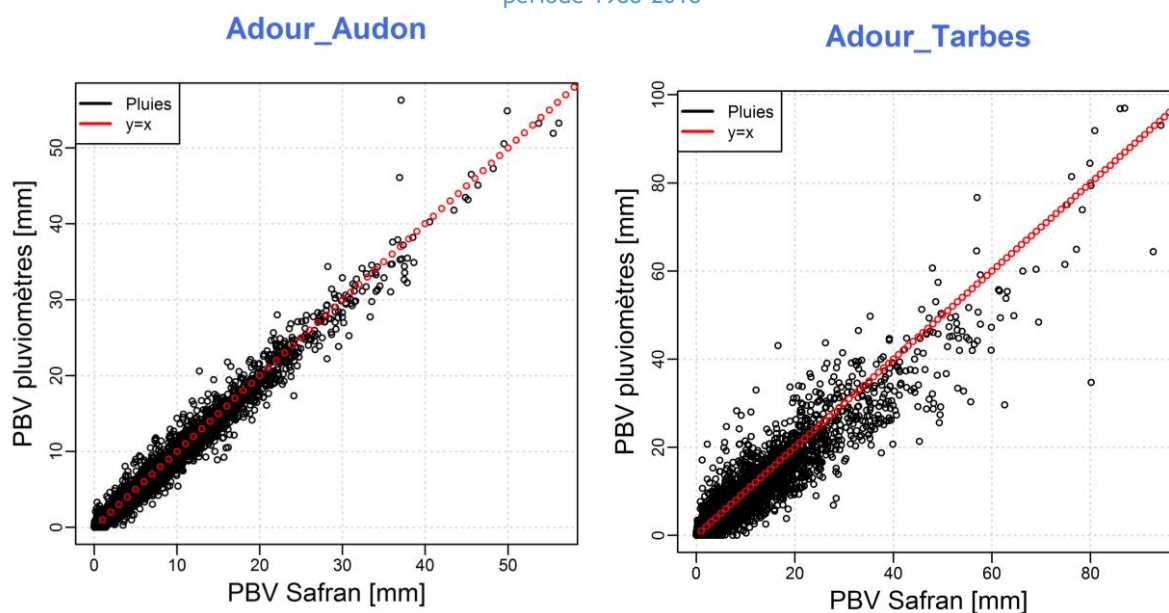


Figure 15: Comparaisons des pluies de bassins cumulées calculées à partir des informations provenant de 10 postes de mesures et des pluies de bassins cumulées calculées à partir de la réanalyse SAFRAN sur la période 1988-2018



Ces figures font ressortir que la pluviométrie issue de la réanalyse SAFRAN est en cumul plus productive que la pluviométrie issue des postes pluviométrés, sur les 10 bassins versants étudiés. Plus la ligne noire se superpose à la ligne rouge, plus les données sont cohérentes. Ici, la droite noire est sous la droite rouge, ce qui signifie que les valeurs en abscisse sont supérieures aux valeurs en ordonnée. On remarque que plus le bassin versant a une part de sa surface située en zone montagneuse, plus cette différence est marquée : en moyenne entre 1988 et 2018 la pluviométrie issue de la réanalyse SAFRAN est 11% supérieure chaque année à la pluviométrie issue des 10 postes pluviométrés MétéoFrance sur le bassin de l'Adour à Tarbes et seulement 4,5% supérieure au niveau du bassin de l'Adour à Audon.

Figure 16: Comparaisons événement par événement des pluies de bassins calculées à partir des informations provenant de 10 postes de mesures et des pluies de bassins calculées à partir de la réanalyse SAFRAN sur la période 1988-2018



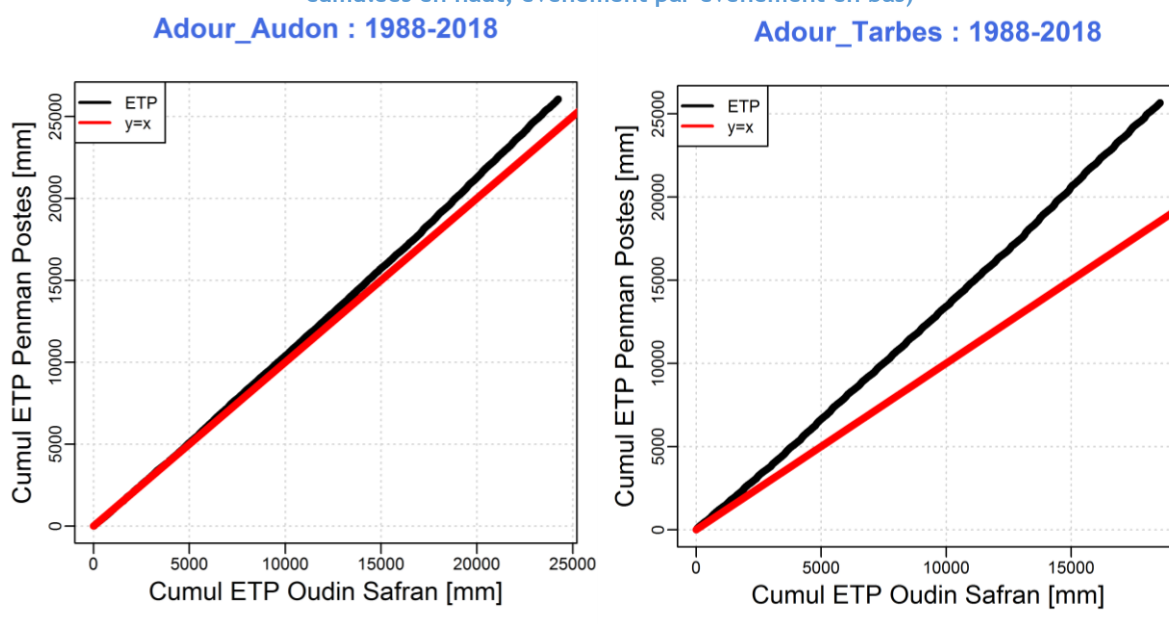
La comparaison événement par événement fait également ressortir que la réanalyse Safran en montagne (Adour à Tarbes) donne des intensités de pluie plus prononcées que la pluie de bassin issue des postes pluviométrés. A Audon, ce constat est moins marqué.



Ces comparaisons montrent certaines hétérogénéités, ce qui confirme la pertinence d'intégrer les données SAFRAN, notamment pour les bassins où la variabilité spatiale des paramètres climatiques est importante (cas de l'Adour à Tarbes).

Comme pour les pluies, on compare ci-dessous les données d'évapotranspiration issues des stations Météo-France et celles calculées à partir des mailles SAFRAN. Les valeurs issues des données SAFRAN sont en abscisses, les valeurs issues des postes pluviométriques sont en ordonnées. A partir des données SAFRAN de températures, nous avons choisi de calculer l'ETP d'Oudin alors que les données Météo-France sont issues de la formulation de Penman. Penman et Oudin sont 2 méthodes de calcul de l'ETP. L'ETP d'Oudin est particulièrement adaptée pour des applications de modélisation Pluie-Débit.¹⁰

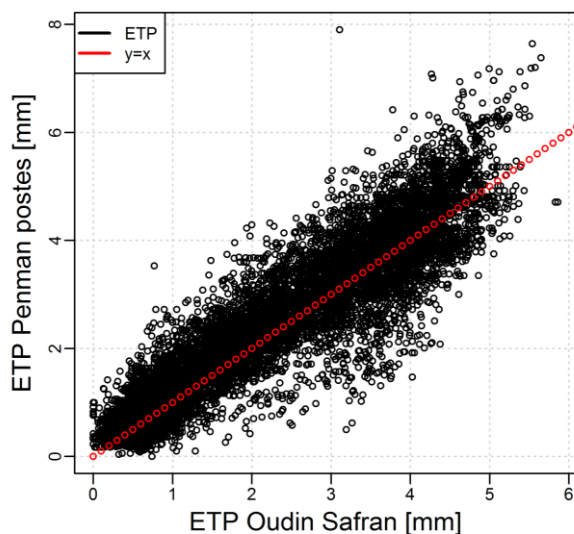
Figure 17: Comparaisons de l'ETP de Penman issue des informations provenant de 4 postes de mesures Météo-France et de l'ETP d'Oudin issue des données de la réanalyse SAFRAN sur la période 1988-2018 (ETP cumulées en haut, événement par événement en bas)



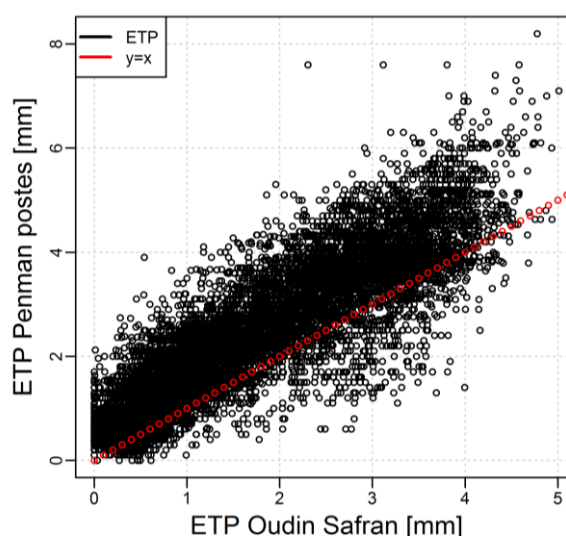
¹⁰ L'évaluation de 27 formulations d'évapotranspiration potentielle (ETP) pour des applications de modélisation pluie-débit (Oudin, 2004; Oudin et al., 2005) a conduit à la mise au point d'une formule d'ETP simple et efficace permettant d'obtenir de meilleurs résultats que l'ensemble des formulations testées, en termes de restitution des débits. source : <https://webgr.inrae.fr/>



Adour_Audon



Adour_Tarbes



En terme d'ETP, il est plus difficile de comparer la représentativité des données car les formules utilisées pour la calculer sont différentes dans les 2 cas :

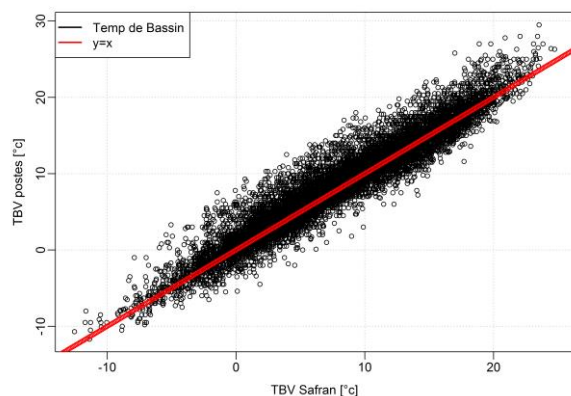
- pour les données SAFRAN, l'ETP est calculée selon la formule d'Oudin,
- pour les données issues des 4 postes de températures Météo France, l'ETP est calculée à partir de la formule de Penman.

Les figures ci-avant font ressortir que l'ETP d'Oudin avec les données SAFRAN est moins productive sur les 10 bassins versants étudiés que l'ETP de Penman calculée à partir des 4 postes MétéoFrance c'est-à-dire que, pour une date donnée, l'ETP Penman est supérieure à l'ETP Oudin. Ce constat est là aussi d'autant plus marqué que les bassins versants ont une part importante de leur surface située en montagne.

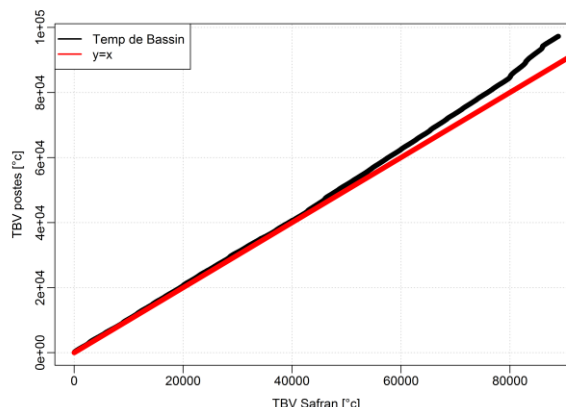
Enfin, on compare les températures à l'altitude médiane du bassin de l'Adour à Tarbes issues des 2 types de données : stations Météo-France et données SAFRAN.

Figure 18: Comparaisons des températures du bassin versant de l'Adour à Tarbes calculées à partir des informations provenant de 4 postes de mesures Météo France et des températures calculées à partir des données de la réanalyse SAFRAN sur la période 1988-2018

Adour_Tarbes



Adour_Tarbes : 1988-2018



Les températures de bassin (à l'altitude médiane) issues de la réanalyse SAFRAN sont plus faibles que celles issues des seuls postes MétéoFrance (cf. bassin de l'Adour à Tarbes illustré ci-avant), ce qui est cohérent avec le constat d'une ETP moins forte issue des données SAFRAN.



1.4.4 Intégrer les effets de la neige

Dans le BBR 2005, la neige n'était pas prise en compte. Dans sa note d'analyse critique du PGE Adour, l'IRSTEA recommande « d'améliorer la représentation de la neige pour mieux représenter la ressource naturelle. »

Les modèles GR4-GR5 et GR6 peuvent être utilisés avec le module CemaNeige (Valery, 2010) qui a été implémenté pour améliorer la modélisation des débits à l'exutoire des bassins versants influencés par la neige. CemaNeige est un module de prise en compte de la neige à 2 paramètres qui permet de simuler l'évolution du couvert neigeux sur un bassin versant et d'en estimer la fonte. Son application nécessite en plus de la pluie et de l'ETP de connaître l'évolution de la température sur le bassin versant modélisé et la courbe hypsométrique du bassin (répartition de la superficie du bassin par zone d'altitude).

De plus amples détails sont présentés en annexe IV.

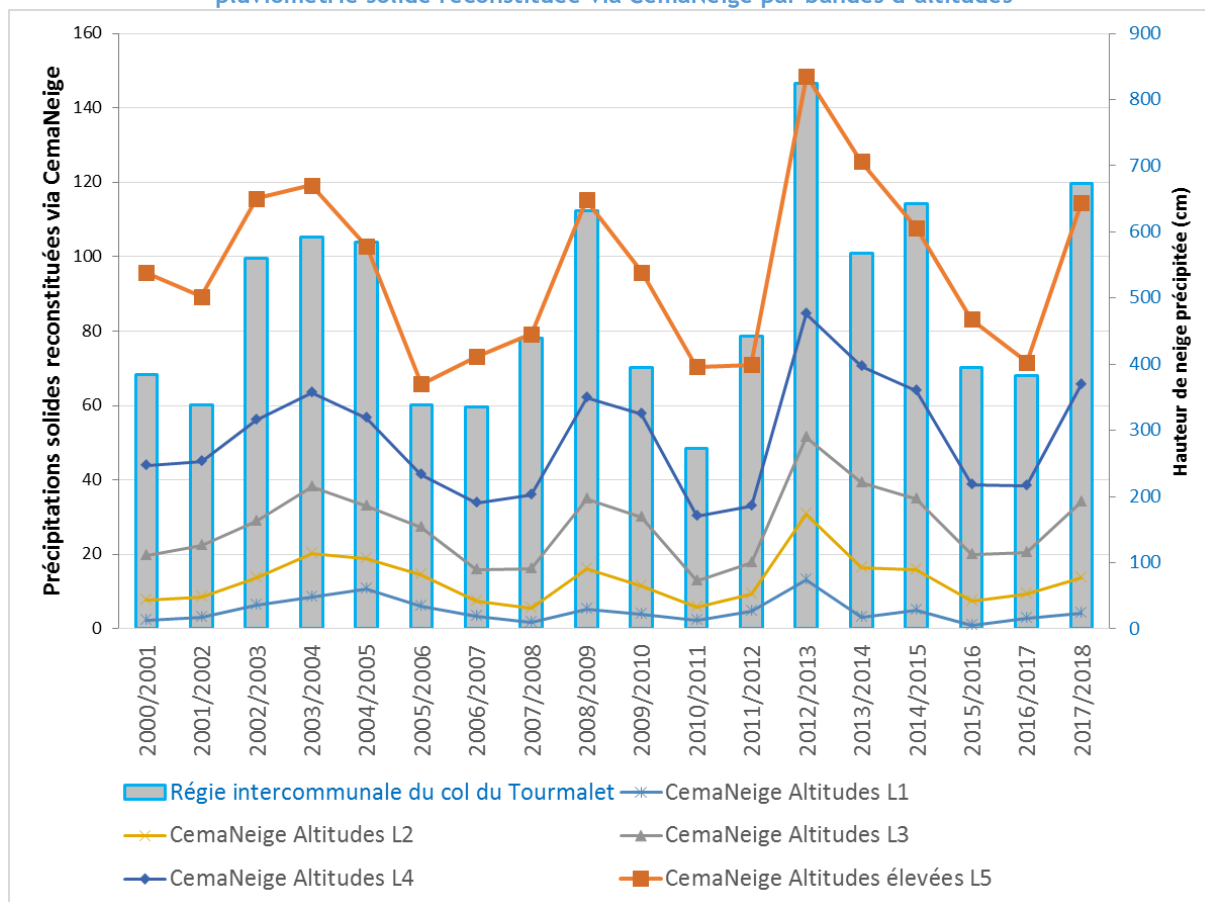
Pour reconstituer les précipitations neigeuses et prendre en compte la contribution différée de la neige aux débits, le module CemaNeige effectue un découpage en 5 bandes d'altitudes d'égales superficie (cf. courbe hypsométrique). On vérifie que le modèle retranscrit correctement :

- d'une part, la tendance des différentes années (cumuls par bandes d'altitudes : 5 bandes avec la bande « L1 (Layer 1)» correspondant aux basses altitudes et ayant pour altitude médiane 539 m pour le bassin de l'Adour à Tarbes, « L5 (Layer 5)» correspondant aux altitudes les plus élevées ayant pour altitude médiane 2103 m pour le bassin de l'Adour à Tarbes) ;
- d'autre part, l'évolution annuelle du stock de neige sur 2 années récentes (2017-2018).

Dans ce but, le graphe suivant compare les cumuls annuels de précipitations solides (neige) reconstitués par CemaNeige pour le bassin versant de l'Adour à Tarbes aux cumuls mesurés par la Régie Intercommunale du Col du Tourmalet.



Figure 19: Comparaison des cumuls de neige observés au Tourmalet (source Régie Intercommunale) à la pluviométrie solide reconstituée via CemaNeige par bandes d'altitudes



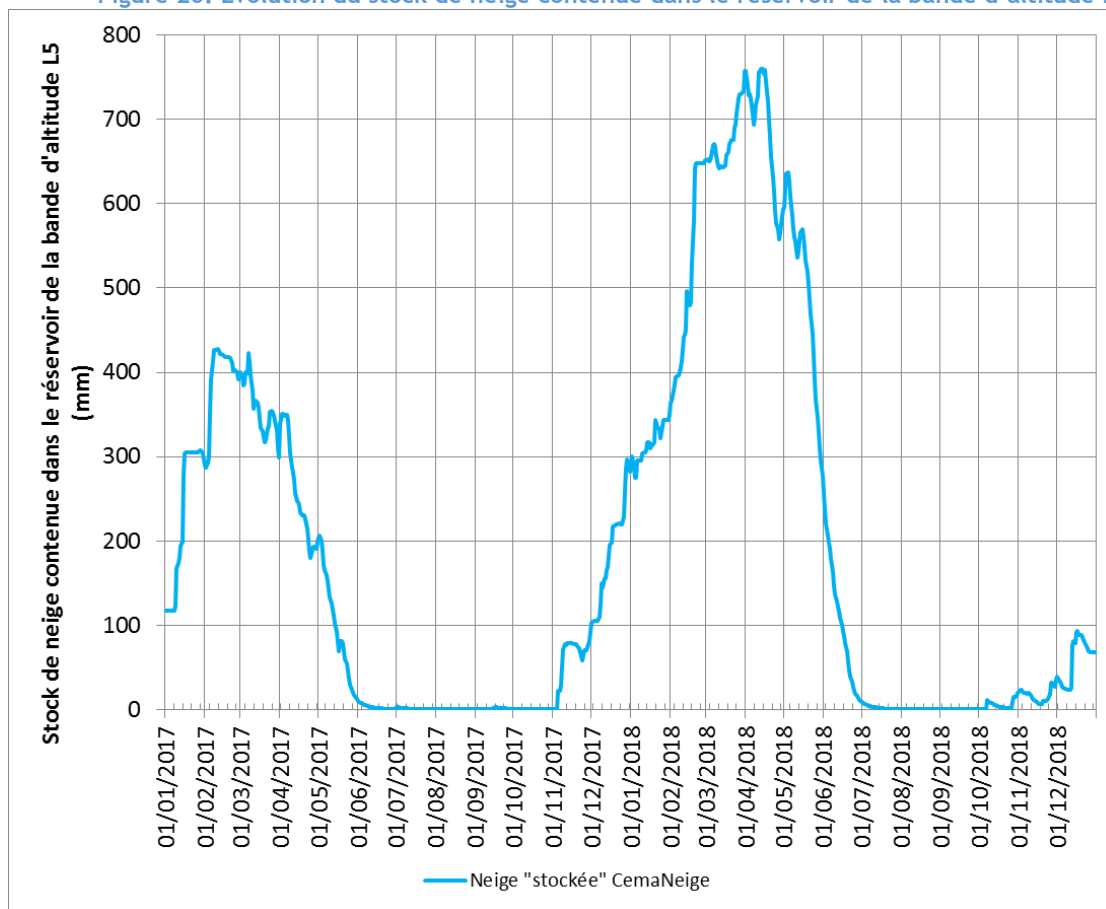
Les précipitations solides reconstituées par CemaNeige ne sont pas directement comparables aux cumuls de hauteurs de neige précipitée mesurés car de nombreux facteurs entrent en compte pour déterminer la part de la précipitation neigeuse qui sera transformée en eau, et qui intéresse CemaNeige dans l'optique du modèle pluie-débit.

On vérifie toutefois que les années de forts cumuls (2013, 2014) et de faibles cumuls (2012, 2017 récemment) correspondent bien aux observations effectuées par la régie intercommunale du Tourmalet.

Le graphe ci-dessous met en évidence l'évolution du stock de neige à haute altitude au cours des années 2017 et 2018. On observe bien l'augmentation du stock jusqu'en mars-avril puis sa diminution jusqu'au début de l'été, et la période estivale de stock nul.



Figure 20: Evolution du stock de neige contenue dans le réservoir de la bande d'altitude L5



1.5 CHOIX DU MODELE ET DES DONNEES MOBILISEES, RESULTATS ET INCERTITUDES

1.5.1 Choix du modèle GR5J et synthèse des données mobilisées

Une série de tests a été effectuée

- pour déterminer le modèle optimal (GR4, GR5 ou GR6), la pluie de bassin et l'ETP à considérer,
- pour évaluer les meilleures hypothèses de calage : sur le cycle annuel, on différencie les stations où les débits sont influencés toute l'année (cas de l'Adour à Tarbes et Estirac et de l'Echez à Bordères en raison du canal de la Gespe, cas du Bouès avec les apports de la Neste) et celles où les débits ne sont considérés influencés qu'en période d'étiage. Pour les stations non influencées en hiver, les données de calage issues des études antérieures ont été amendées avec les données de débits observés (Banque Hydro) du 1/11 au 31/05 pour l'ensemble de la chronologie considérée (1988-2018).

L'annexe VII synthétise la démarche et les différentes étapes de réflexion qui ont permis d'aboutir à la reconstitution des débits naturels sur le bassin de l'Adour en amont de la confluence des Luys (Midouze et Louts exclus).

Le modèle qui offre les meilleurs résultats sur la globalité des bassins versants est le modèle GR5J calé selon les différentes modalités/données précisées dans le tableau ci-après.



Tableau 11: hypothèses de calage utilisées

	Stations non influencées en hiver	Stations influencées en hiver (canaux, dérivations...)
Nom des stations	Adour à Aire, à Audon, à Saint Vincent, l'Arros à Juillac, le Larcis à Lannux, le Louet à Sombrun	Tarbes, Estirac, Bordères-sur-Echez et Beaumarchés
Pluies	SAFRAN	
ETP	Calculée à partir des Températures SAFRAN par la formule d'Oudin et interpolée	
Débits utilisés pour le calage du modèle P-Q	Chroniques de Qnat ¹¹ produites lors des anciennes études + chroniques Banque HYDRO des Qmj ¹² du 1/11 au 31/05 (considérées non influencées)	Chroniques de Qnat produites lors des anciennes études
Période de calage	1988-2018 pour la période du 1/11 au 31/05 1988-2003 pour la période d'étiage	1988-2003 pour les stations de Tarbes, Estirac et Bordères, 1988-2004 pour la station de Beaumarchés
Modèle utilisé	GR5J	

Les performances des modèles en considérant les hypothèses de calage présentées ci-avant sont consignées dans le tableau suivant :

Tableau 12: Performances obtenues suite au calage du modèle GR5J

Stations	Critère de Nash sur la racine des débits [-]
Adour_Aire	0,92
Adour_Audon	0,92
Adour_Estirac	0,82
Adour_StVincent	0,90
Adour_Tarbes	0,79
Arros_Juillac	0,76
Boues_Beaumarches	0,83
Echez_Borderes	0,85
Larcis_Lannux (Lees à Bernède)	0,93
Louet_Sombrun	0,89

Globalement les calages obtenus sont bons (critère de Nash toujours supérieur à 0,75). On considère, d'une manière générale, qu'un critère de Nash supérieur à 50%¹³ est synonyme d'une bonne correspondance entre débits de calage et débits simulés.

1.5.2 Validation du modèle retenu

Plusieurs tests de calage ont été effectués afin de retenir la version optimale (TEST5 mentionné dans le tableau suivant). Ils sont présentés en Annexe VII. La période de calage a été amendée des débits hivernaux mesurés pour les stations considérées non influencées en hiver, comme exposé précédemment.

Le tableau ci-dessous rend compte, pour chaque station de reconstitution des débits naturels, de la cohérence entre débits simulés et débits observés influencés (débits mesurés - données de la

¹¹ Qnat : débit naturel

¹² Qmj : débit moyen journalier mesuré

¹³ source : « Model Evaluation Guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations »
D. N. Moriasi et al - 2007



Banque Hydro). La relation d'ordre la plus courante vérifiée ici est : *débit naturel* > *débit observé*. Elle peut être inversée sous l'influence de transferts ou de réalimentations par les barrages. Ces observations sont basées sur le tracé des hydrogrammes de chaque chronique sur toute la période 1988-2018.

Tableau 13: vérifications de la cohérence des débits simulés issus du calage effectué lors du TEST5

Station	Observations sur la reconstitution des débits en période estivale	Vérification conformité
Adour_Aire	Débits naturels bien supérieurs aux débits influencés sur toute la chronique	✓
Adour_Audon		
Adour_Estirac		
Adour_StVincent		
Adour_Tarbes	Influence de la neige prise en compte ; Débits naturels bien supérieurs aux débits influencés sur toute la chronique	✓
Arros_Juillac	Mauvaise reproduction des orages en été qui implique un calage moyennement performant. Faible influence de la neige sur l'hydraulicité du bassin. Débits naturels bien supérieurs aux débits influencés sur toute la chronique	✓
Boues_Beaumarches	Débits naturels bien inférieurs aux débits influencés en été, relation d'ordre cohérente avec la réalité en raison des réalimentations	✓
Echez_Borderes	Débits naturels bien inférieurs aux débits influencés sur toute la chronique (influence de la Gespe)	✓
Larcis_Lannux (Lees à Bernède)	Débits naturels du même ordre de grandeur que les débits mesurés pour les étés du début de chronique. Puis les débits naturels deviennent inférieurs aux débits influencés pour les années récentes sous l'influence de la mise en service du transfert Gabas - Lees	✓
Louet_Sombrun	Débits naturels bien inférieurs aux débits influencés sur toute la chronique (influence de la réalimentation)	✓

On retrouve ainsi une cohérence entre l'évolution des débits naturels reconstitués par rapport aux débits influencés (Banque hydro) sur la période 1988-2003 (issus de différentes méthodes) et sur la période 2004-2018 (où le travail de reconstitution n'a pas été effectué et où l'on se base sur les simulations issues de GR5J).

1.5.3 Incertitudes relatives au calage des modèles

Après avoir procédé à leurs calages, les modèles pluies-débits permettent de générer des chroniques continues sur des périodes étendues à partir des seules données météorologiques. Sous réserve d'une certaine homogénéité du bassin versant (hydrologie, climatologie, géologie...), les résultats reconstitués aux points de calage peuvent ensuite être interpolés en différents points du bassin versant.

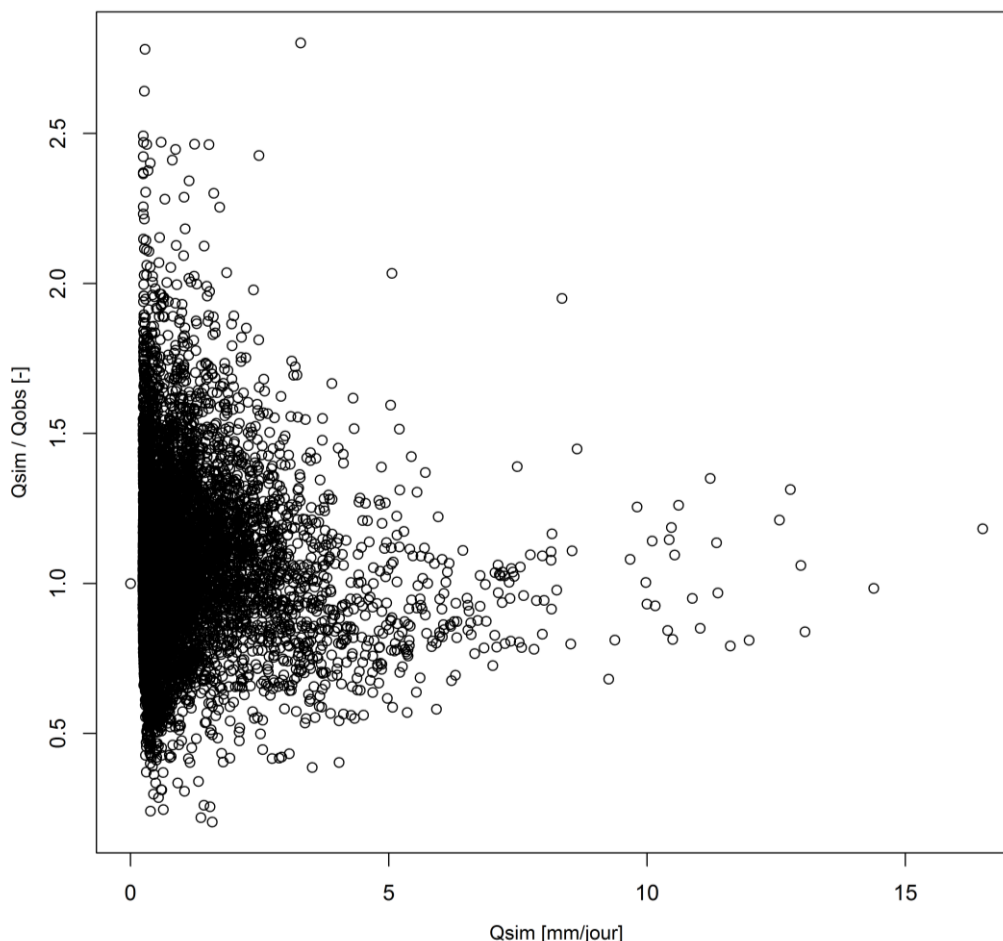
On cherche ici à caractériser les incertitudes liées à la modélisation pluie-débit avec un intervalle de confiance à 80%.

Les sources d'incertitudes sont multiples et sont notamment générées par les hypothèses faites dans le choix de la chaîne de modélisation. Pour évaluer l'importance de ces incertitudes générées par une modélisation pluie-débit, une méthode simple est proposée par IRSTEA en se focalisant seulement sur l'incertitude finale des résultats du modèle quantifiée à partir de la chronique des débits observés qui fait référence. Cette méthode de calcul des incertitudes proposée par IRSTEA et présentée dans la thèse de François BOURGIN en 2014 repose sur les étapes suivantes :



1. Suite au calage du modèle retenu, calculer les erreurs relatives ($=Q_{sim}/Q_{obs}^{14}$) sur l'ensemble de la chronique disponible (1988-2018).
2. Tracer la courbe des erreurs relatives classées en fonction du débit journalier simulé comme présenté sur le graphe ci-dessous ;

Figure 21: Tracé de la courbe des erreurs Q_{sim}/Q_{obs} en fonction des débits simulés (GR5J selon les hypothèses de calage listées ci avant) sur l'Adour à Audon sur la période 1988-2018



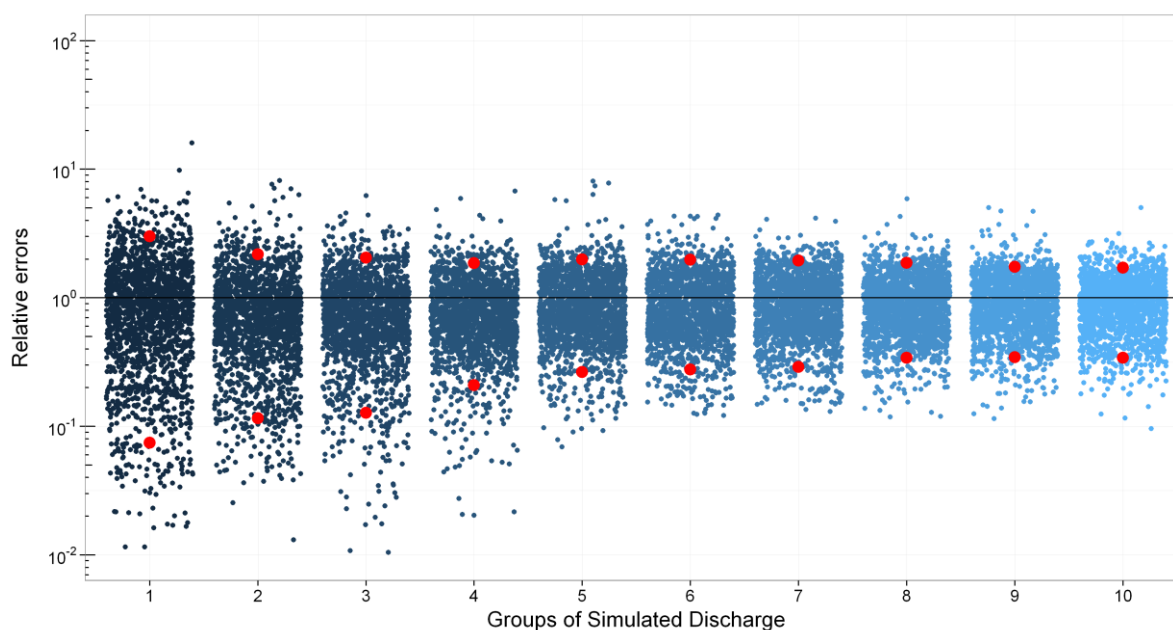
Les erreurs relatives les plus importantes sont obtenues pour les plus faibles débits simulés, là où il est le plus difficile d'être performant avec le modèle hydrologique.

3. Classer les erreurs par groupe de 500 erreurs chacun. L'idée étant d'obtenir une représentativité suffisante pour chaque groupe d'erreur qui contienne alors des erreurs du modèle aussi bien réalisées en été qu'en hiver ou avec des réservoirs du modèles remplis (période humide) ou plutôt peu remplis (saison sèche). Dans chacun des groupes de débits sont ensuite calculés les quantiles 5 et 95 qui permettent de disposer de coefficients multiplicatifs décrivant les marges d'erreurs.

La figure ci-dessous, issue des travaux de Bourgin (2014), illustre la répartition des erreurs en 10 groupes et le calcul des quantiles 0,05 et 0,95 des erreurs empiriques (points rouges) permettant de définir l'intervalle de confiance à 90%.

¹⁴ Q_{sim}/Q_{obs} : débit simulé (résultat du modèle Pluie-Débit) / débit observé (= débit de calage)

Figure 22: Marges d'erreur regroupées par classe de débits.



Les points rouges figurent les quantiles 0,05 et 0,95 des erreurs empiriques, qui sont utilisés pour définir l'intervalle de confiance à 90 % (Bourgin, 2014)

Sur conseil d'Irstea et pour une meilleure fiabilité de la méthode, les groupes d'erreurs n'ont pas été figées et prédéfinies après analyse de toutes les erreurs effectuées par le modèle sur la chronique 1988-2018. Pour un débit simulé, nous avons considéré l'erreur relative associée puis nous avons pris en compte les 250 erreurs juste supérieures à cette erreur et les 250 erreurs juste inférieures à cette erreur en se référant à la courbe des erreurs classées en fonction du débit simulé. Des groupes « glissants » de 500 erreurs ont été ainsi considérés pour mieux prendre en compte les incertitudes de la modélisation.

4. Pour chaque débit journalier simulé de la chronique 1988-2018, on se reporte ensuite à son groupe d'erreur et on utilise les coefficients multiplicateurs du groupe (quantiles 0,05 et 0,95 des erreurs empiriques) pour définir l'intervalle de confiance à 90 % du débit simulé ciblé.

Dans l'étude, nous avons considéré les quantiles 0,10 et 0,90 de chaque groupe d'erreurs empiriques pour répondre à la demande de l'Institution Adour qui souhaitait disposer d'un intervalle de confiance à 80%.

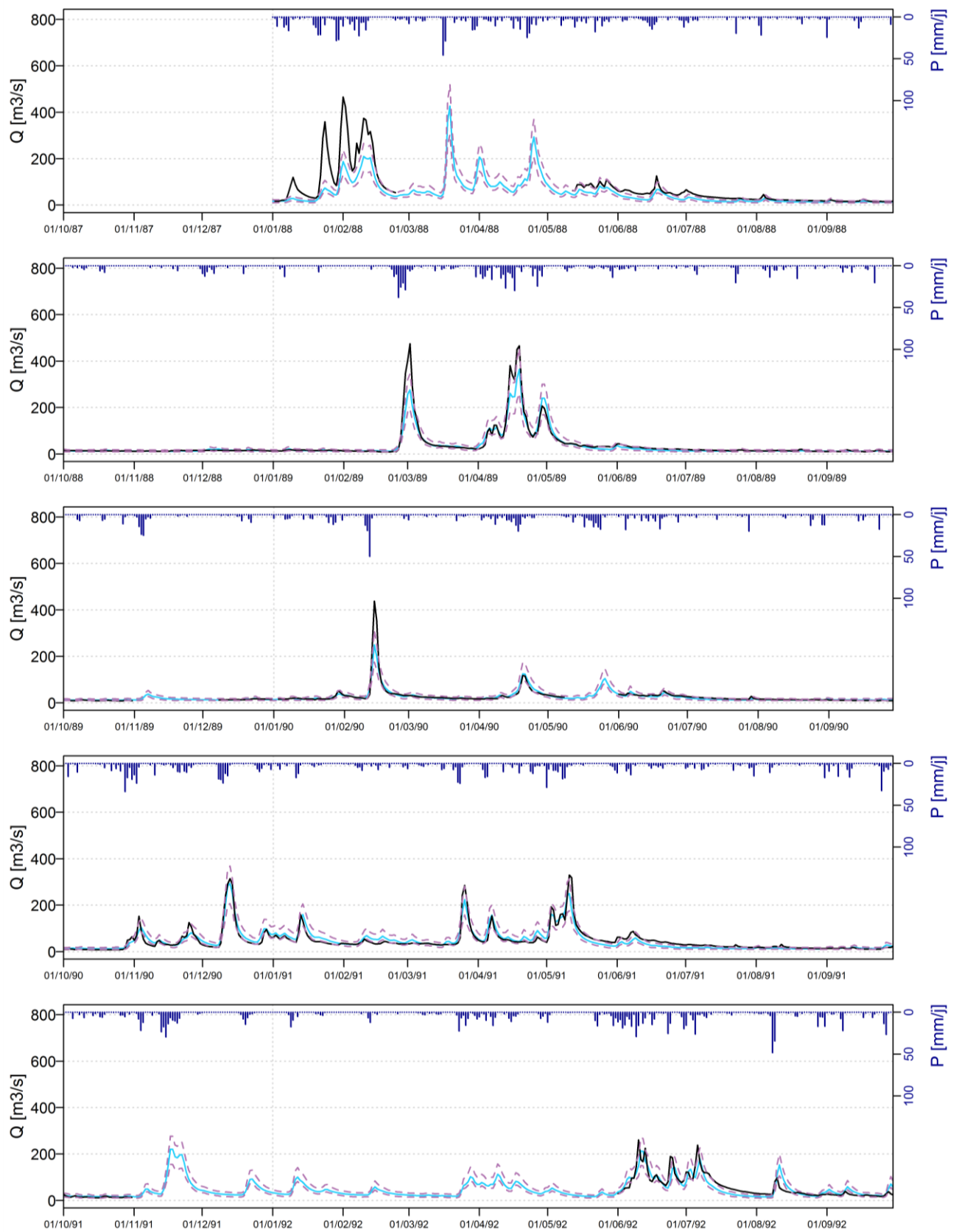
La figure ci-après présente les débits simulés par le modèle GR5J, les débits observés et l'intervalle de confiance à 80% obtenus selon la méthode présentée ci-avant à la station d'Audon. Les autres chroniques sont disponibles en annexe VIII.

Dans l'ensemble, le débit observé appartient à l'intervalle de confiance à 80%. Ce constat est moins vérifié pour les forts débits.



Figure 23: Débits simulés avec GR5J et incertitudes associées à la station d'Audon sur l'Adour

- Débit sim[m³/s] -- Intervalle de confiance à 80% - Débit Obs [m³/s] - Pluie obs BV [mm/j]



1.6 RESULTATS ET EVOLUTIONS DES RESSOURCES NATURELLES RECONSTITUEES

1.6.1 Chroniques des débits naturels reconstitués aux 10 stations de calages

La reconstitution par modèle pluie-débit a permis d'obtenir des chroniques de débits moyens journaliers naturels sur la période 1988-2018 pour chacune des 10 stations hydrométriques utilisée pour le calage.

Ces chroniques de débits naturels constituent la composante « ressource » du bilan.

A partir de ces chroniques, nous réalisons une analyse statistique afin de déterminer les valeurs suivantes :

- Module (= Moyenne interannuelle sur la chronique étudiée des débits moyens annuels)
- QMNA5 (= valeur quinquennale¹⁵ du débit minimum mensuel)
- VCN3 quinquennal (= valeur quinquennale du débit minimal observé sur 3 jours consécutifs)
- VCN10 quinquennal (= valeur quinquennale du débit minimal observé sur 10 jours consécutifs)

Les 2 approches QMNA et VCN ne sont pas en contradiction mais se complètent.

Nous réalisons cette analyse sur deux périodes pour comparaison :

- chronique récente des 30 dernières années 1988-2018,
- chronique récente des 20 dernières années 1998-2018.

Les valeurs quinquennales du QMNA et des VCN sont calculées à partir d'un ajustement d'une loi de Galton, particulièrement adaptée aux débits d'étiages. Les graphiques suivants présentent les corrélations de cette loi avec les valeurs de débit minimum mensuel et de VCN3 à la station d'Estirac.

¹⁵ Une valeur quinquennale d'étiage a 4 chances sur 5 d'être dépassée tous les ans (soit 80% de chance) ; autrement dit, 1 chance sur 5 de ne pas être atteinte tous les ans.



Figure 24: ajustement d'une loi de Galton aux débits minima mensuels

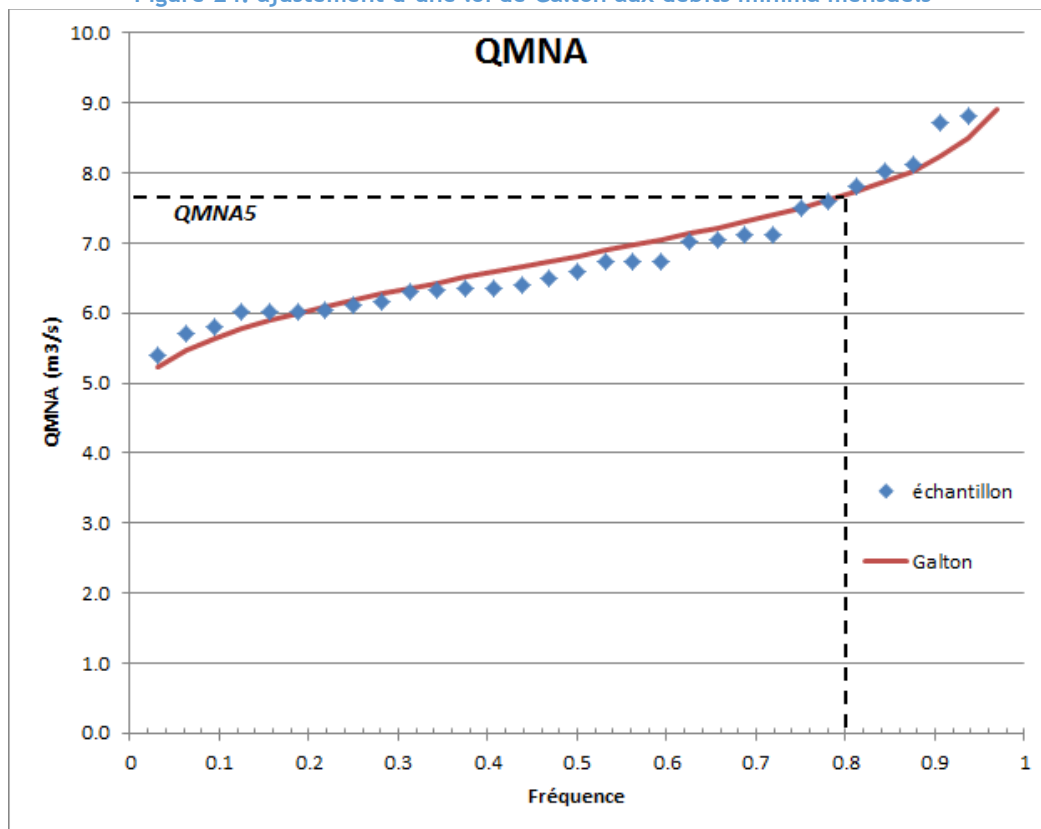
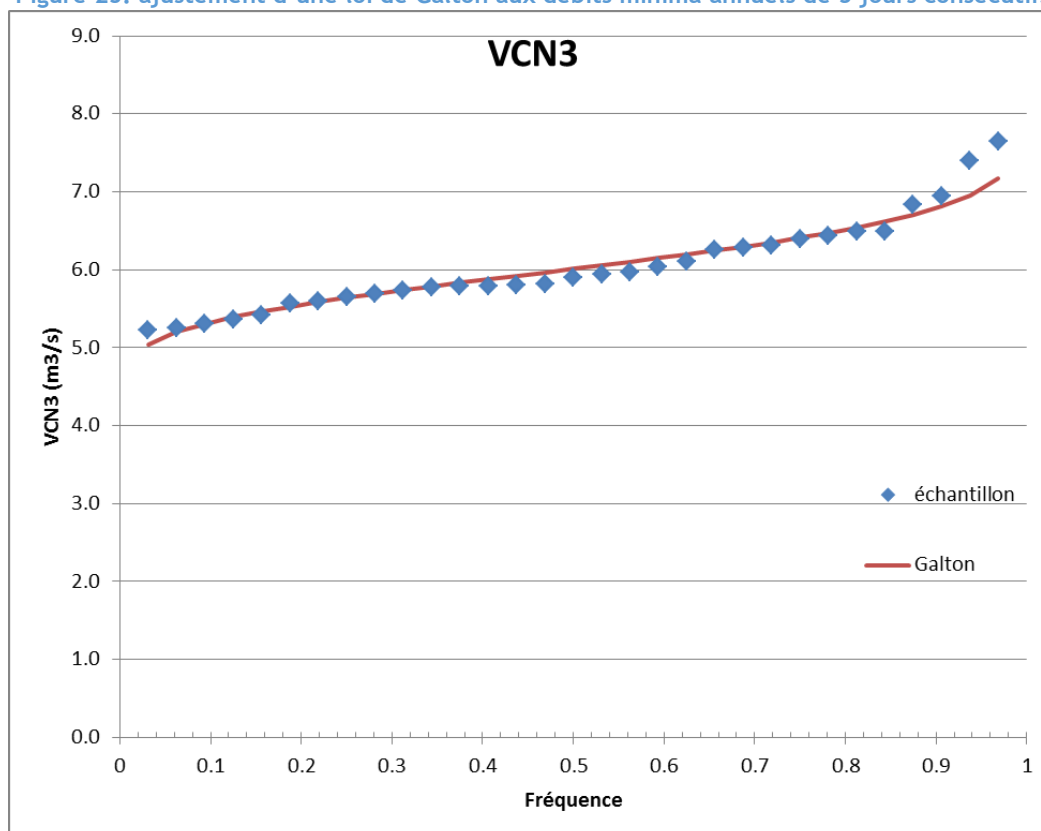


Figure 25: ajustement d'une loi de Galton aux débits minima annuels de 3 jours consécutifs



L'intervalle de confiance à 90% des valeurs quinquennales présentées est également calculé, cette analyse prend en compte l'écart-type et la taille de l'échantillon. Les résultats complets des ajustements sont présentés en annexe IX.



Le tableau suivant récapitule les résultats obtenus pour chaque station de reconstitution des débits.

Tableau 14: valeurs caractéristiques obtenues avec le calage retenu

Débits (m ³ /s)	Module	QMNA5	VCN3	VCN3 quinquen- nal	VCN10	VCN10 quinquen- nal
L'Adour à Tarbes	10,41	4,63	4,5	4,19	4,62	4,28
L'Adour à Estirac	15,7	6,04	5,95	5,55	6,12	5,66
L'Adour à Aire	35,8	8,29	8,42	8,08	8,56	8,12
L'Adour à Audon	48,6	11,43	11,66	11,23	11,82	11,26
L'Adour à St-Vincent- de-Paul	81,1	25,7	26,13	25,62	26,27	25,58
L'Arros à Juillac	5,76	1,11	1,14	1,07	1,16	1,07
Le Boues à Beaumarchés	1,3	0,24	0,21	0,21	0,22	0,22
L'Echez à Bordères	2,1	0,57	0,55	0,53	0,55	0,53
Le Lees à Bernède	4,25	0,19	0,2	0,17	0,21	0,17
Le Louet à Sombrun	0,88	0,08	0,08	0,07	0,08	0,07

Remarque : les valeurs quinquennales sont obtenues par ajustement d'une loi de Galton

On reproduit ci-après le tableau des valeurs caractéristiques en débits spécifiques¹⁶.

Tableau 15: valeurs caractéristiques spécifiques obtenues avec le calage retenu

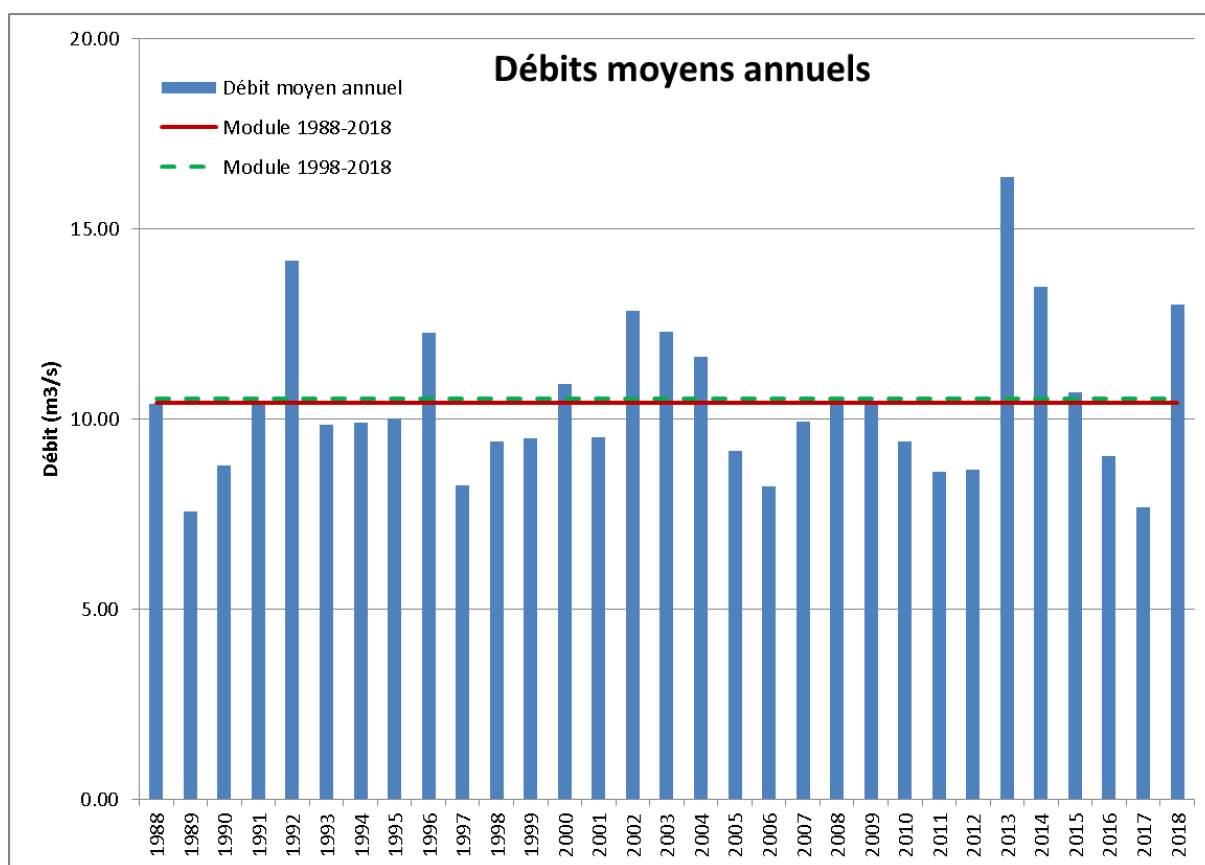
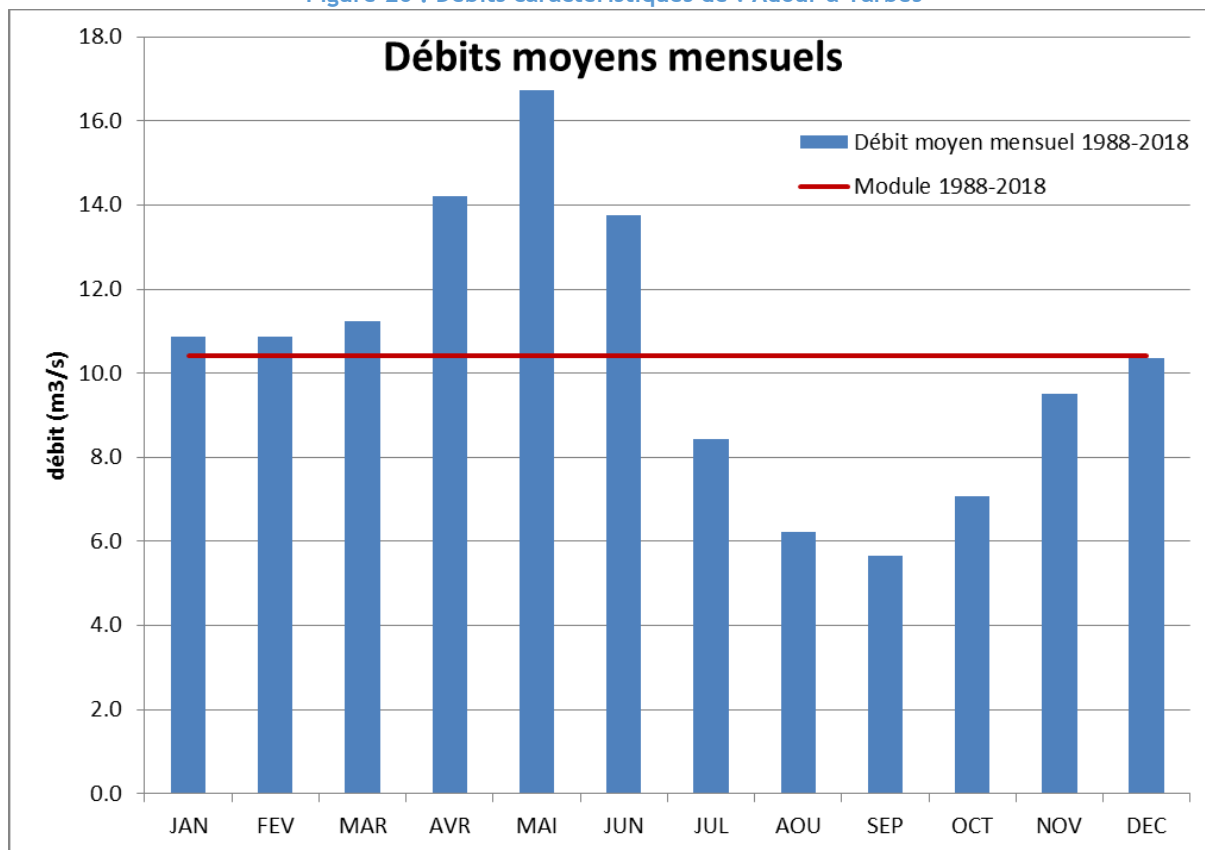
débits spécifiques (l/s/km ²)	Surface BV km ²	Module	QMNA5	VCN3	VCN3 quinquen- nal	VCN10	VCN10 quinquen- nal
L'Adour à Tarbes	378,4	27,51	12,24	11,89	11,07	12,21	11,31
L'Adour à Estirac	866,1	18,13	6,97	6,87	6,41	7,07	6,54
L'Adour à Aire	2 929	12,22	2,83	2,87	2,76	2,92	2,77
L'Adour à Audon	4025,1	12,07	2,84	2,90	2,79	2,94	2,80
L'Adour à St- Vincent-de-Paul	7740,5	10,48	3,32	3,38	3,31	3,39	3,30
L'Arros à Juillac	563,4	10,22	1,97	2,02	1,90	2,06	1,90
Le Boues à Beaumarchés	241,1	5,39	1,00	0,87	0,87	0,91	0,91
L'Echez à Bordères	157,1	13,37	3,63	3,50	3,37	3,50	3,37
Le Lees à Bernède	422,1	10,07	0,45	0,47	0,40	0,50	0,40
Le Louet à Sombrun	85,3	10,32	0,94	0,94	0,82	0,94	0,82

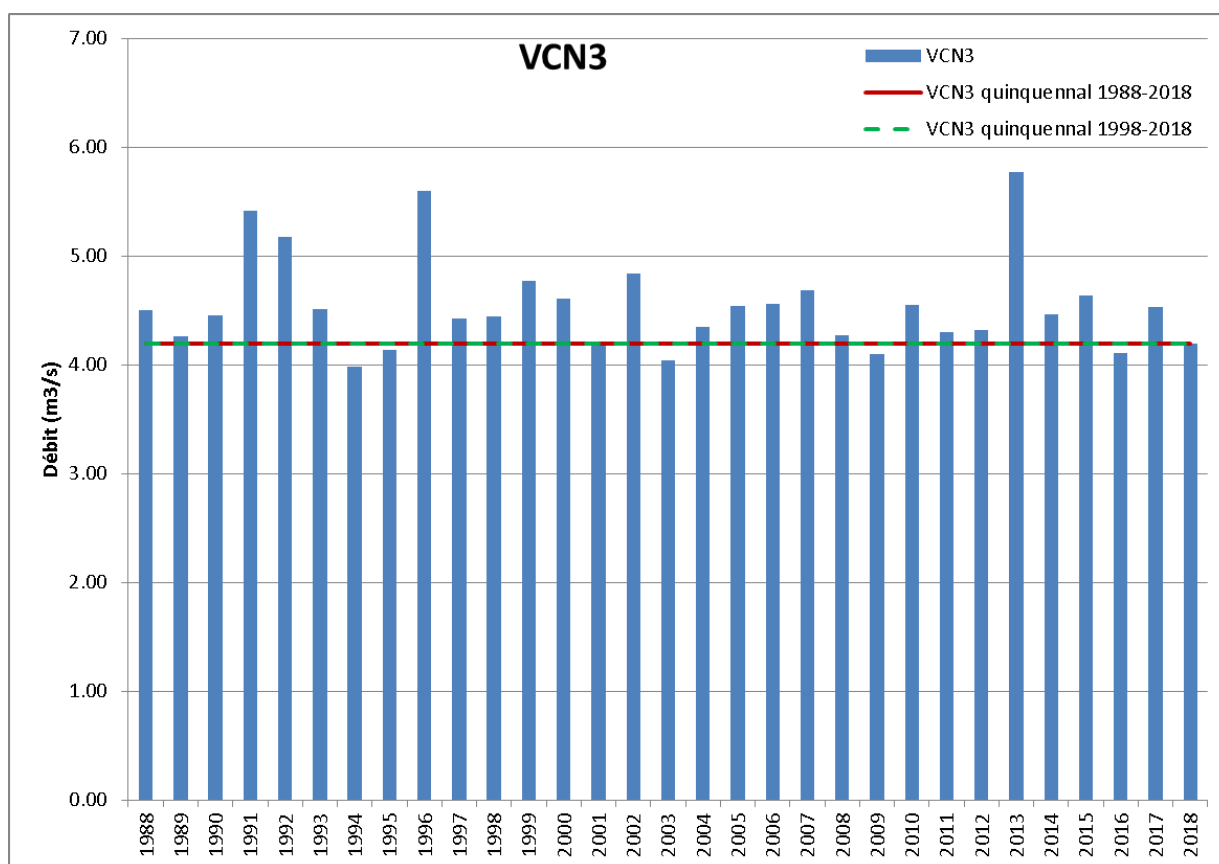
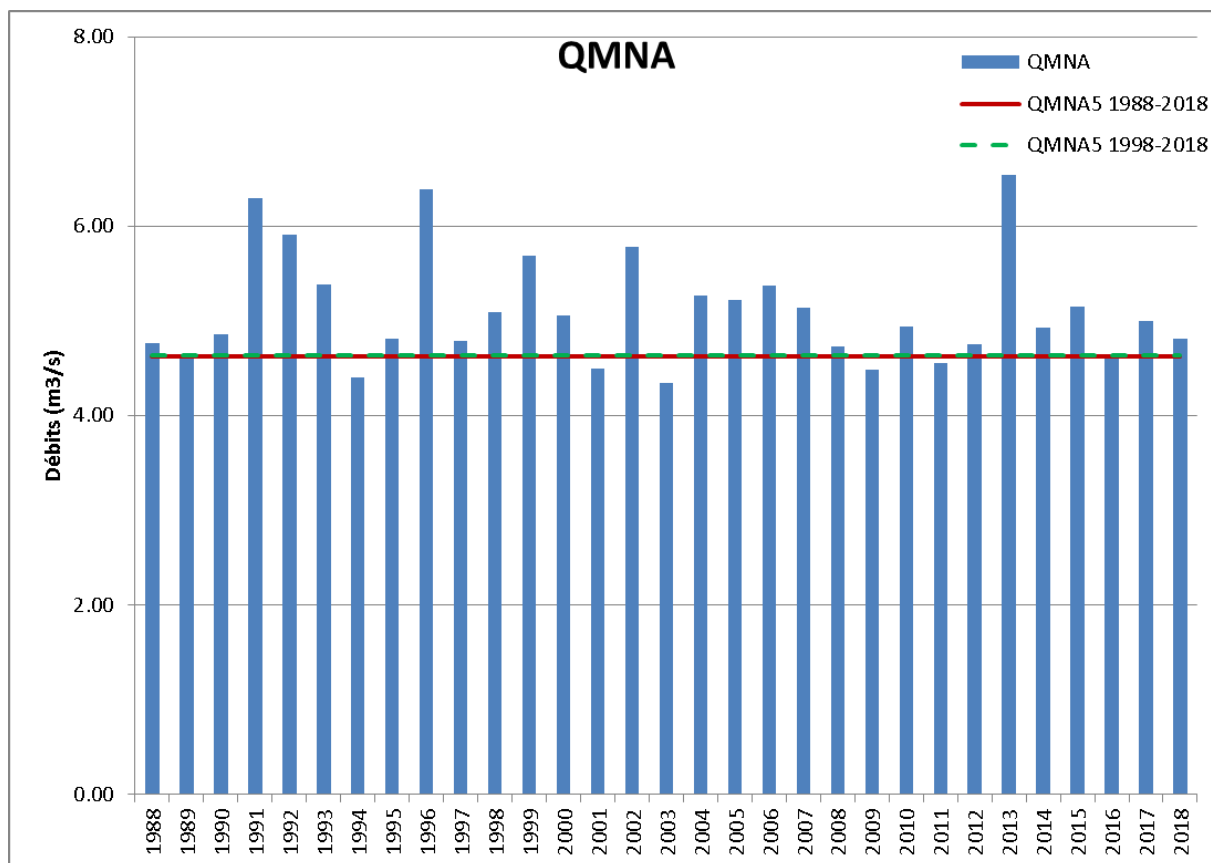
Les graphiques suivants présentent l'évolution sur la période 1988-2018 du module, QMNA, VCN3 et VCN10 pour la station de l'Adour à Tarbes.

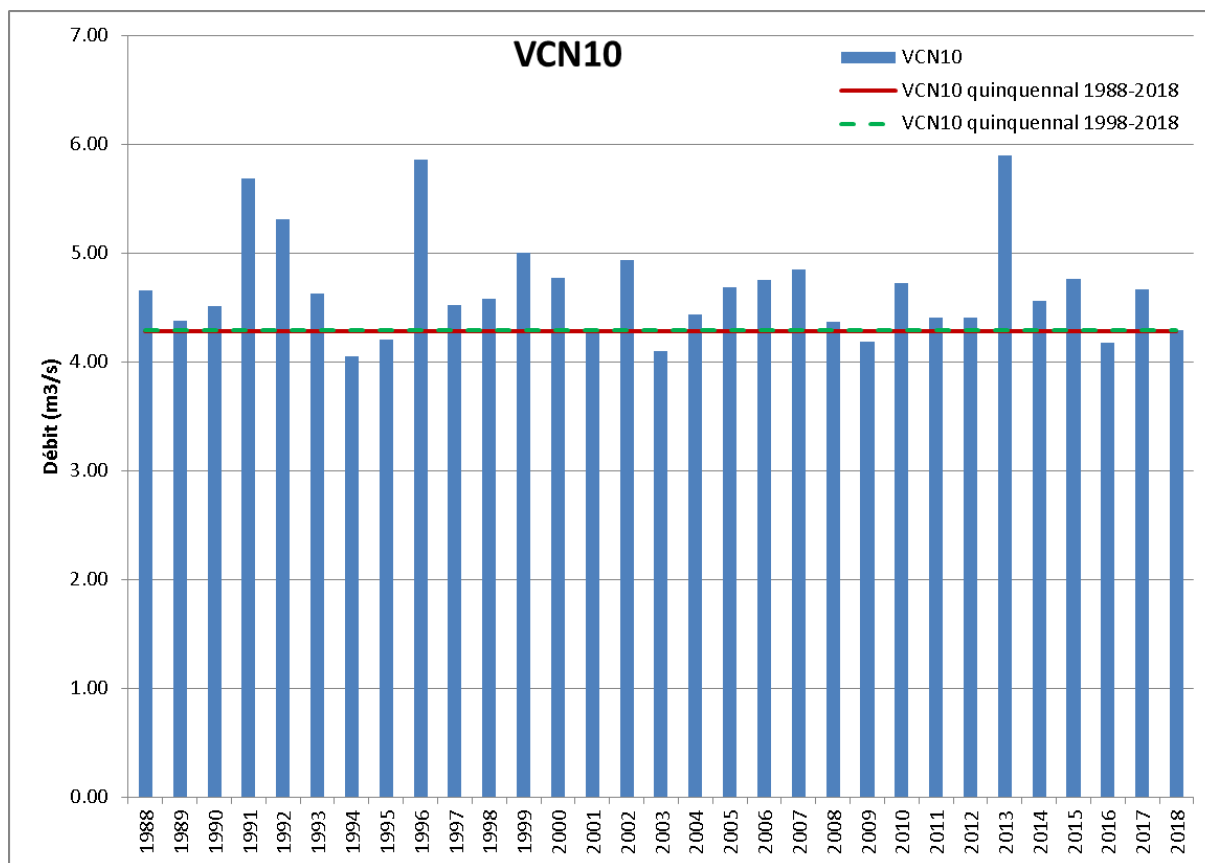
¹⁶ débit spécifique = Débit / Surface du bassin versant



Figure 26 : Débits caractéristiques de l'Adour à Tarbes







Les résultats pour les autres stations sont présentés en Annexe IX.

La comparaison des valeurs caractéristiques calculées à partir de la chronique 1988-2018 ou 1998-2018 ne met pas en évidence d'évolution majeure entre ces 2 chroniques pour les stations considérées. Le choix de la période de reconstitution de 30 ans plutôt que de 20 ans est ainsi conforté car il propose un échantillon plus grand synonyme d'une meilleure rigueur statistique.

1.6.2 Détermination des débits naturels journaliers en tout point du bassin

Il s'agit à présent de caractériser le débit naturel en tout point de la zone d'étude.

Dans ce qui précède, nous venons de présenter l'élaboration de modèles pluie-débit au niveau de 10 stations de reconstitution des débits naturels. Nous disposons ainsi de chroniques de débits naturels journaliers homogènes en 10 points du bassin pour la période 1988-2018.

A partir de ces chroniques, pour tous les bassins versants élémentaires pris en compte dans le modèle, les débits naturels journaliers sont issus de transpositions des modèles pluie-débit avec correction de bassin versant. Pour les débits moyens journaliers, on considère les apports directement proportionnels à la surface des bassins versants. La relation entre 2 bassins A et B, où le débit de B (Q_B) est inconnu et celui de A connu est donc la suivante :

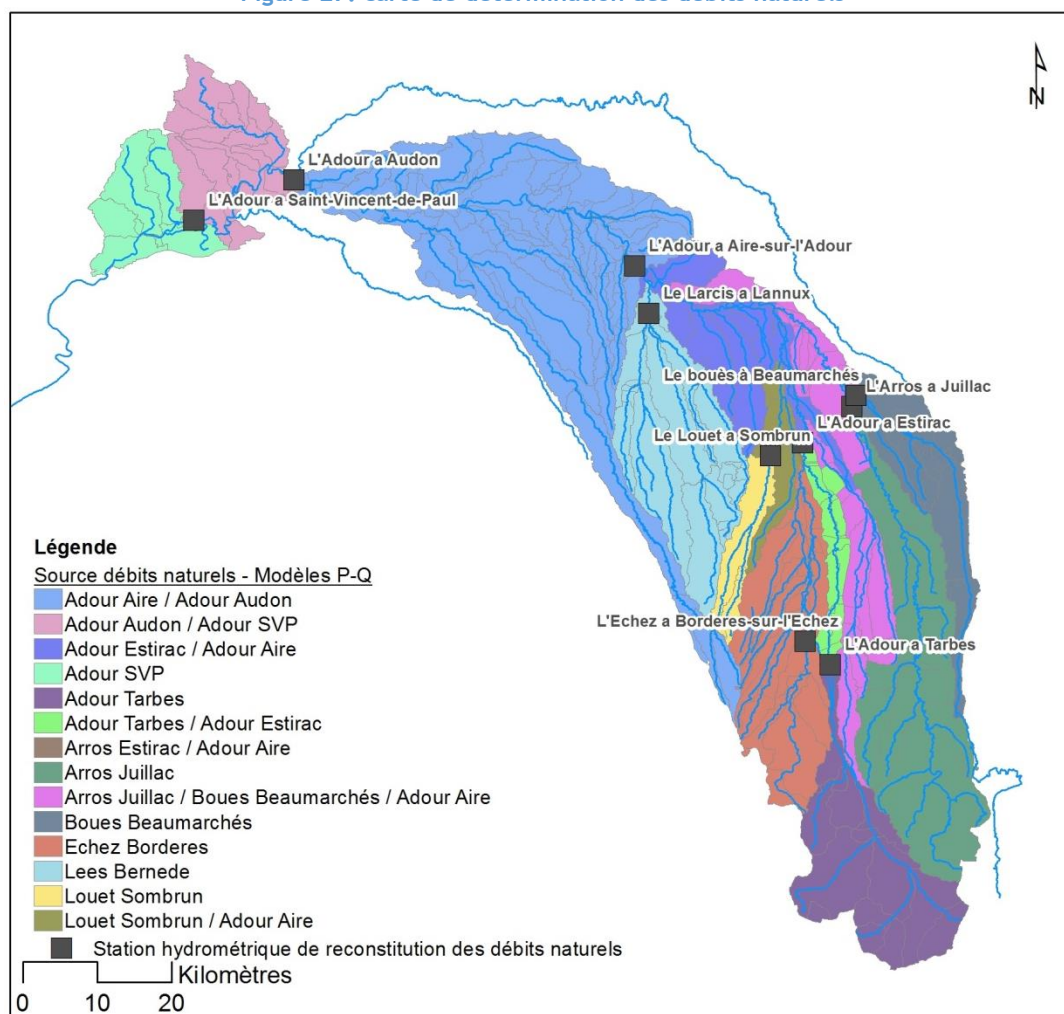
$$Q_B = Q_A / S_A * S_B$$

avec S_A : surface du bassin versant A

La carte suivante présente à partir de quelles stations de reconstitution les débits ont été obtenus en un point donné.



Figure 27: carte de détermination des débits naturels



A l'issue de ce travail, on dispose d'une chronique de 30 ans de débits journaliers pour chaque bassin versant élémentaire.



2 RESSOURCES ARTIFICIELLES

Une fois la ressource naturelle caractérisée, on s'intéresse aux ressources artificielles du territoire qui jouent un rôle local ou global.

En termes de ressources artificielles, le territoire d'étude se caractérise par :

- De nombreux plans d'eau (lacs, réservoirs de soutien d'étiage, ouvrages de réalimentation) connectés au réseau hydrographique,
- De nombreux canaux dérivés des cours d'eau principaux.

2.1 PLANS D'EAU ET RETENUES STRUCTURANTES

2.1.1 Etat des lieux des plans d'eau et retenues structurantes du territoire

Le tableau suivant récapitule l'ensemble des réservoirs et plans d'eau structurant de l'aire d'étude, leur localisation, leur sous-bassin de rattachement ainsi que le volume maximum mobilisable, désigné comme « volume utile ».

Tableau 16 : Plans d'eau structurants de la zone d'étude

Description	Volume utile (m ³)	Débit moyen annuel (m ³ /s)	Localisation	Sous-BV de rattachement
Barrage d'Antin	441 750	0,01	BV ¹⁷ du ruisseau du Milieu affluent du Bouès	BOUES
Barrage de l'Arrêt Darré	7 850 000	0,25	BV de l'Arrêt Darré, affluent de l'Arros	ARROS
	2 100 000	0,07		ALARIC-ESTEOUS
Barrage de la Barne	950 000	0,03	BV de la Barne, affluent de l'Arros	ADOUR_5
Barrage de Bassillon	2 260 000	0,07	BV du Larcis	LARCIS
Barrage du Brousseau aval	1 700 000	0,05	BV du Brousseau, affluent de l'Adour RG aval Aire	ADOUR_5
Barrage de l'ASA de Cabournieu	1 500 000	0,05	BV du ruisseau de Cabournieu, affluent du Bouès	BOUES
Barrage de Cadillon	935 000	0,03	BV du Lisau, affluent du Larcis	LARCIS
Barrage de Cassagnaou	600 000	0,02	BV du ruisseau de Cassagnaou, affluent du Bouès	BOUES
Barrage de Castillon	425 000	0,01	BV du Lisau, affluent du Larcis	LARCIS
Barrage de Coudures	900 000	0,03	BV de l'Estela, affluent du Gabas	GABAS
Barrage de Fargues Montgaillard	900 000	0,03	BV du ruisseau de Labourdasse, affluent du Bahus	ADOUR_6
Barrage du Gabas	6 000 000 ¹⁸	0,19	BV du Gabas	GABAS
	12 000 000	0,38		LEES

¹⁷ Bassin versant

¹⁸ En réalité, le lac du Gabas stocke 20 Mm³ utiles. Mais, actuellement 2 Mm³ du volume affecté au Gabas sont en réserve pour des souscriptions futures et ne sont pas pris en compte dans la suite du bilan, conformément à ce tableau.



Description	Volume utile (m ³)	Débit moyen annuel (m ³ /s)	Localisation	Sous-BV de rattachement
Barrage du Gabassot	2 900 000	0,09	BV du Gabassot, affluent du Lees Gabas	LEES GABAS
Barrage du Gioulé	3 000 000	0,10	BV du Gioulé, affluent de l'Adour RD en aval d'Aire-sur-l'Adour	ADOUR_5
Gravière de Vic	500 000	0,02	BV de l'Adour, ressource souterraine	ADOUR_2
Lacs de Gréziolles - Laquets - Caderolles	2 800 000	0,09	BV du Garet, affluent de l'Adour de Gripp	ADOUR_1
Lac Bleu	4 700 000	0,15	BV de l'Adour de Lesponne	ADOUR_1
Barrage de Latrille	2 300 000	0,07	BV du Brousseau, affluent de l'Adour RG aval Aire	ADOUR_5
Barrage de Lembeye-Corbières	1 340 000	0,04	BV du ruisseau du Bioscq, affluent du Larcis	LARCIS
Barrage du Louet	3 000 000	0,10	BV du Louet	LOUET
	2 000 000	0,06		ADOUR_4
Barrage de Duhort-Bachen	5 000 000	0,16	BV du Lourden, affluent de l'Adour RG en aval d'Aire-sur-l'Adour	ADOUR_5
Barrage de Miramont	1 635 000	0,05	BV du Bahus, affluent de l'Adour RG en aval de Grenade	ADOUR_6
	165 000	0,01		GABAS
Barrage de Peyrelongue	1 100 000	0,03	BV du Petit Lees	PETIT LEES
Barrage de Renung	1 850 000	0,06	BV du ruisseau de Bayle, affluent de l'Adour RG en aval d'Aire-sur-l'Adour	ADOUR_5
Barrage de Sère-Rustaing	2 250 000	0,07	BV du Bouès	BOUES
Barrage de St-Agnet	650 000	0,02	BV du Brousseau, affluent de l'Adour RG aval Aire	ADOUR_5
Barrage de Tillac	1 020 000	0,03	BV du ruisseau de Tillac, affluent du Bouès	BOUES
Lac d'Agès	442 500	0,01	Transfert du Lac d'Agès vers le Laudon, affluent du Gabas	GABAS
TOTAL	75 214 250	2,38	28 réservoirs	

Au total, la ressource mobilisable sur les ouvrages structurants du bassin sur l'aire d'étude s'élève à près de 75 Mm³ (2,4 m³/s en débit moyen annuel).

A ce volume, s'ajoutent les volumes retenus par les petits plans d'eau, la plupart sous forme de retenues collinaires. Ceux-ci ont un usage local.



2.1.2 Prise en compte du remplissage ou volume disponible

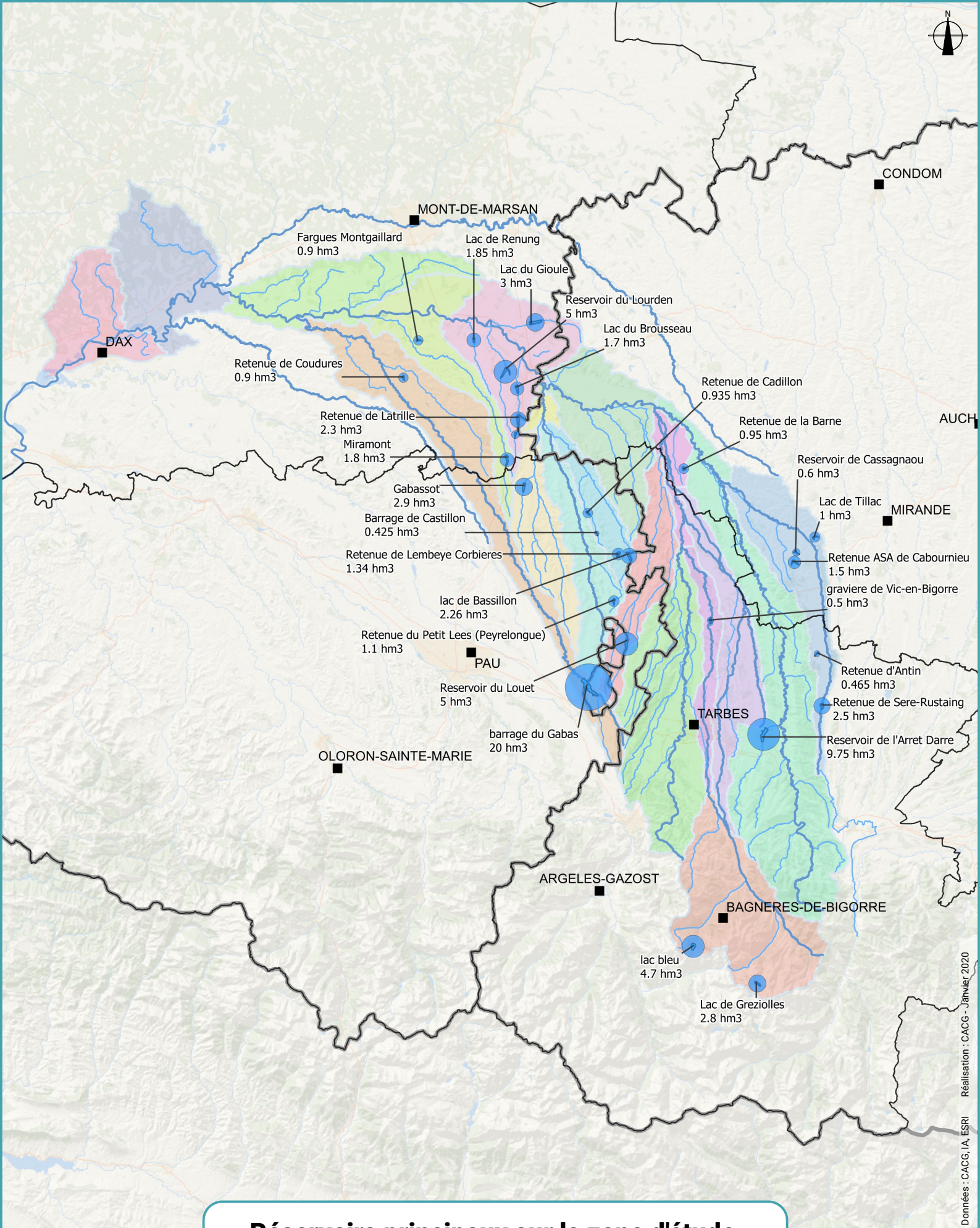
L'ensemble des plans d'eau mentionnés au paragraphe précédent est modélisé.

Le modèle établit des bilans sur une année du 1^{er} juin au 31 mai en considérant pour chaque année de la chronique que les lacs sont pleins au 1^{er} juin.

En réalité, certains secteurs peuvent connaître des problèmes de remplissage qui ne sont pas pris en compte ici. Le bilan annuel constitue donc une vision optimiste des déséquilibres.

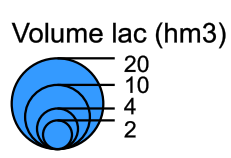
L'analyse des chroniques de débits naturels des bassins versants élémentaires en amont des lacs permettra d'évaluer le potentiel de remplissage au 31/05. Toutefois, le modèle ne permettra pas de réaliser des bilans interannuels pour se rendre compte par exemple, des conséquences d'enchaînement hiver sec - été sec - hiver sec.



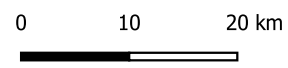


Réservoirs principaux sur la zone d'étude

- Villes principales
- ▭ Limites départementales
- ▭ Limite régionale
- Cours d'eau principaux
- Autres cours d'eau



- Lacs de barrages
- Sous bassins versants



2.2 LES CANAUX

2.2.1 Etat des lieux des canaux du territoire

Le territoire du SAGE Adour amont compte environ 600 km de canaux dont les usages, les longueurs et les modes de gestion sont disparates.

Les principaux canaux de dérivation de l'Adour sont :

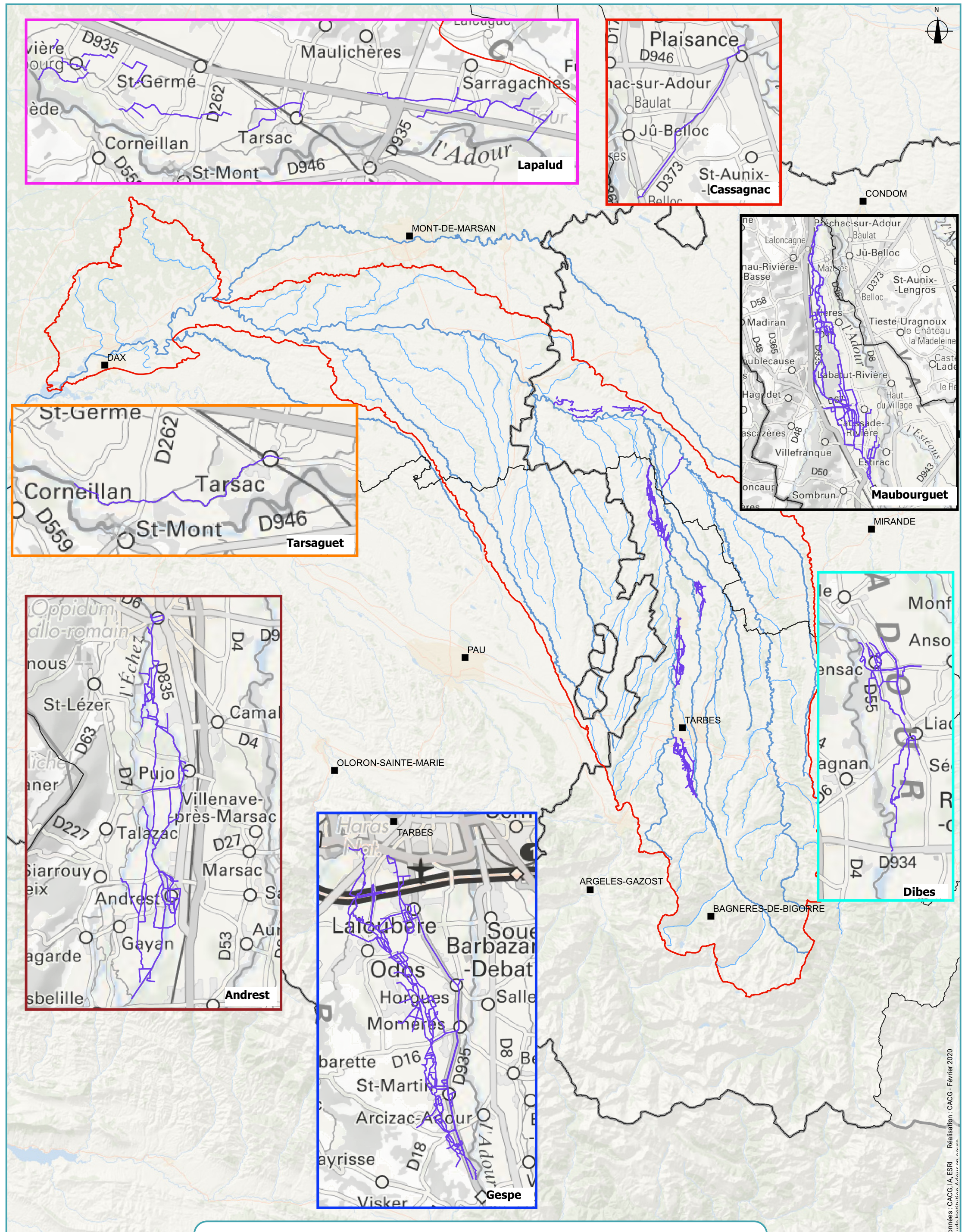
- le système de canaux Alaric / Cassagnac avec en aval les canaux de Moulin Rouge et le Las,
- le canal de la Gespe reliant l'Adour à l'Echez et le canal de Luzerte sur l'Echez,
- les petits canaux de rive droite entre Tarbes et Estirac : Ailhet, Florence-Bazillac, Dibes, Pardevant,
- le canal de Maubourguet (qui dérive de l'eau de l'Adour vers le Layza, affluent du Louet) et le canal de Vieil Adour,
- sur la partie Gersoise, les canaux de Lapalud Jarras (qui dérive de l'eau de l'Arros vers l'Adour), de Barcelonne, de Tarsaguet et de Riscle.

Les caractéristiques principales de ces réseaux de canaux sont données dans le tableau ci-après.

Tableau 17 : réseaux de canaux principaux

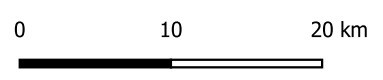
Canal	Longueur canal principal (km)	Caractéristiques
CANAL VIEIL ADOUR	3,5	Réseau court avec peu d'usages
CANAL D'AILHET	6,8	Canal court avec des prélèvements
CANAL DE LA GESPE	12	Quelques prélèvements, canal avec ouvrage de gestion
CANAL DE TARSAGUET	8	Canal court, multi usages, avec ouvrage de gestion
CANAL DE RISCLE	7	Réseau court, peu géré - équipement prévu
CANAL DE MAUBOURGUET	3,4	Réseau court, équipé, géré localement - réseau complexe
CANAL DE FLORENCE BAZILLAC	6,7	Quelques prélèvements, réseau simple non équipé
CANAL DE DIBES	6,4	Quelques prélèvements, réseau simple non équipé
CANAL DE BARCELONNE	3,5	Canal court, multi usages, gestion complexe, équipé de vannes
CANAL DE « NONAME6 »	4,7	Plusieurs prélèvements, réseau court non géré (canal de dérivation du ruisseau de Lourden vers l'Adour)
CANAL DE MOULIN ROUGE	2,5	Réseau complexe bien équipé, secteur très suivi - restitution Alaric dans Canal de Cassagnac
CANAL DE CASSAGNAC	6	
CANAL DE LA BARNE	7	
CANAL DU LAS	10	
CANAL DE LAPALU JARRAS	22	Réseau complexe, plusieurs affluents
CANAL D'ANDREST	12,5	Absence d'ouvrage de régulation à la prise, canal non géré
CANAL DE LA LUZERTE	10	Réseau complexe, plusieurs affluents
CANAL D'ALARIC	70	Réseau long et complexe avec de nombreuses dérivations et plusieurs affluents
CANAL DE PARDEVANT	2,7	Interconnexion avec Canal de Dibes, réseau complexe, multiples sorties





Canaux sur la zone d'étude

- Villes principales
- Limites départementales
- Limite régionale
- Cours d'eau principaux
- Autres cours d'eau
- Limite BV
- Canal



Données : CACG, IA, ESRI Réalisation : CACG - Février 2020



2.2.2 Prise en compte des débits dérivés par les canaux du territoire

L'alimentation des canaux est modélisée par un ouvrage géré, avec des chroniques de débit au niveau de la prise calculées par Lagon en fonction d'un débit consigné au niveau de la restitution et d'un débit minimum de dérivation retenu pour représenter le fonctionnement actuel, non optimisé.

Les débits minimaux imposés dans les canaux sont issus de jaugeages effectués lors de l'été 2018 au niveau des restitutions dans le cadre de l'étude de l'Institution Adour en cours sur cette problématique. Ils sont récapitulés dans le tableau suivant.

A ce stade, ces mesures sont les seules récentes disponibles. Elles n'ont pas toutes été réalisées à l'étiage. Nous retenons donc 50% des débits mesurés en 2018. Ces hypothèses imparfaites constituent la meilleure représentation de la situation actuelle. Elles n'impactent les résultats de déséquilibres que dans les cas où les canaux court-circuitent des points consignés ou transfèrent de l'eau d'un bassin versant à un autre.

Dans l'étude de 2005, le choix de modéliser un système optimisé avait été préféré.

Tableau 18 : débits imposés dans les canaux

Canal	Mesure (l/s)	Date de la mesure	Débit retenu pour la modélisation (l/s)
CANAL VIEIL ADOUR	207	30/03/2018	100
CANAL D'AILHET	271	13/08/2018	130
GESPE			Consigné sur STEP Tarbes Ouest (2,333 m3/s)
TARSAGUET			Consigné sur pisciculture (0,8 m3/s)
CANAL DE RISCLE	Pas de donnée		100
CANAL DE MAUBOURGUET (Castelnau RB)	423	04/04/2018	200
CANAL DE FLORENCE BAZILLAC	100	02/08/2018	50
CANAL DE DIBES	246	06/08/2018	120
CANAL DE BARCELONNE	Pas de donnée		100
MOULIN ROUGE	20		10
CASSAGNAC	20	Connaissance des rejets	10
LA BARNE	20		10
LAAS	20		10
LAPALU JARRAS	Pas de donnée		50
CANAL D'ANDREST	635	20/08/2018	300
LUZERTE	765	23/04/2018	380
ALARIC	Pas de donnée		800
PARDEVANT	557	07/08/2018	280



3 APPORTS EXTERIEURS AU TERRITOIRE D'ETUDE

En plus de la ressource naturelle et de la ressource artificielle, le territoire du SAGE Adour comprend :

- 2 affluents importants hors périmètre : la Midouze et le Louts dont il faudra caractériser les apports dans le bilan besoins - ressources,
- Des ressources externes qui sont mobilisées par transferts depuis des bassins versants adjacents.

Ces 2 types de ressources ne sont pas étudiés en tant que tels mais sont intégrés à l'analyse avec leurs caractéristiques.

3.1 APPORTS DES AFFLUENTS HORS DU PERIMETRE D'ETUDE (MIDOUZE ET LOUTS)

Le périmètre du SAGE Adour amont a sa limite aval sur l'Adour en aval de Saint-Vincent de-Paul, en amont de la confluence des Luys.

Entre Audon et Saint-Vincent de-Paul, l'Adour reçoit les contributions de deux affluents importants : la Midouze et le Louts. Pour ces 2 cours d'eau, hors zone d'étude, le comité technique a décidé de prendre en compte de façon invariante, les apports journaliers calculés pour la fréquence quinquennale sèche à partir des valeurs mesurées quotidiennement aux stations DREAL pour la chronique 1988-2018.

Remarque : les débits « naturels » calculés sur la Midouze dans le cadre du PTGEMidouze n'ont pas été utilisés car ils ne représenteraient pas les apports effectifs de la Midouze à l'Adour.

3.1.1 Les données disponibles pour quantifier les apports des affluents

Les stations hydrométriques en service sur ces cours d'eau sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 19: stations hydrométriques en service sur Louts et Midouze (Banque HYDRO)

Station	Code station	département	Producteur	Période disponible	Bassin versant (km ²)
La Midouze à Mont-de-Marsan	Q2503320	Landes (40)	DREAL Aquitaine	2003-2019	2020
La Midouze à Campagne	Q2593310	Landes (40)	DREAL Aquitaine	1967-2019	2500
La Midouze à Tartas	Q2663110	Landes (40)	DREAL Aquitaine	2003-2019	2980
Le Louts à Hagetmau	Q3054010	Landes (40)	DREAL Aquitaine, CACG depuis 2016	1984-2019	89
Le Louts à Gamarde	Q3080400	Landes (40)	DREAL Aquitaine	2015-2019	271

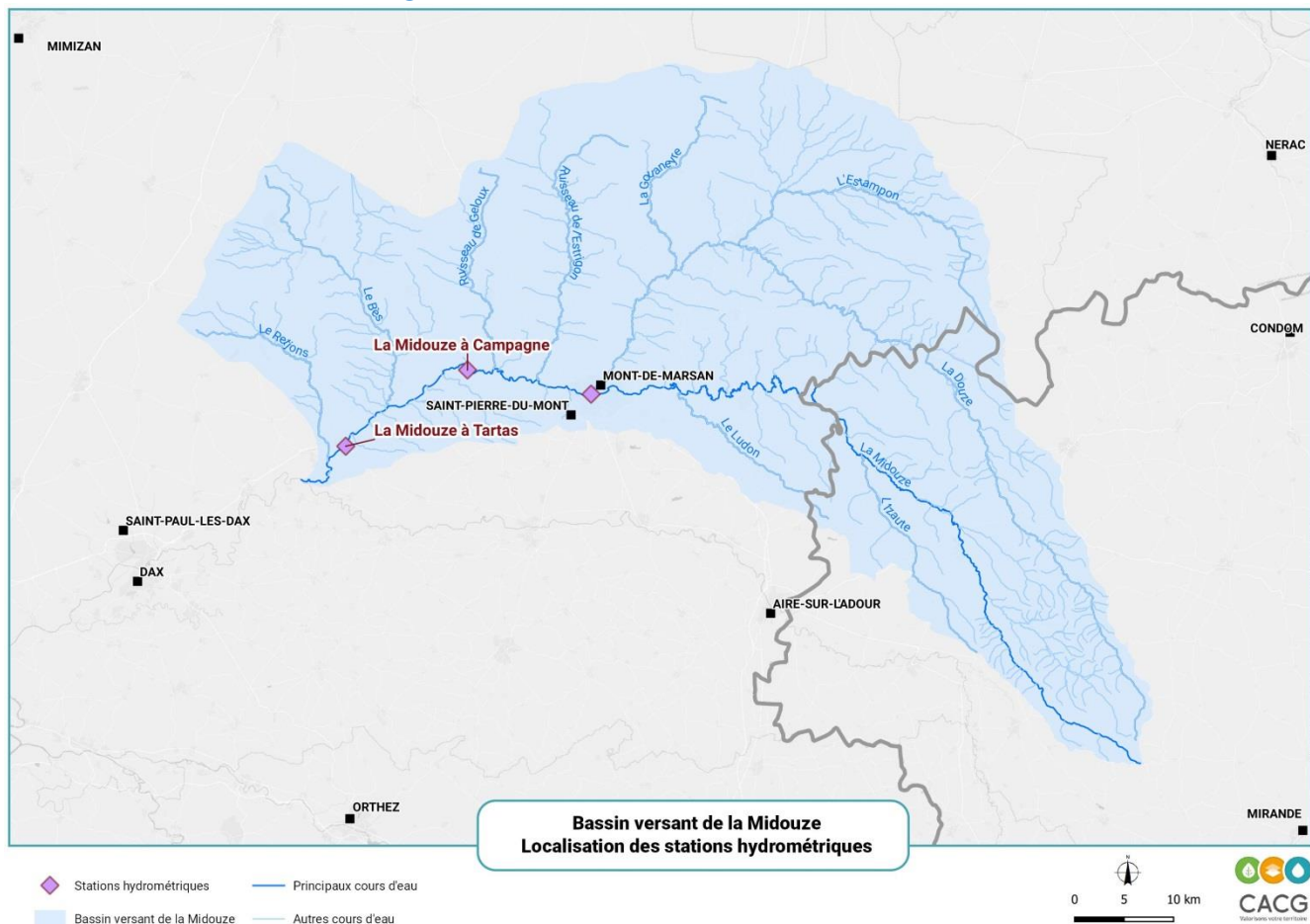
L'objectif est de reconstituer une chronique de débits journaliers quinquennaux à l'exutoire de chaque bassin.



3.1.2 Reconstitution des apports de la Midouze

Le bassin versant de la Midouze mesure 3 155 km².
La carte suivante localise les stations hydrométriques du bassin.

Figure 30: bassin versant de la Midouze



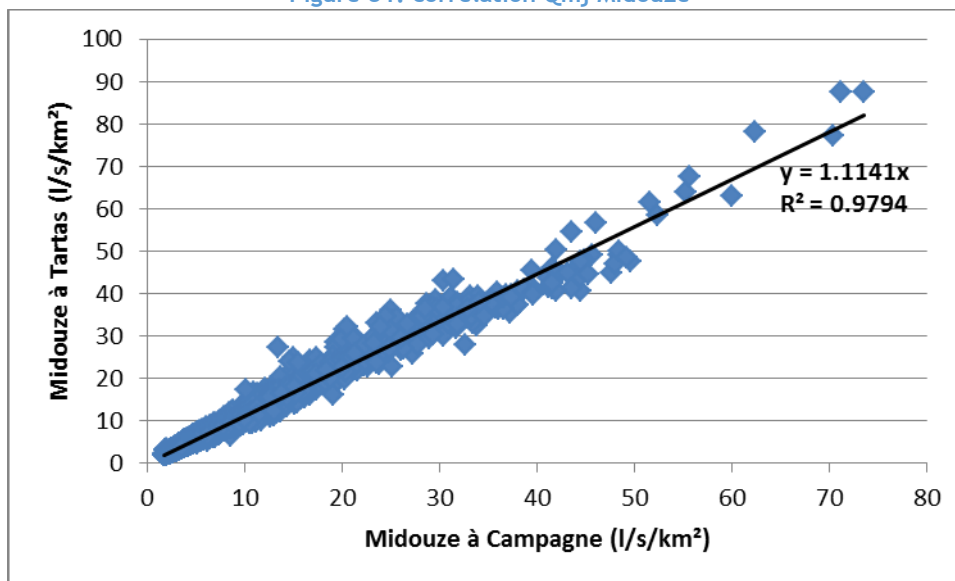
Nous utilisons les données de la station disposant de la plus longue chronique (Midouze à Campagne) et celles de la station la plus en aval (Midouze à Tartas) afin d'évaluer le coefficient de transposition des débits d'amont vers l'aval.

Une corrélation entre les débits journaliers à Campagne et ceux de Tartas est recherchée pour la période commune de disponibilité des données (2004-2019). Le graphe suivant met en évidence le bon coefficient de corrélation des débits journaliers. Suite à cette analyse, nous retenons la formule suivante :

$$Q_{\text{Midouze TOTAL}} = Q_{\text{Midouze Campagne}} * (SBV_{\text{TOTAL}} / SBV_{\text{Campagne}}) * 1,114$$

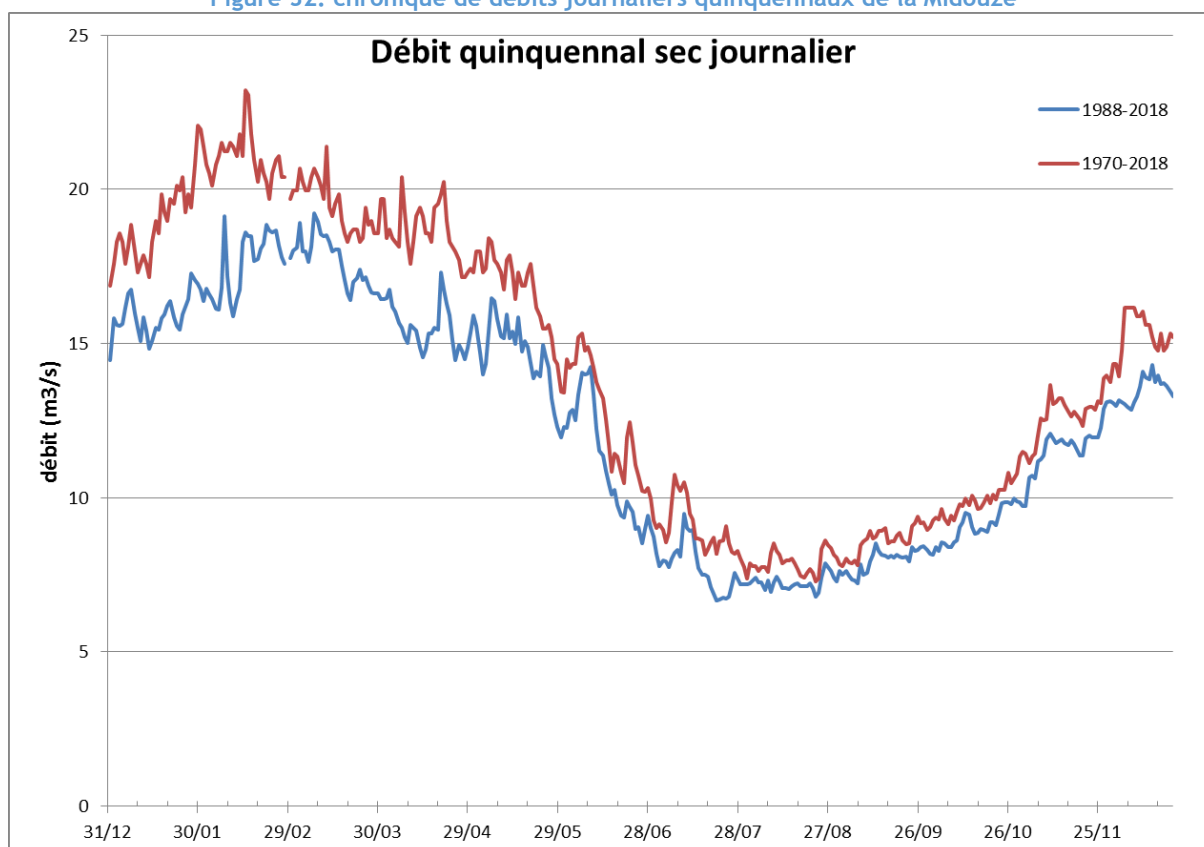


Figure 31: corrélation Qmj Midouze



On calcule ainsi la chronique 1988-2018 à l'exutoire puis, pour chaque jour le débit quinquennal sec. Le graphe suivant représente l'année « virtuelle » retenue, et compare le résultat au calcul produit à partir de la chronique longue 1970-2018. L'écart entre les 2 années virtuelles montre bien la tendance à la baisse récente des débits journaliers.

Figure 32: chronique de débits journaliers quinquennaux de la Midouze

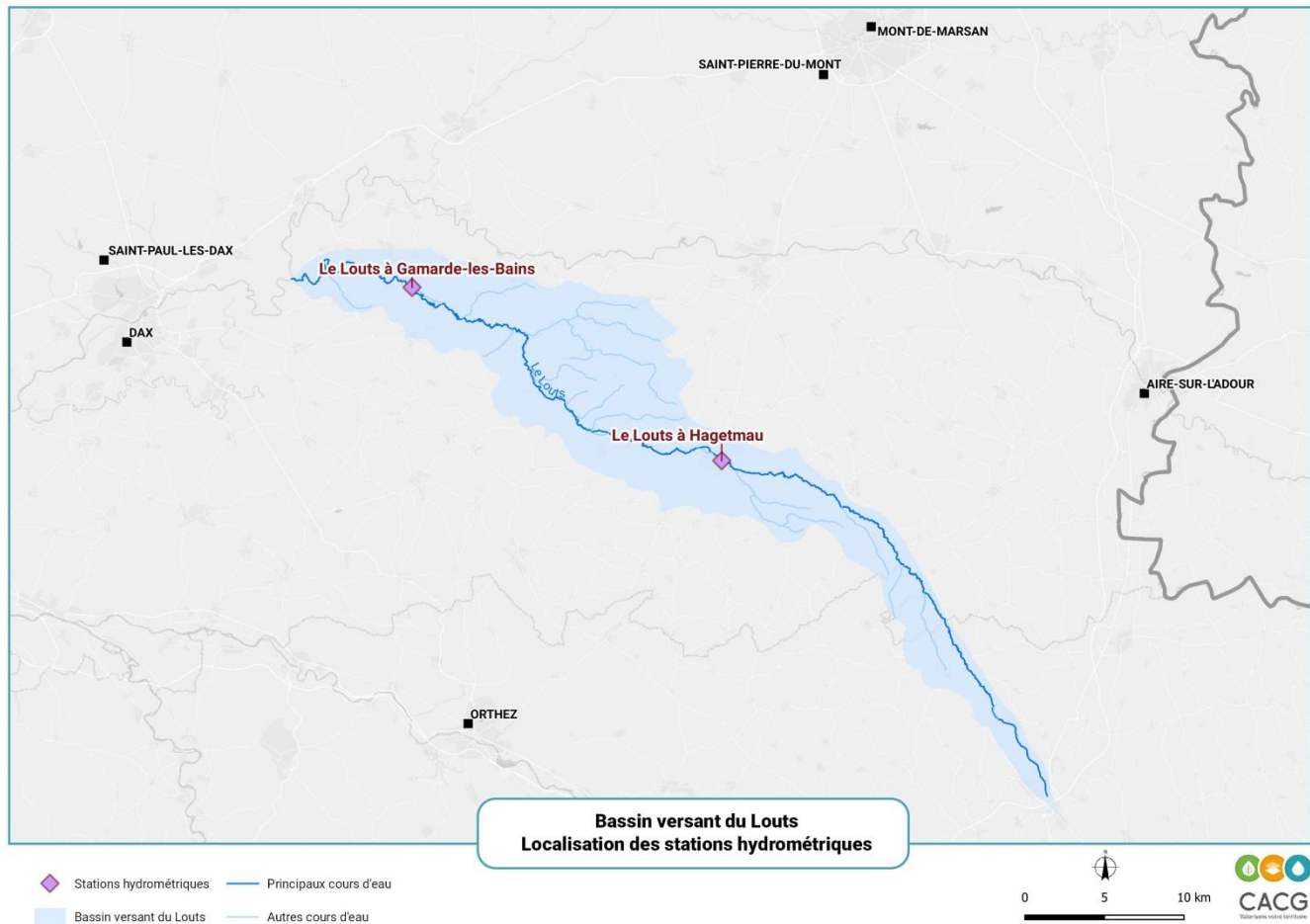


3.1.3 Reconstitution des apports du Louts

Le bassin versant du Louts mesure 286 km².

La carte suivante localise les stations hydrométriques du bassin.

Figure 33: bassin versant du Louts



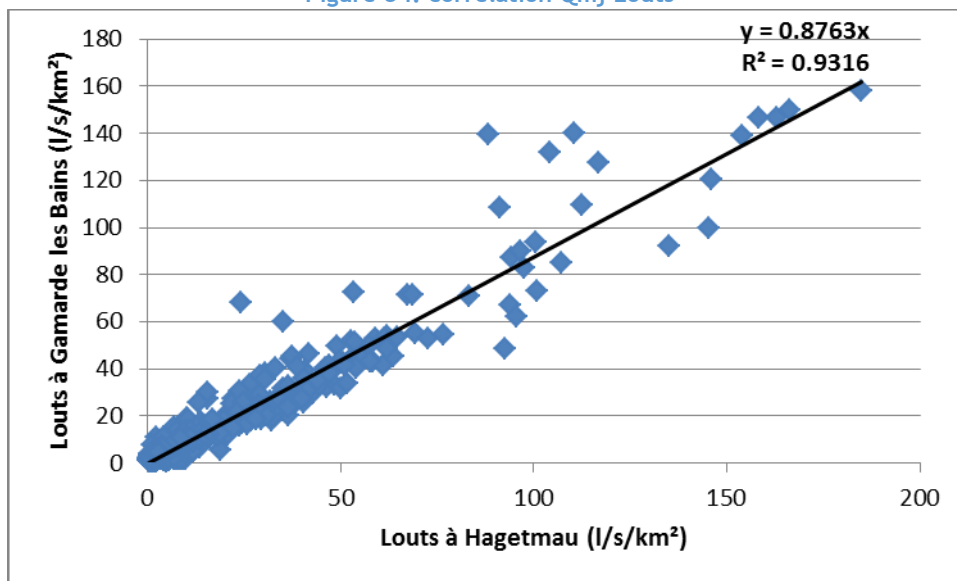
La station de Gamarde, la plus proche de l'exutoire, ne comprend que 4 années de données. De la même manière que pour la Midouze, nous recherchons une corrélation entre les débits journaliers des 2 stations pour la plage de disponibilité commune (4,5 ans).

Le graphe suivant montre que la corrélation entre les 2 stations est bonne et permet d'établir la relation de transposition des débits suivante :

$$QL_{\text{Louts TOTAL}} = QL_{\text{Louts Hagetmau}} * (SBV_{\text{TOTAL}} / SBV_{\text{Hagetmau}}) * 0,876$$



Figure 34: corrélation Qmj Louts



On calcule ainsi la chronique 1988-2018 à l'exutoire puis, pour chaque jour le débit quinquennal sec. Le graphe suivant représente l'année « virtuelle » retenue. La comparaison avec une chronique plus ancienne n'est pas possible car il n'y a pas de débits mesurés disponibles avant 1984.

Figure 35: chronique de débits journaliers quinquennaux du Louts



3.2 LES TRANSFERTS ARTIFICIELS

La zone d'étude se caractérise par plusieurs transferts d'eau entre bassins versants :

- Le **barrage de l'Arrêt-Darré** a une partie de volume dédiée au bassin de l'Estéous, il est modélisé comme 2 lacs,
- Le **barrage du Gabas** a une partie de volume dédiée au bassin des Léés, il est modélisé comme 2 lacs,
- Le **lac de Miramont** sur le Bahus transfère une partie de sa ressource au bassin versant du Bas, il est modélisé comme 2 lacs,
- Le Laudon est réalimenté par le **lac d'Agès** qui n'appartient pas à la zone d'étude, ce transfert est modélisé par un ouvrage géré qui prélève dans un système externe,
- Le Bouès est réalimenté par le **canal de la Neste**, ce transfert n'est pas pris en compte dans la modélisation ; une analyse des données de transfert Neste-Bouès permet d'établir a posteriori les bilans sur le Bouès. L'analyse des débits transités par la rigole Bouès pour les 24 dernières années montre que la contribution actuelle de la Neste au Bouès s'établit à 5,9 Mm³ en moyenne, 7,1 Mm³ en valeur quinquennale sèche. Cet apport extérieur se différencie des autres transferts car il n'est pas issu de stockages. Il est donc dépendant de l'hydrologie de la Neste toute l'année.





PARTIE III - USAGES DU TERRITOIRE



B.B.R. en eau sur l'Adour en amont de la confluence des Luys



La partie précédente est consacrée à la caractérisation des ressources du périmètre d'étude. La partie III qui suit a pour objectif de déterminer les « besoins » en eau actuels du territoire et leur répartition au cours de l'année. Pour cela, on se base sur les dernières données récentes disponibles représentatives de la demande actuelle.

1 EAU POTABLE

1.1 DONNEES MOBILISEES

Les données exploitées proviennent de la Banque Nationale des Prélèvements quantitatifs en Eau (BNPE) pour l'année 2016, année la plus récente proche d'une année quinquennale sèche. On remarque toutefois que les variations interannuelles des prélèvements d'eau potable sont peu sensibles : l'écart maximal est de 7% entre 2013 et 2016.

Sur le bassin, plusieurs ressources sont exploitées pour l'eau potable. La majeure partie des prélèvements est réalisée dans les eaux souterraines de type nappes alluviales ou d'accompagnement, notamment sur tout l'amont du bassin versant et la vallée de l'Adour en amont d'Aire. Deux prélèvements ont lieu dans les eaux de surface sur le bassin versant de l'Arros, tandis que sur le secteur aval et sur les affluents rive gauche à l'aval (Lées, Gabas), les eaux souterraines profondes sont également exploitées.

Au total, ce sont 28 Mm³ qui ont été prélevés en 2016 sur le périmètre du SAGE, dont

- 19,594 Mm³ (débit moyen annuel de 0,62 m³/s) en nappe libre,
- 2,187 Mm³ (0,07 m³/s) en eau de surface,
- 6,182 Mm³ (0,2 m³/s) en nappes profondes.

Les principaux secteurs de prélèvement d'eau potable se situent

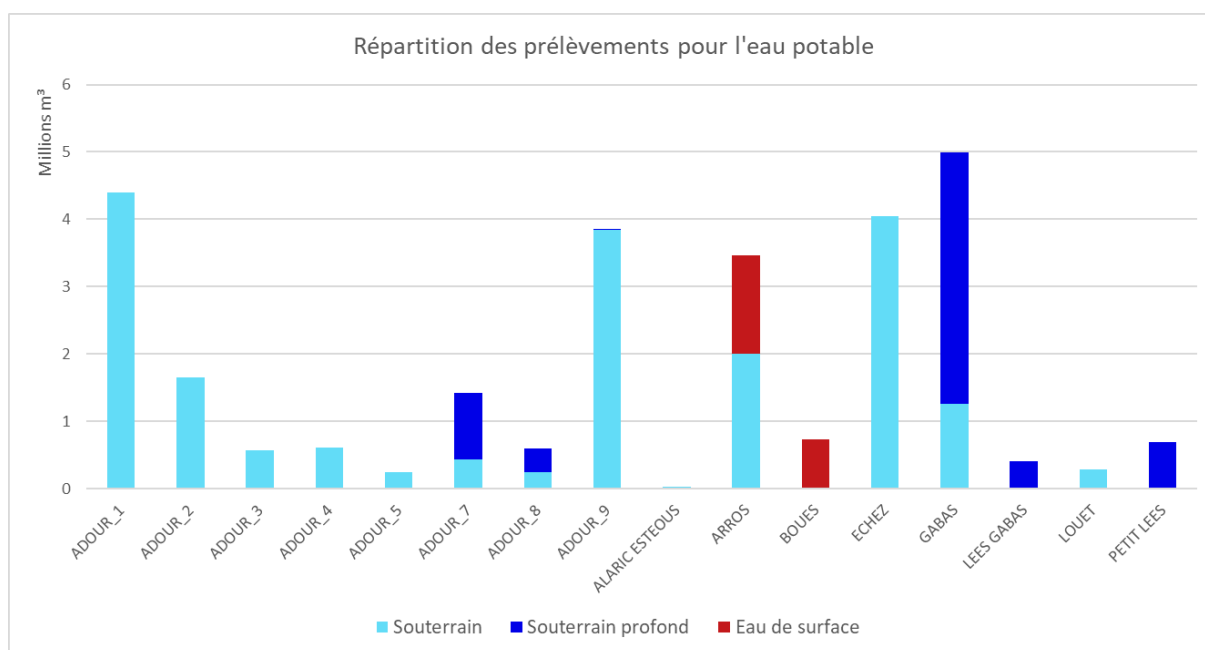
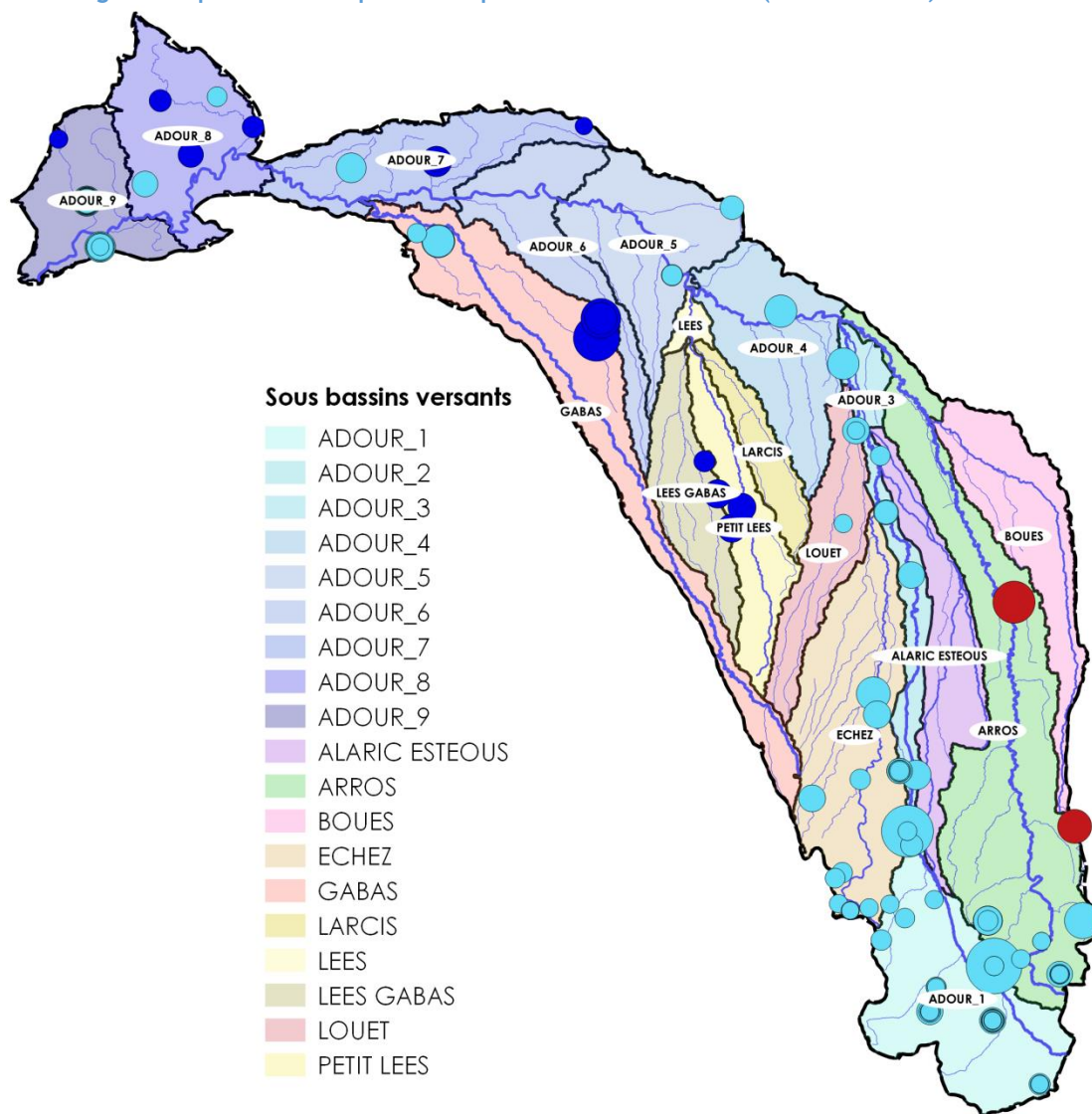
- à l'amont du bassin : Asté (3,17 Mm³), Arcizac-Adour (2,61 Mm³),
- sur l'Arros : Montégut-s-Arros (1,46 Mm³),
- sur le Bas avec des prélèvements en eaux souterraines profondes : Geaune (1,91 Mm³) et Pécorade (1,2 Mm³).

La carte et le graphe suivants présentent la répartition spatiale de ces prélèvements ainsi que la ressource sollicitée.

Les prélèvements d'eau potable représentent un débit fictif continu sur l'année de l'ordre de 884 l/s au total, dont 689 l/s prélevés dans les eaux de surface.



Figure 36: prélèvements pour l'eau potable de l'année 2016 (Source : BNPE, Institution Adour)

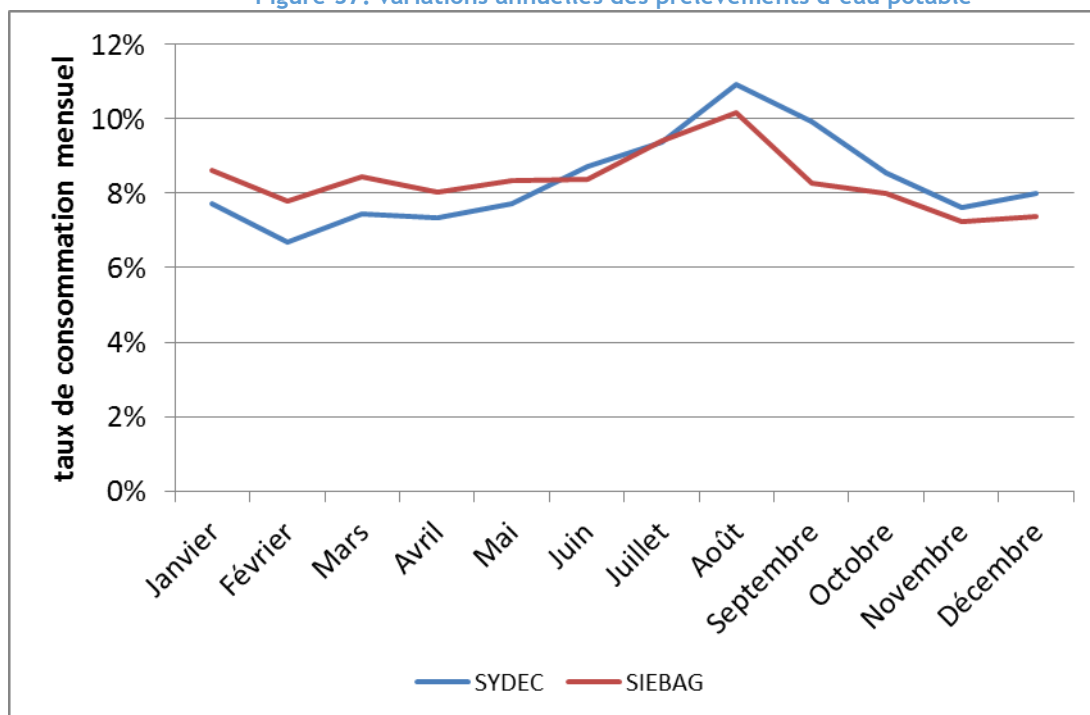


1.2 VARIATIONS SAISONNIERES

La consommation d'eau potable fluctue au cours de l'année et le modèle devra donc intégrer ces variations.

Dans le cadre de l'étude, l'Institution Adour a sollicité les principaux gestionnaires d'eau potable et a obtenu auprès du Syndicat d'Équipement des Communes des Landes (SYDEC) et du Syndicat Intercommunal des Eaux du bassin de l'Adour Gersoix (SIEBAG) la répartition annuelle des prélèvements d'eau potable. Les 2 courbes présentées sur le graphe ci-dessous mettent en évidence des variations saisonnières avec un pic de consommation estival, plus prononcé au mois d'août.

Figure 37: variations annuelles des prélèvements d'eau potable



Etant donné que les 2 courbes présentent les mêmes tendances et que les prélèvements du SYDEC comptabilisent une part importante de l'eau potable du territoire, on retient que les variations annuelles du SYDEC sont représentatives du territoire.

Pour cet usage prioritaire, le prélèvement est considéré égal au besoin car il ne subit pas de restriction.

Les prélèvements d'eau potable sont assimilés aux besoins de prélèvement pour cet usage dans la modélisation. Ils intègrent la consommation d'eau et les pertes actuelles des réseaux d'eau potable (cf. diagnostic partagé). Les prélèvements en nappes profondes que l'on considère déconnectées des cours d'eau ne sont, par contre, pas considérés comme influents pour les eaux de surface.
Les variations annuelles issues des données du SYDEC sont considérées représentatives pour la zoen d'étude et sont appliquées comme répartition temporelle des prélèvements.

1.3 DONNEES MANQUANTES

Les prélèvements domestiques représentent potentiellement un volume cumulé non négligeable, selon les acteurs du territoire. Toutefois, ces ouvrages sont rarement déclarés en mairie, même si c'est obligatoire depuis le 1^{er} janvier 2009. Par conséquent, on ne dispose pas de bases de données qui permettrait d'estimer les ordres de grandeur des volumes concernés. (pour le territoire PT3A, cf. diagnostic partagé - rubrique AEP)

Cette donnée n'a donc pas pu être prise en compte dans le modèle.



2 ASSAINISSEMENT

Dans le BBR de 2005, les rejets d'assainissement étaient considérés comme une fraction des prélèvements AEP en considérant qu'une part importante des débits prélevés retournent à la rivière.

Cette hypothèse n'a pas été retenue ici car, le découpage du territoire a été affiné. Par conséquent, l'eau prélevée au niveau d'un bassin versant élémentaire n'est pas forcément rejetée dans le même. De plus, une partie de l'eau potable consommée sur le territoire, qui se retrouve dans les rejets, n'y est pas prélevée. Il n'y a donc pas correspondance directe entre prélèvements AEP et rejets des stations d'épuration. C'est pourquoi, les prélèvements AEP et les rejets des stations d'épuration ont été traités à part.

2.1 DONNEES MOBILISEES

Les données exploitées ici sont les données de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne pour l'année 2016. Deux types de données sont considérés par sélection spatiale sur le périmètre de la zone d'étude :

- la localisation des stations d'épuration (STEP),
- la localisation des rejets de stations d'épuration.

On dénombre ainsi 127 stations d'épuration et autant de rejets actifs.

La capacité nominale¹⁹ des stations d'épuration sur le territoire atteint 94 515 m³/j et varie de 1 m³/j (communes d'Aast, Arroses et Sedze Maubecq) à environ 10 000 m³/j pour les stations d'épuration de Tarbes et 24 000 m³/j pour celle de Dax. Mais, le volume moyen journalier rejeté effectif est nettement inférieur à la capacité nominale. Il varie de 61 000 m³/j à 80 105 m³/j sur les 10 dernières années. Les écarts sont liés notamment aux capacités nominales non atteintes dans certains secteurs (par exemple Capvern, Tarbes,...)

Pour caractériser les rejets de stations d'épuration, on utilise les données de rejets des collectivités et notamment la mesure de Pollution Sortante au niveau des points de rejets. L'analyse des rejets mensuels met également en évidence des variations annuelles. Le graphe suivant donne pour les 10 dernières années les volumes moyens journaliers annuels et de la période juillet-septembre pour le secteur d'étude. Il met en évidence que le débit moyen journalier annuel est supérieur au débit moyen journalier de la période juillet-septembre qui peut être assimilé au rejet de temps sec, alors que la courbe des variations de consommation d'eau potable montre un pic estival. La différence est liée aux eaux claires parasites dues aux interceptions d'eau de la nappe par les réseaux d'assainissement ou aux eaux de pluies parvenant aux stations d'épuration particulièrement en hiver.

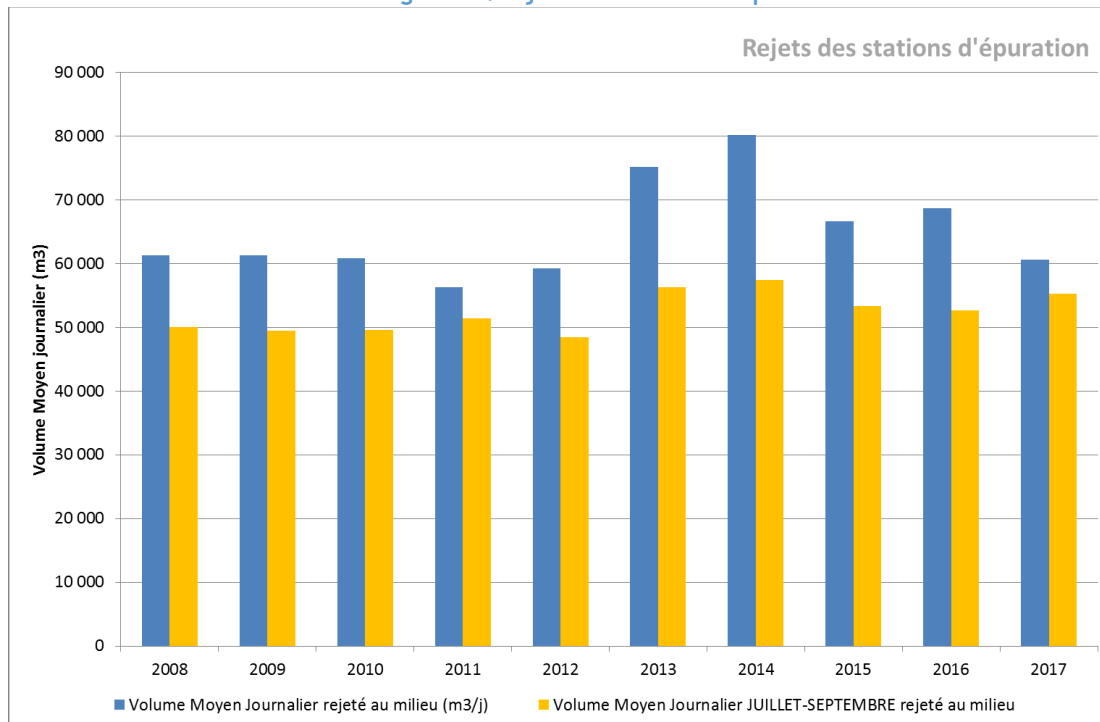
Par ailleurs, l'écart constaté sur la période juillet-septembre entre une augmentation de la consommation en eau potable et une diminution des rejets en sortie de STEP peut également s'expliquer, même si l'impact des eaux parasites est la principale cause du différentiel entre les volumes de rejets de printemps et ceux du de la fin d'été et du début d'automne, par des usages tels que l'arrosage des jardins publics ou privés, des terrains de sport, des parcs mais aussi le remplissage des piscines...

Malgré cela, en considérant que la part de l'eau liée aux habitations est prédominante, nous retiendrons les débits de la période juillet-septembre comme débits de temps secs représentatifs des rejets d'assainissement collectif de la zone d'étude, **les eaux claires parasites étant comptabilisés avec les apports naturels du bassin.**

¹⁹ Capacité nominale : elle représente la charge polluante théorique maximale pour laquelle la station d'épuration a été conçue ; elle est généralement exprimée en équivalents-habitants (EH).



Figure 38: rejets des stations d'épuration



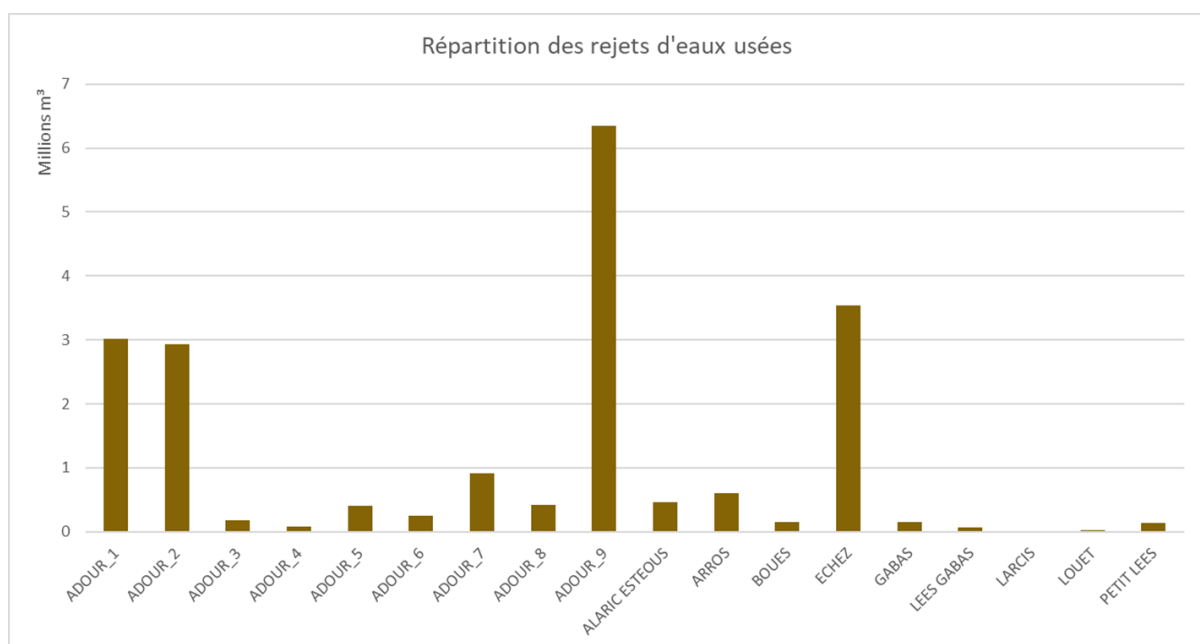
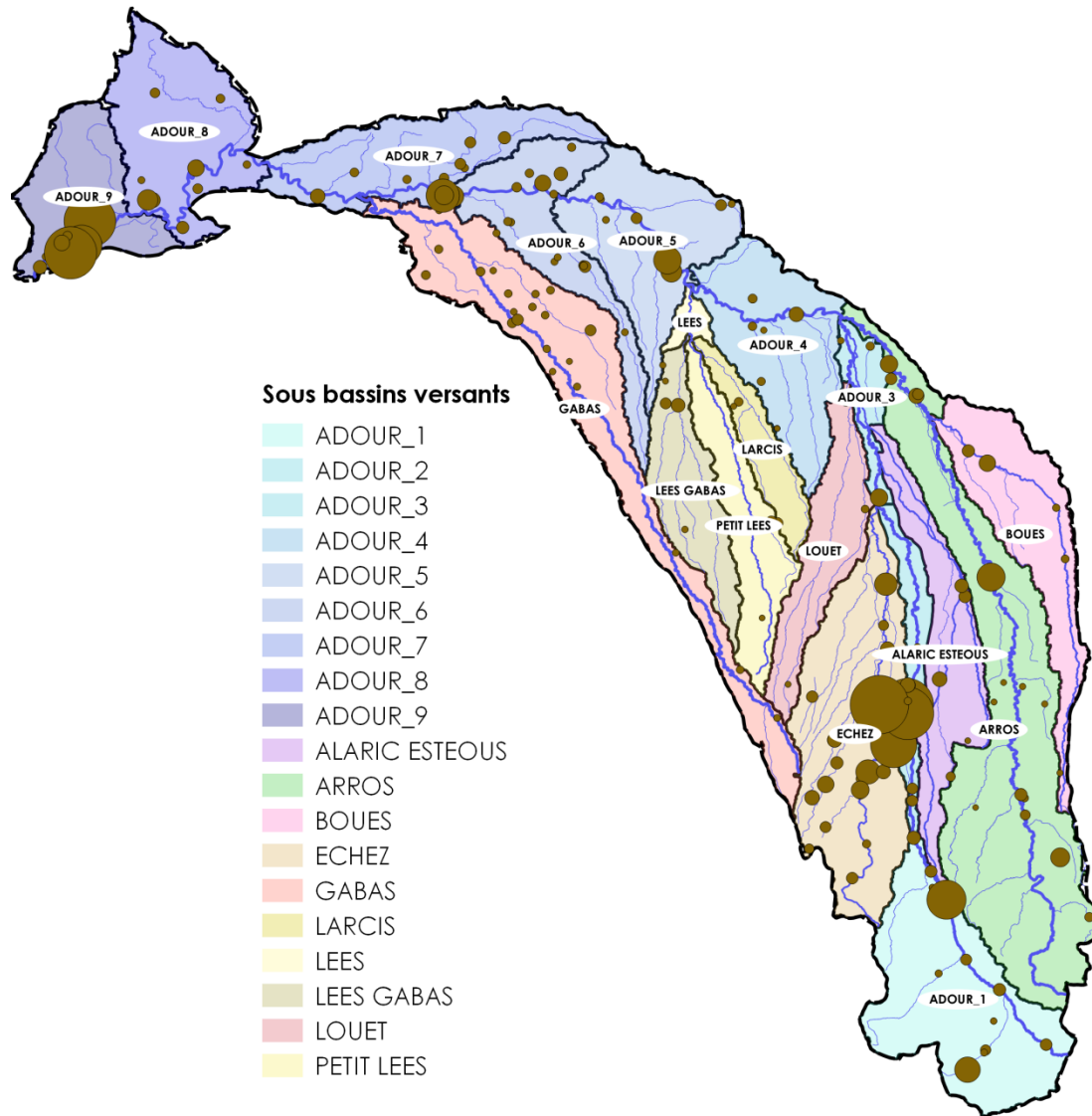
Finalement, les rejets annuels des stations d'épuration représentent environ 19,688 Mm³ (année 2016) sur le territoire, ce qui équivaut à un débit fictif continu rejeté au milieu superficiel de 624 l/s.

La carte et le graphe suivants mettent en évidence la répartition spatiale des rejets d'assainissement collectif. 4 secteurs principaux apparaissent : Bagnères-de-Bigorre en amont, Tarbes et Aureilhan (Adour_2 et Echez), Dax et St-Paul-les-Dax à l'aval (Adour_9). On remarque également que le bassin de l'Echez inclut un grand nombre de points.

Ces rejets influents pour le milieu superficiel sont pris en compte dans la modélisation. Ils incluent une part d'eau prélevée en nappes profondes mais rejetée dans les eaux superficielles. Les variations saisonnières de cet usage sont considérées équivalentes à celles de l'usage eau potable.



Figure 39: rejets d'assainissement collectif (Source : AEAG, Institution Adour)



On constate que les prélèvements d'eau potable du territoire sont supérieurs aux rejets d'assainissement collectif : respectivement environ 28 Mm³ et 20 Mm³, pourtant, le territoire consomme de l'eau potable provenant de bassins voisins, hors territoire d'étude (cf. diagnostic du projet de territoire PT3A). Cet écart est lié à plusieurs facteurs dans des proportions inégales :

- les fuites sur réseaux d'eau potable et assainissement,
- les rejets de la population non raccordée à l'assainissement collectif,...

2.2 DONNEES ECARTEES

Sur le territoire d'étude à dominante rurale, l'assainissement non collectif est présent. Une partie seulement de ces rejets se fait dans le milieu superficiel, si bien qu'il représente de faibles débits de rejets disséminés dont l'incidence sur les débits des cours d'eau peut être négligée

3 INDUSTRIE

Les prélèvements de nature industrielle comprennent l'ensemble des prélèvements d'eau pour les activités économiques du bassin, autres que pour l'irrigation agricole. Ils concernent différents secteurs d'activités dont les extractions de granulats, l'agro-alimentaire, ... mais aussi, les établissements thermaux qui tiennent une place importante sur le territoire.

Ces prélèvements se caractérisent par l'absence ou la quasi-absence de variations saisonnières en raison des activités présentes sur le territoire qui n'ont majoritairement pas de caractère saisonnier. Le besoin est le même durant toute l'année.

3.1 DONNEES DE PRELEVEMENTS

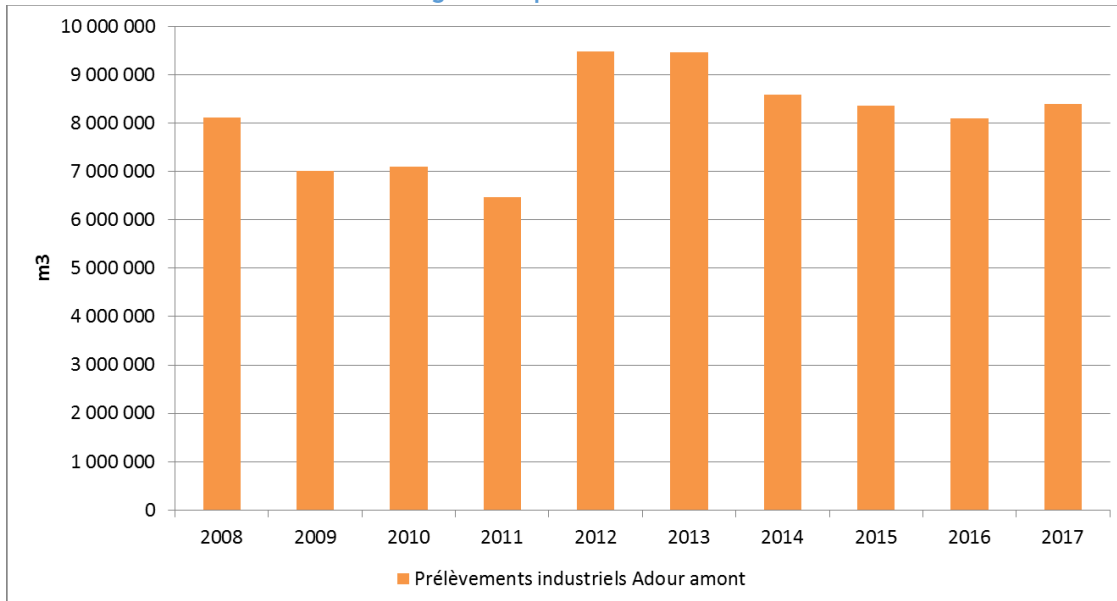
Les données utilisées ici sont les données de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne (AEAG). Plusieurs types de données existent (points de prélèvements industriels, rejets industriels, stations d'épuration des industriels) mais leur rapprochement est difficile pour plusieurs raisons.

Tout d'abord, une partie des rejets des industriels est comptabilisée dans les rejets d'assainissement collectif. Pour les industriels qui bénéficient à la fois d'un rejet via leur installation et d'un rejet via la station d'épuration collective, l'AEAG ne possède pas l'information sur la répartition du rejet. Enfin, les données de rejets industriels en débits ne sont pas collectées par l'AEAG. Cette donnée existe dans les bases de données de l'Etat, dont l'accès n'est pas public.

Nous avons donc raisonné pour cet usage à partir des données de prélèvements industriels de l'AEAG. Sur le territoire d'étude, les prélèvements industriels toutes ressources confondues varient de 6,5 Mm³ à 9,5 Mm³ sur les 10 dernières années, comme le montre le graphe suivant.



Figure 40: prélèvements industriels



Lors de l'année 2016, 8,105 Mm³ ont été prélevés dont :

- 3,77 Mm³ dans les nappes profondes,
- 1,765 Mm³ dans les nappes superficielles,
- 2,043 Mm³ dans les eaux de surface,
- 0,527 Mm³ dans des retenues déconnectées.

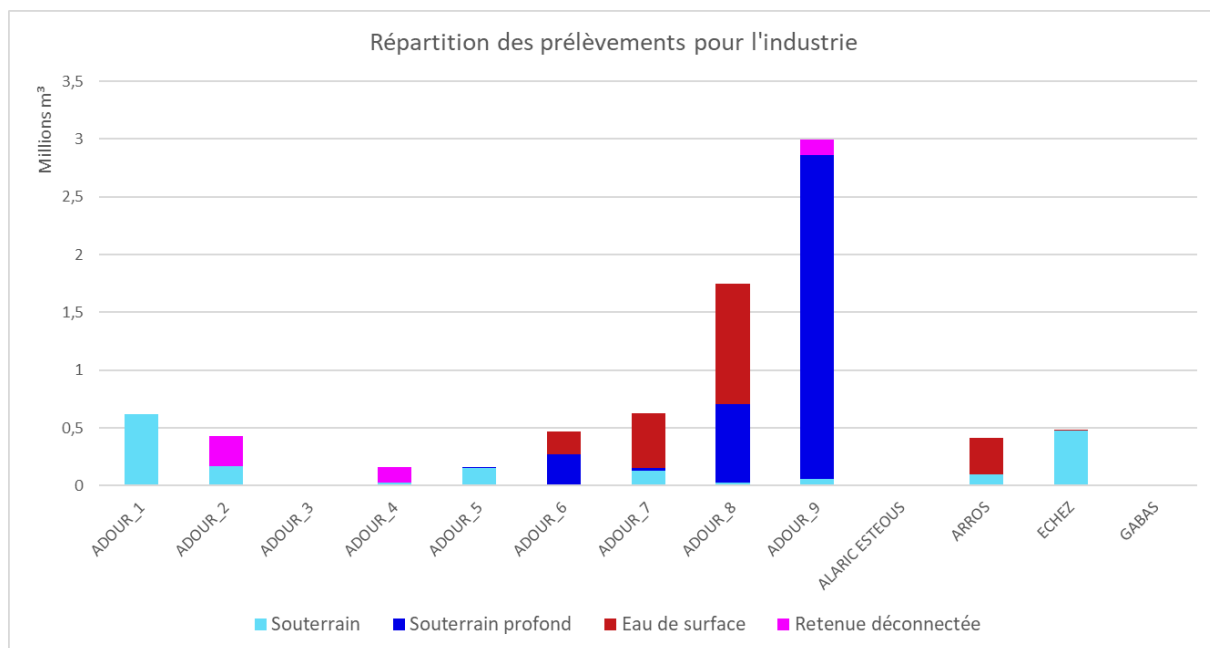
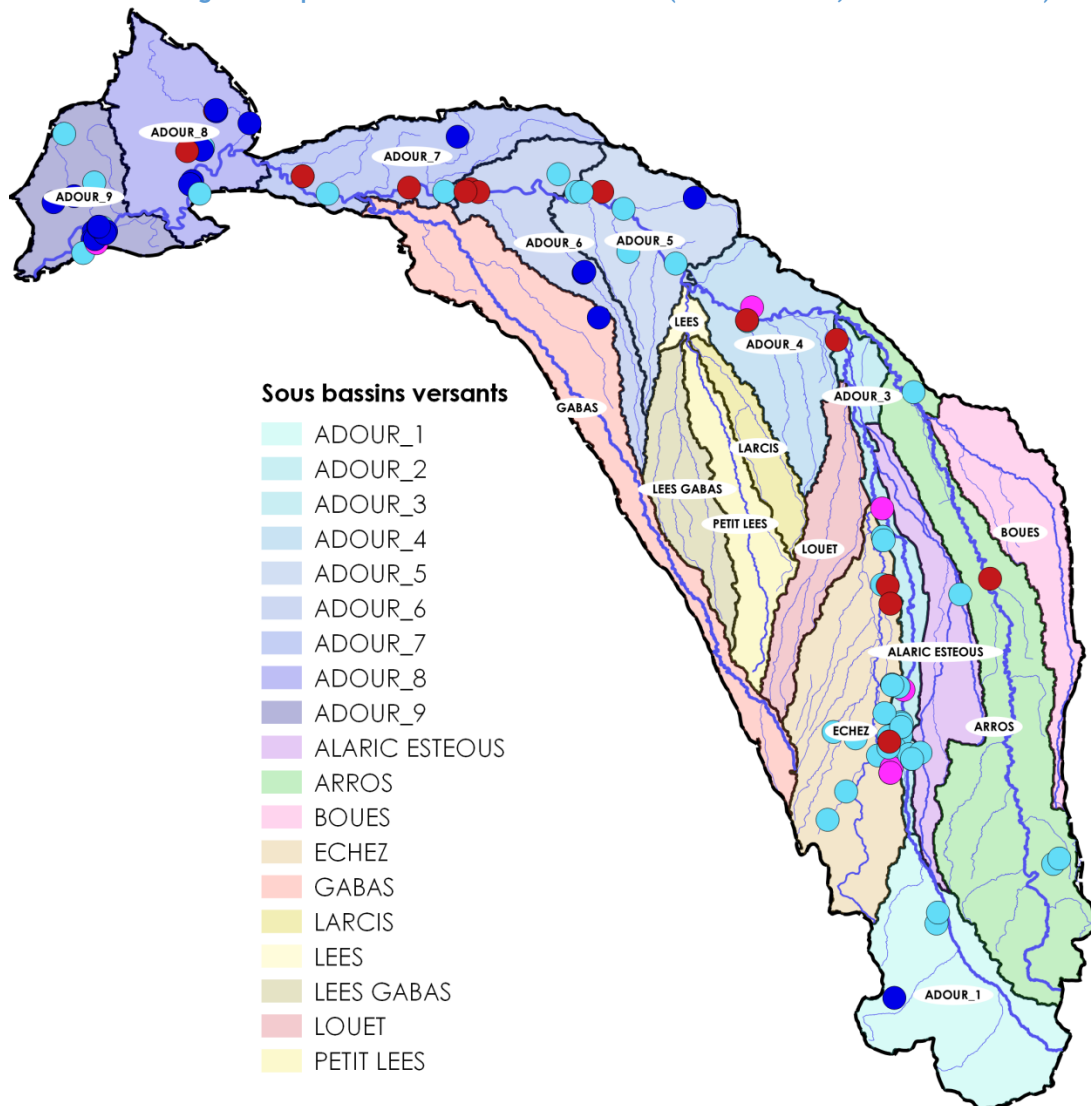
Le prélèvement total en eau de surface s'élève ainsi à 3,81 Mm³, ce qui équivaut à un **prélèvement permanent de 120 l/s**.

La carte et le graphe suivants présentent la répartition spatiale de cet usage.

Les prélèvements de l'amont du bassin de l'Adour correspondent aux établissements thermaux de Bagnères-de-Bigorre. La zone de Tarbes entre Adour et Echez se signale par une densité un peu plus forte de points que dans le reste du territoire. Il s'agit, entre autres, de prélèvements liés à l'industrie aéronautique, aux extractions de granulats, au centre hospitalier, etc. Enfin, l'aval du périmètre du SAGE comporte les prélèvements volumétriquement les plus importants en lien avec l'activité thermique (Dax, Saint-Paul-lès-Dax, Pontonx-sur-l'Adour, Préchacq-les-Bains,...)



Figure 41: prélèvements d'eau industrielle (Source : AEAG, Institution Adour)



3.2 CORRECTION : INTEGRER LES CONSOMMATIONS REELLES

L'usage industriel de l'eau se caractérise par le rejet d'une part importante de l'eau prélevée. Pour leurs territoires, les Agences de l'eau Adour-Garonne²⁰ et Seine-Normandie²¹ considèrent respectivement des taux de consommation de l'eau industrielle de 5% et 7%.

Sur le territoire d'étude, les activités industrielles consommatrices d'eau les plus présentes sont :

- L'activité thermique (Bagnères de Bigorre, Dax,...),
- Les extractions de granulats (Chis, Maubourguet,...)
- L'agroalimentaire (Villecomtal-sur-Arros,...)

Pour estimer le taux de consommation de l'eau industrielle prélevée sur le territoire, nous avons sollicité l'AEAG pour connaître les taux de consommations des principaux préleveurs du bassin représentant 65% des prélèvements de l'année 2017, année la plus récente dont les données sont disponibles.

En considérant un taux de rejet de 100% pour l'activité thermique, de 92% pour l'agroalimentaire, de 80% pour les extractions de granulats et de 8% pour l'industrie chimique, **le taux de consommation d'eau industrielle du bassin est estimé à 14%.**

On évalue le rejet total d'eau industrielle à 6,97 Mm³ dans les eaux superficielles ce qui équivaut à un débit moyen permanent de 220 l/s.

Le bilan pour les eaux de surface lié à l'usage industriel est ainsi bénéficiaire de 100 l/s puisqu'environ 47% de l'eau est prélevée dans les nappes profondes.

Pour cet usage, il n'est pas fait de différence entre prélèvement et besoin.

Cet usage influent pour le milieu superficiel est pris en compte dans la modélisation, même si son volume est nettement moins important que celui des autres usages du bassin. Les prélèvements et les rejets étant localisés à proximité les uns des autres, ce sont directement les prélèvements nets c'est-à-dire la différence entre les prélèvements et les rejets qui sont modélisés. Cet usage est considéré sans variation saisonnière.

²⁰ Information orale du 4/11/2019

²¹ <http://www.septiemecontinent.com/pedagogie/wp-content/uploads/2014/10/Leau-et-lindustrie.pdf>



4 AGRICULTURE

L'objectif de ce paragraphe est de caractériser les besoins pour l'irrigation des cultures, usage consommateur d'eau saisonnier pour lequel plusieurs paramètres d'ordres environnemental, cultural, comportemental, réglementaire influencent le prélèvement.

4.1 UN BESOIN MODELISE

Contrairement aux autres usages de l'eau sur le territoire, l'irrigation agricole est un usage dépendant des conditions météorologiques. Toutes les cultures n'ont pas les mêmes besoins et les besoins d'une même culture dépendent du type de sol dans lequel elle est implantée.

De plus, dans la pratique, sur le territoire, l'irrigation est un usage contraint c'est-à-dire qu'il connaît, lors des étés secs, des restrictions. Dans ces cas-là, le besoin en eau des plantes n'est pas forcément satisfait. Or, cette étude vise à identifier l'écart entre la satisfaction des besoins et la disponibilité en eau.

Toutes ces spécificités impliquent que pour la modélisation de cet usage, on choisit de se baser sur les surfaces irriguées plutôt que sur les prélèvements historiques d'une année donnée qui serait le reflet de conditions climatiques particulières, d'assolements particuliers et des restrictions qui ont été imposées. Cette appréhension de la problématique nécessite de définir au préalable l'ensemble des facteurs influençant la demande en eau pour le territoire :

- Secteurs avec des typologies de sols et de climat homogènes,
- Assolements irrigués par secteurs.

Pour un secteur donné, les prélèvements d'eau d'irrigation sont donc dépendants de la typologie climatique de l'année considérée et de l'assolement. Il s'agit du seul usage variable d'une année sur l'autre dans la modélisation.

4.2 SURFACES CONCERNEES

4.2.1 Types d'irrigation

Les données concernant les superficies irriguées proviennent du plan annuel de répartition des prélèvements agricoles (PAR) de l'Organisme Unique de Gestion Collective (OUGC) IRRIGADOUR pour l'année 2018.

Chaque point de prélèvement du PAR, localisé grâce à ses coordonnées (x, y), est associé à un volume demandé, à un débit, parfois également à une surface irriguée, à une ressource (eau superficielle, nappe d'accompagnement, nappe profonde, retenue connectée ou retenue déconnectée) et à une période. Le PAR 2018 du périmètre du SAGE contient 6164 prélèvements actifs pour la période d'étiage.

A partir des prélèvements dont la surface irriguée associée est déclarée et des déclarations faites par les irrigants à IRRIGADOUR lors de la campagne de déclaration du PAR 2018, on calcule la dose d'eau moyenne par secteur agricole afin d'évaluer l'ensemble des surfaces irriguées du PAR 2018.

Au total, sur le périmètre d'étude, on évalue la surface irriguée à environ 90 000 ha, toutes ressources confondues.

Il est ensuite nécessaire de connaître à quelle ressource est affectée la surface irriguée et de quel type d'irrigation il s'agit. On distingue 2 types d'irrigation :

- par aspersion, majoritairement,
- par submersion localement et marginalement (seulement 422 ha en 2018, moins de 1 % des surfaces irriguées du bassin) sur l'Echez et l'Adour entre Hiis et la confluence du Louet.



4.2.2 Ressources mobilisées

On distingue les prélèvements en nappe d'accompagnement en fonction de leur position par rapport aux isochrones définies pour la nappe de l'Adour par l'étude Institution Adour - BURGEAP de novembre 2006. Cf. PARTIE IV § 2.1

Le modèle LAGON nécessite de connaître les prélèvements par bassin versant élémentaire (BVE) et par type de ressource et d'irrigation. L'affectation des superficies irriguées aux BVE a été réalisée sous Système d'Information Géographique grâce aux coordonnées Lambert 93 des points de prélèvements.

La répartition des surfaces par ressource, par sous-bassin et par type d'irrigation figure dans le tableau suivant.

Tableau 20: répartition des surfaces irriguées par sous-bassin

Sous-bassin	Eau superficielle aspersion	Eau superficielle submersion	Nappe superficielle dans l'isochrone 90 j	Nappe superficielle hors isochrone	Nappe profonde	Retenue déconnectée	Total par sous-BV
ADOUR_1	73	0	0	0	0	0	73
ADOUR_2	762	128	1440	1 436	0	0	3 765
ADOUR_3	2 293	46	703	463	0	0	3 505
ADOUR_4	4 248	0	53	1 179	0	1 455	6 935
ADOUR_5	2 049	0	394	514	247	4 148	7 352
ADOUR_6	2 778	0	111	664	965	1 307	5 826
ADOUR_7	3 281	0	245	3 623	1 566	839	9 555
ADOUR_8	1 453	0	189	2 667	682	127	5 118
ADOUR_9	547	0	0	950	365	51	1 912
ALARIC ESTEOUS	4 004	42	0	2 706	0	0	6 753
ARROS	7 422	0	0	54	0	508	7 984
BOUES	4 246	0	0	0	0	1 595	5 841
ECHEZ	1 604	156	988	2 021	0	352	5 121
GABAS	4 203	0	0	90	860	2 880	8 034
LOUET	2 552	49	0	976	0	357	3 935
LEES TOTAL	6 232	0	0	0	0	1 760	7 991
LEES GABAS	1 801	0	0	0	0	371	2 172
LARCIS	2 603	0	0	0	0	272	2 876
PETIT LEES	1 723	0	0	0	0	1 033	2 756
TOTAL	47 748	421	4 122	17 342	4 685	15 380	89 699
PT3A	15 537	421	3 183	8 780	0	2 165	30 086

L'amont du bassin avec la zone de montagne (Adour en amont d'Hiis) se caractérise par une faible surface irriguée.

L'irrigation depuis les eaux superficielles est nettement majoritaire avec 53% des surfaces irriguées. La nappe profonde, considérée comme déconnectée du milieu superficiel, est exploitée pour l'irrigation en partie aval du bassin de l'Adour et sur le sous-bassin du Gabas. Les prélèvements en nappe d'accompagnement sont présents dans la vallée de l'Adour en aval d'Hiis ainsi que sur l'Echez et le Louet. Une part importante (80%) de ces prélèvements s'effectue hors de l'isochrone 90 jours, et est donc considérée non influente vis-à-vis des eaux superficielles.

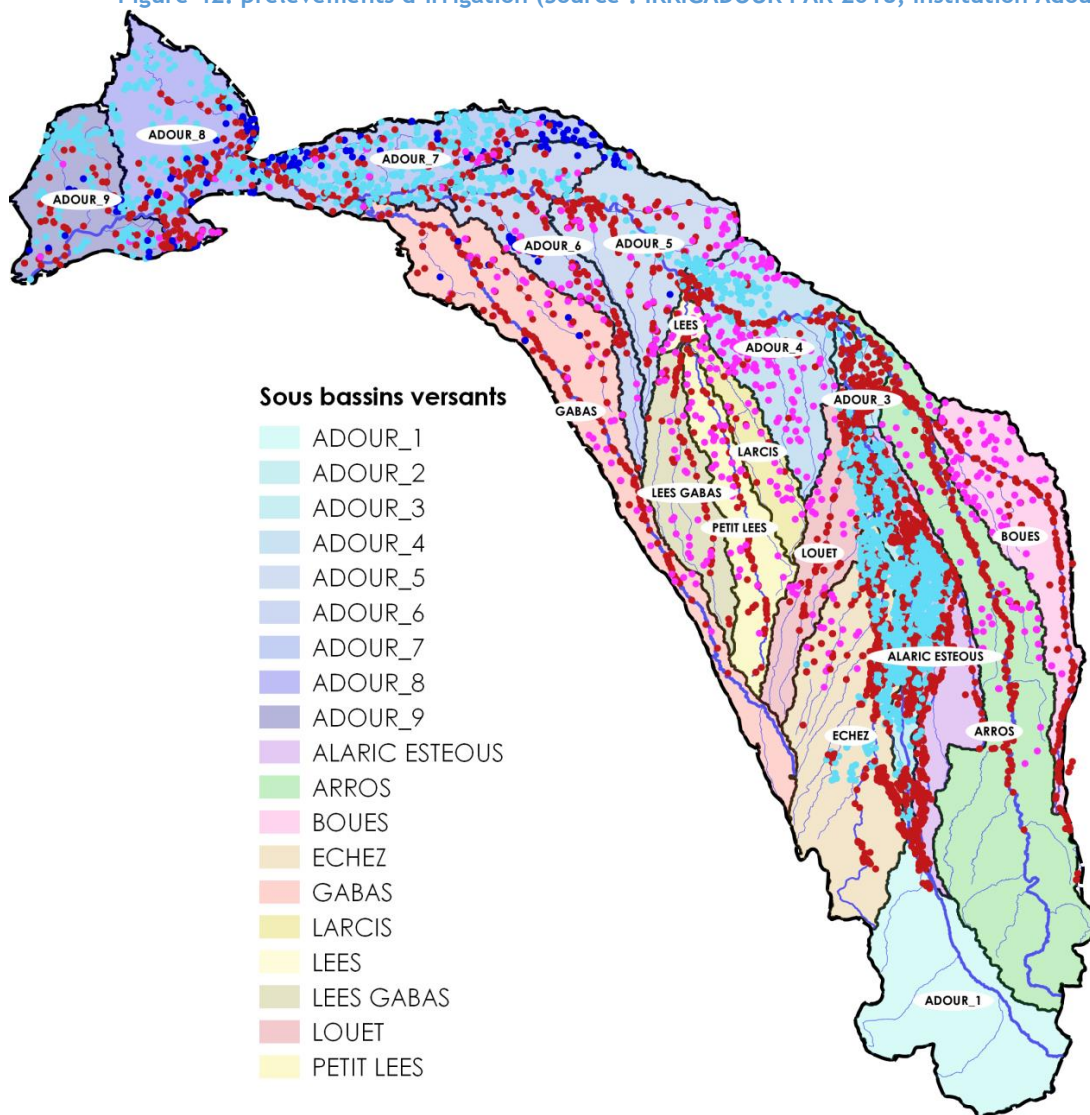


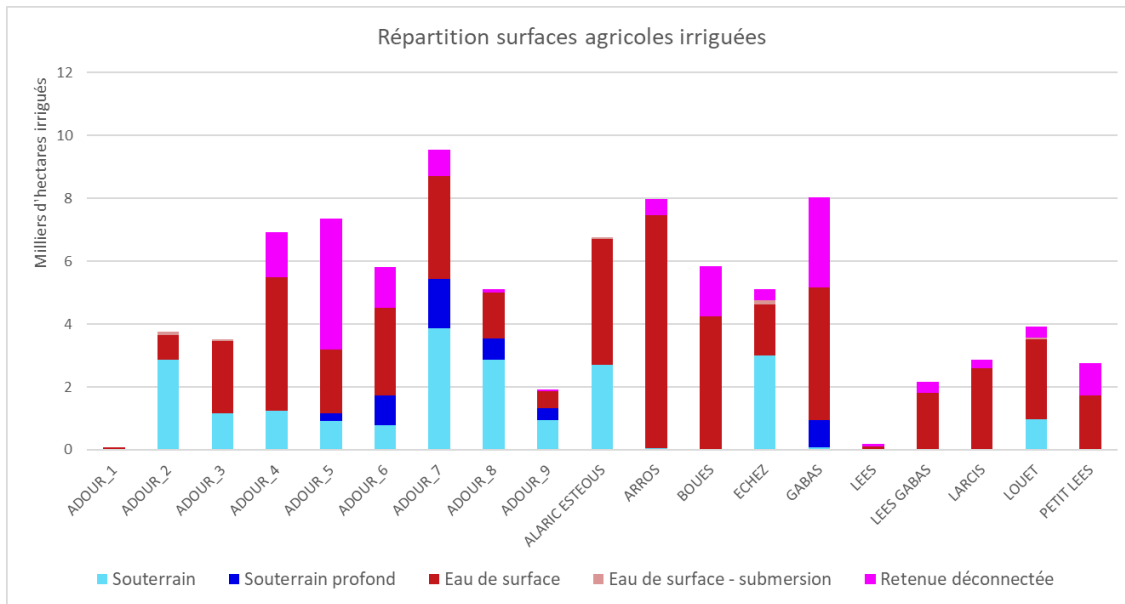
Les volumes prélevés en retenues déconnectées (ou retenues individuelles) ne sont pas pris en compte car on considère qu'ils sont déconnectés du milieu superficiel et autosuffisants. Dans le cas contraire, les demandes complémentaires en cours d'eau ou en nappe sont considérées à part dans le Plan Annuel de Répartition et donc intégrées avec les autres types de prélèvements.

Au final, ce sont 52 292 ha irriguées (pour lesquelles la ressource sollicitée est les eaux superficielles ou la nappe d'accompagnement incluse dans l'isochrone 90 j) qui sont prises en compte dans la modélisation des besoins en eau des secteurs agricoles.

La carte et le graphe suivants présentent la répartition spatiale des prélèvements d'irrigation et la ressource sollicitée.

Figure 42: prélèvements d'irrigation (Source : IRRIGADOUR PAR 2018, Institution Adour)





4.3 DONNEES PERMETTANT DE CALCULER LES BESOINS AGRICOLES

4.3.1 Identification de secteurs homogènes : les secteurs agricoles

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 (BUT) se calcule d'après la formule de Penman au pas de temps décadaire :

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

où :

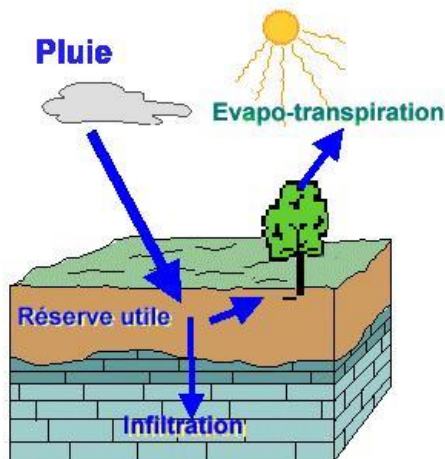
- l'ETP (évapotranspiration) est une donnée météorologique standard d'évaporation qui, multipliée par le coefficient cultural kc , permet d'obtenir l'évapotranspiration correspondant à l'assolement du bassin considéré,
- la pluie doit être représentative de la pluviométrie du bassin considéré,
- la RFU correspond à la réserve en eau du sol facilement utilisable par la plante. Elle correspond à une fraction de la Réserve Utile (RU) variable selon le type de sol.

Les calculs de BUT s'effectuent pour chaque secteur homogène pour les paramètres intervenant dans le calcul des besoins unitaires, nommés « secteurs agricoles ».

Le schéma suivant illustre les paramètres pris en compte pour le calcul du BUT sur chaque secteur agricole.



Figure 43 : schéma illustrant les paramètres du calcul du BUT



4.3.2 Le coefficient cultural défini par l'assolement

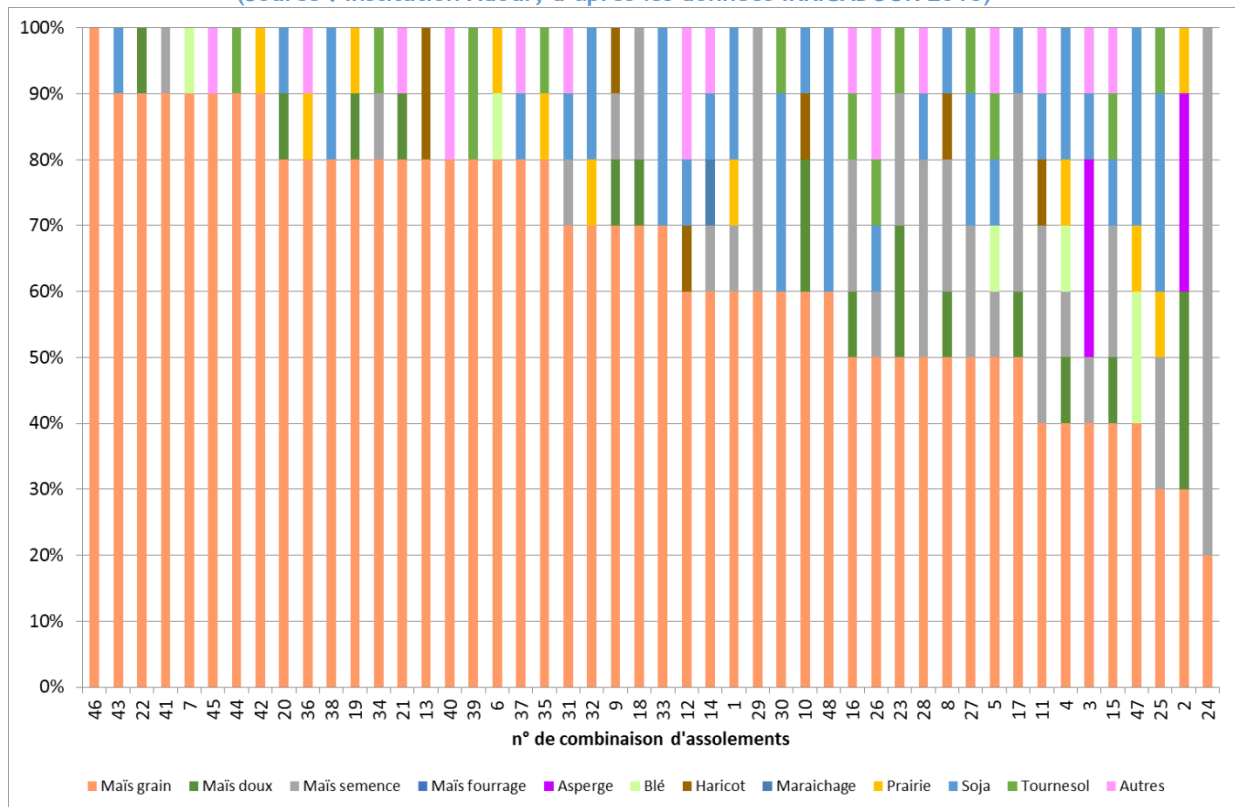
4.3.2.1 Identification de zones d'assolement homogène

Avec les données de Maïsadour et de l'organisme unique de gestion collective IRRIGADOUR, l'Institution Adour a travaillé sur la définition de secteurs agricoles en fonction des assolements. L'enquête menée sur le territoire a permis de définir 48 types de combinaisons différentes résultant de la répartition de 11 assolements différents et d'une catégorie « autres » pour les assolements de faibles surfaces :

- maïs grain, doux, semence et fourrage,
- blé,
- soja,
- tournesol,
- haricot,
- asperge,
- prairie,
- maraîchage.

Le graphe ci-après présente la diversité des combinaisons et la part de chaque assolement dans chacune.

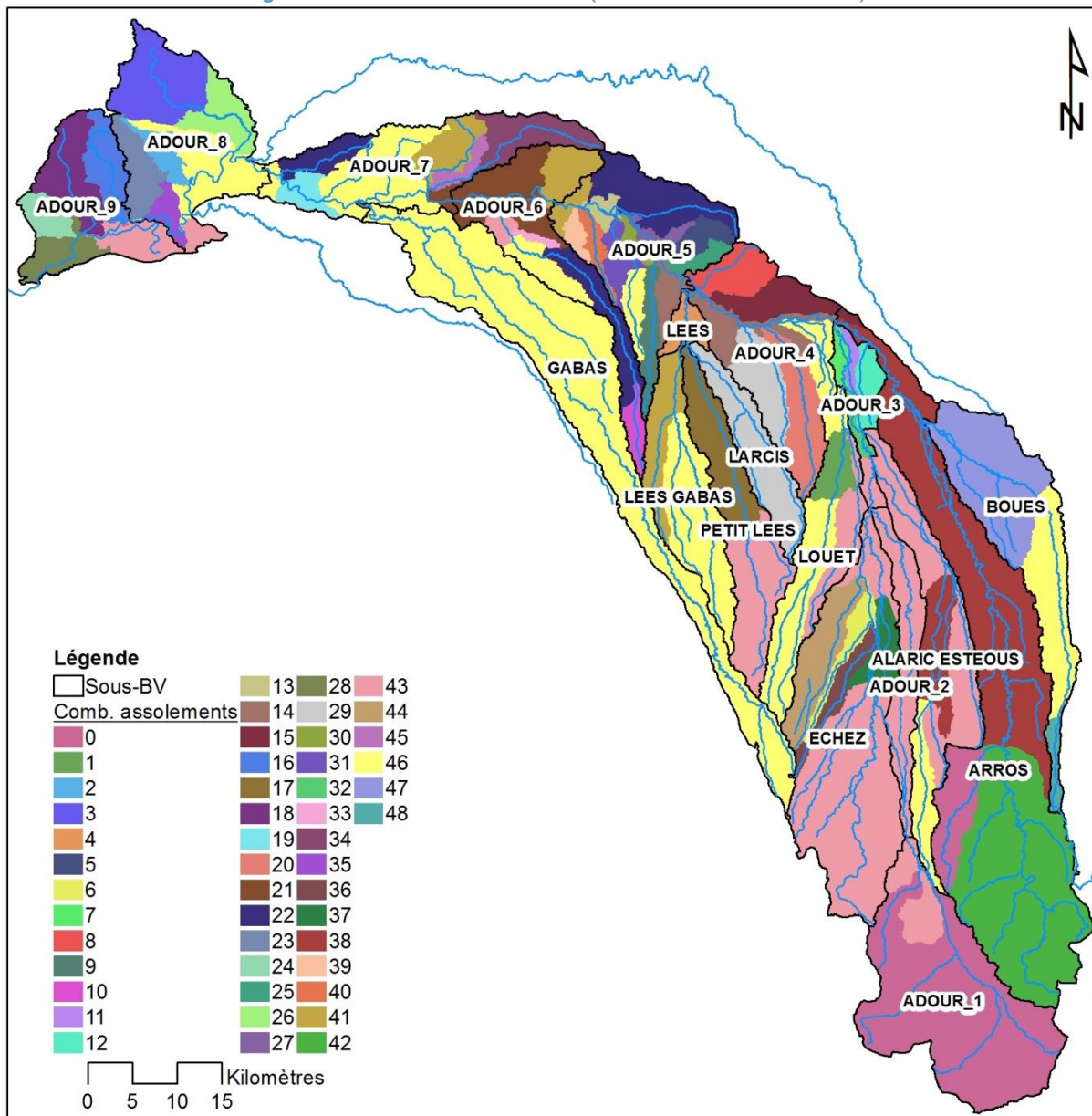
Figure 44: combinaisons d'assolements avec une précision à 10 %
(Source : Institution Adour, d'après les données IRRIGADOUR 2018)



La carte suivante présente la répartition de ces combinaisons d'assolements sur le territoire. Dans l'Annexe XIII, l'Institution Adour explique la méthode de détermination des assolements par secteur agricole.



Figure 45: carte des assolements (source : Institution Adour)



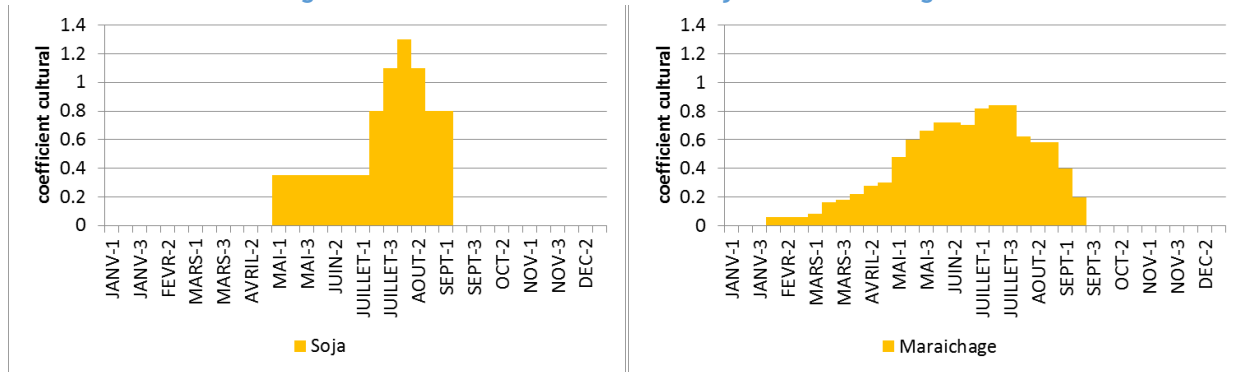
4.3.2.2 *Le coefficient cultural*

Les coefficients culturaux permettent de faire le lien entre une ETP « standard » et l'évapotranspiration d'un certain type de plante. Les valeurs retenues sont issues des données d'exploitation des Systèmes d'Information pour une Irrigation de Précision (SIIP) collectées et analysées par la CACG, des données des chambres d'agriculture et de l'INRA. Elles sont fournies en annexe X pour l'ensemble des cultures prises en compte.

Les exemple ci-dessous pour 2 cultures illustrent le rôle des coefficients culturaux dans la répartition des besoins en eau.



Figure 46 : coefficients culturaux du soja et de maraichage



4.3.3 La réserve en eau du sol facilement utilisable (RFU)

Pour caractériser le type de sol et son comportement vis-à-vis des apports d'eau, on utilise le paramètre RU/RFU (réserve en eau utile du sol / réserve en eau facilement utilisable)²² présenté sur la carte ci-dessous réalisée par l'Institution Adour et issue des données collectées en ateliers pour la zone du projet de territoire Adour en amont d'Aire, basées sur des mesures des Chambres d'agriculture, d'une étude pédologique CACG et d'une étude Maïsadour sur la partie aval.

Pour chaque secteur, une valeur moyenne, une valeur minimum et une valeur maximum sont fournies afin d'intégrer l'hétérogénéité des secteurs, comme suit :

- les secteurs présentant des RFU très homogènes sont définis avec une valeur minimale et une valeur maximale similaire à la seule valeur moyenne ;
- les secteurs aux sols présentant des RFU hétérogènes sont définis par une valeur minimale et une valeur maximale de réserve facilement utilisable correspondant à +/-5 mm par rapport à la valeur moyenne ;
- les secteurs aux sols présentant des RFU très hétérogènes sont définis avec une valeur minimale et une valeur maximale de réserve facilement utilisable correspondant à +/-10 mm par rapport à la valeur moyenne du secteur.

Cette méthode, discutée avec l'IRSTEA dans le cadre de l'étude socio-économique agricole du projet de territoire pour la gestion de l'eau de l'Adour en amont d'Aire, permet de retranscrire la majorité des situations, même si elle n'intègre pas les valeurs extrêmes. En effet, les seuils de 5 mm et 10 mm ont été retenus au regard de la variabilité des valeurs de RFU observées dans les différentes études disponibles.

Sur le secteur amont, la donnée de RFU n'a pas pu être collectée car non évaluée ni évaluable par les acteurs locaux en l'état actuel des connaissances, compte-tenu du manque d'enjeu lié à l'irrigation sur cette partie du territoire.

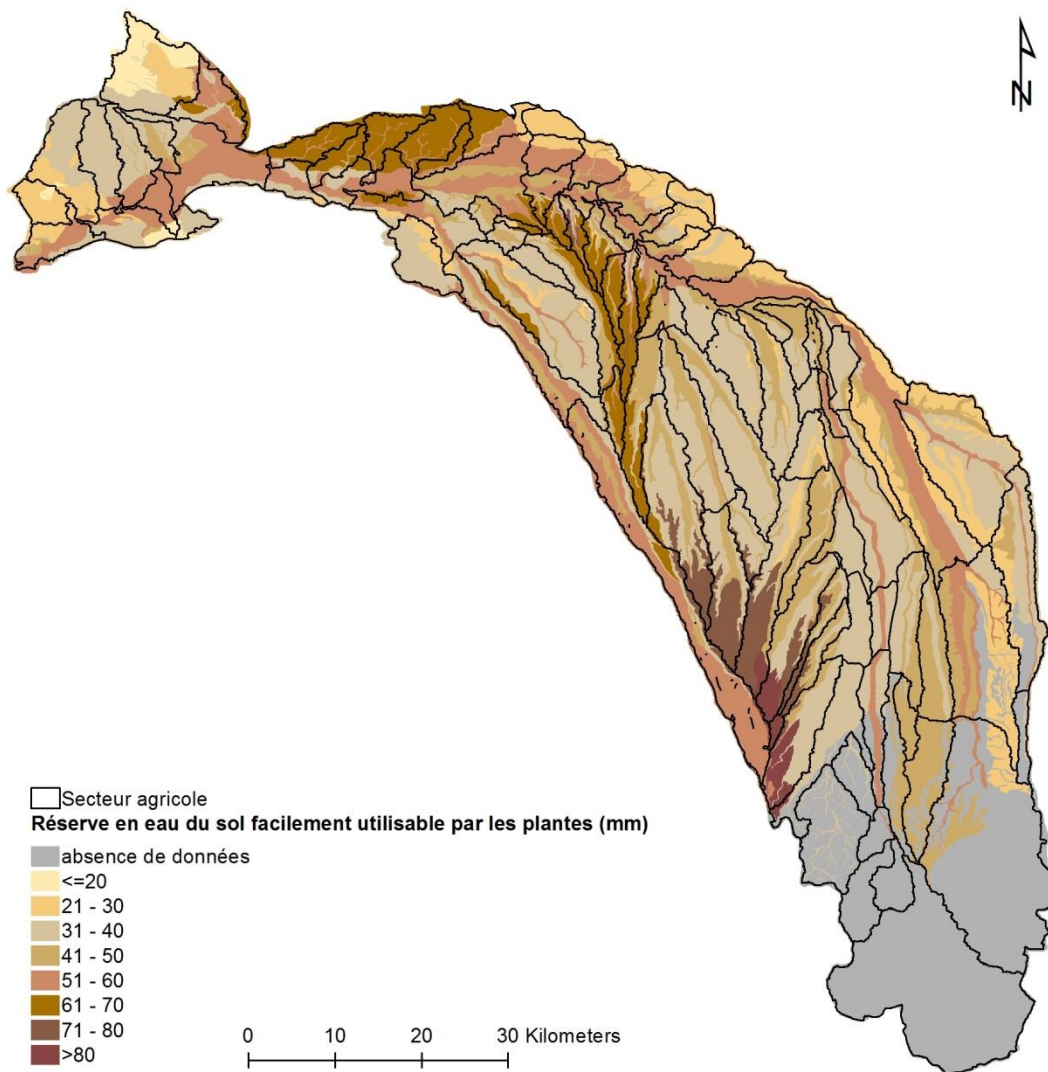
La qualité des sols est ainsi retranscrite dans le modèle par la RFU (réserve en eau facilement utilisable) qui varie sur le territoire et permet de déterminer un besoin en eau différent suivant le type de sol.

Le drainage des sols est quant à lui pris en compte indirectement dans le modèle pluie-débit puisqu'il influence les débits observés en modifiant la manière dont l'eau de pluie ruisselle et s'infiltre.

²² La réserve utile en eau d'un sol (RU) est la quantité d'eau que le sol peut absorber et restituer à la plante. La RU est composée de RFU (Réserve Facilement Utilisable ou confort hydrique) et de RDU (Réserve Difficilement Utilisable ou réserve de survie) qui engendre du stress hydrique.



Figure 47: carte des RFU moyennes (Source : Institution Adour)



4.3.4 Les données météorologiques

En ce qui concerne les données climatiques, nous utilisons les données SAFRAN spatialisées par mailles de 8 km x 8 km pour définir, pour chaque secteur agricole, la pluie et l'ETP spécifiques.

4.4 CALCUL DES BESOINS UNITAIRES THEORIQUES PAR SECTEUR AGRICOLE

4.4.1 Secteurs agricoles identifiés

Certains bassins versants comportent des assolements homogènes comme par exemple le bassin versant de l'Echez ou celui du Gabas, mais, des RFU variables d'amont en aval ou d'est en ouest. Il en résulte, un sous-découpage des bassins versants en secteurs agricoles qui comprennent un type de RFU et une combinaison d'assolements irrigués.

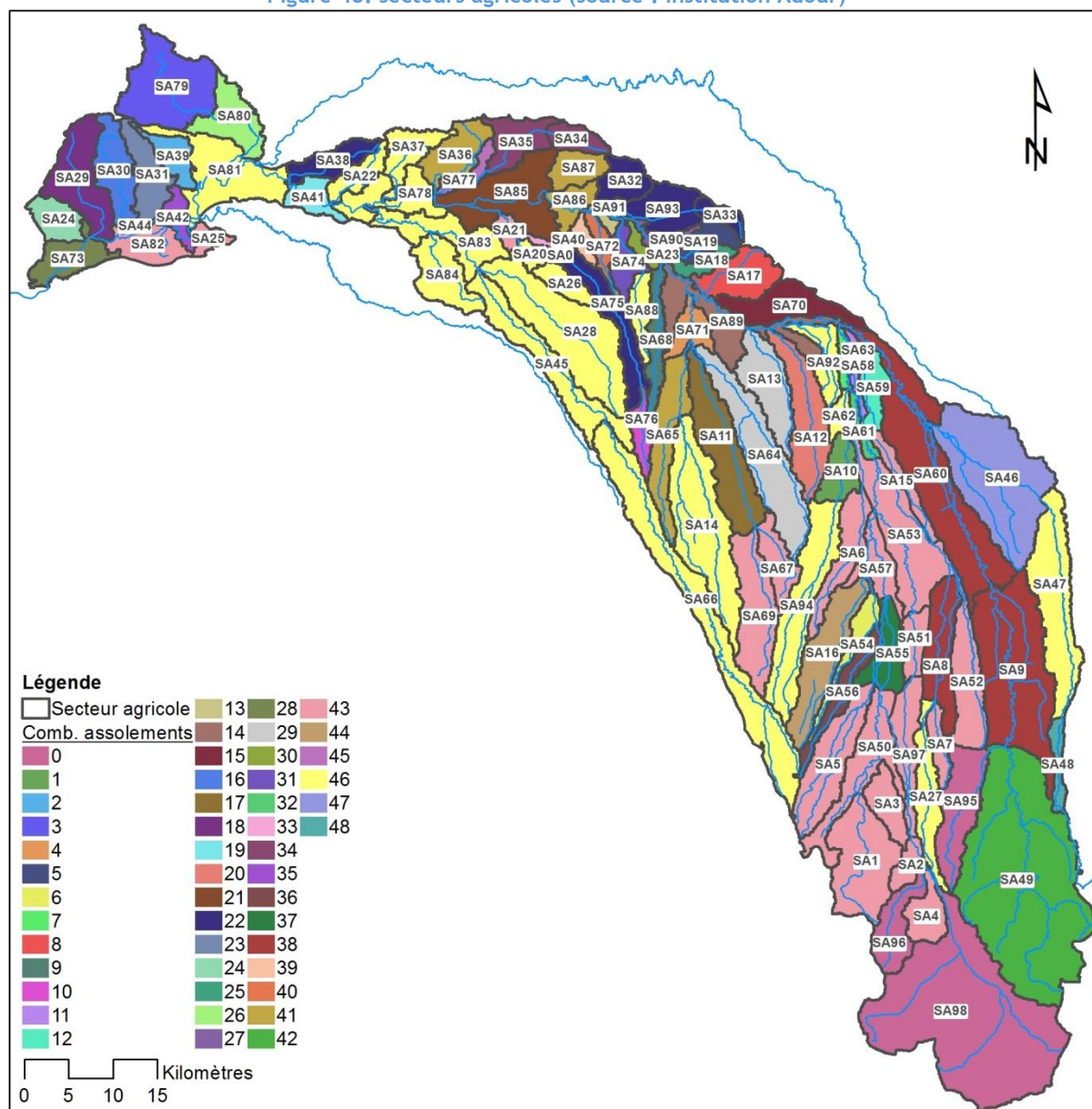
Le croisement de ces paramètres (RFU et combinaisons d'assolements) conduit à définir 99 secteurs agricoles représentés sur la carte ci-après.

A partir de la carte des RFU, pour chaque secteur agricole, on détermine la RFU moyenne, la RFU minimum, la RFU maximum par moyenne pondérée surfacique.



La carte suivante présente le découpage des 99 secteurs agricoles par rapport à la carte précédente des assolements.

Figure 48: secteurs agricoles (source : Institution Adour)



Les caractéristiques des secteurs agricoles sont fournies dans le tableau ci-après.

Une fois les caractéristiques des secteurs agricoles définis, il s'agit de pouvoir quantifier la demande en eau. Pour cela, les données de surfaces irriguées par secteur sont mobilisées.



n° secteur agricole	RFU moyenne (mm)	RFUmin (mm)	RFUmax (mm)	Pluie	ETP	Surface irriguée totale (ha)	n° type assolement	Asperge	Blé	Haricot	Maraichage	Mais doux	Mais fourrage	Mais grain	Mais semence	Prairie	Soja	Tournesol	Autres
SA0	56.5	56.5	56.5	Pluie SAFRAN SA0	ETP SAFRAN SA0	20	33							70%			30%		
SA1	40.0	40.0	40.0	Pluie SAFRAN SA1	ETP SAFRAN SA1	24	43							90%			10%		
SA2	58.0	58.0	58.0	Pluie SAFRAN SA2	ETP SAFRAN SA2	69	43							90%			10%		
SA3	40.0	40.0	40.0	Pluie SAFRAN SA3	ETP SAFRAN SA3	279	43							90%			10%		
SA4	58.0	58.0	58.0	Pluie SAFRAN SA4	ETP SAFRAN SA4	4	43							90%			10%		
SA5	52.1	51.4	52.8	Pluie SAFRAN SA5	ETP SAFRAN SA5	523	43							90%			10%		
SA6	46.8	45.4	48.2	Pluie SAFRAN SA6	ETP SAFRAN SA6	848	43							90%			10%		
SA7	43.3	42.5	44.1	Pluie SAFRAN SA7	ETP SAFRAN SA7	0	43							90%			10%		
SA8	37.9	34.0	41.9	Pluie SAFRAN SA8	ETP SAFRAN SA8	1910	38							80%			20%		
SA9	39.0	38.6	39.5	Pluie SAFRAN SA9	ETP SAFRAN SA9	3062	38							80%			20%		
SA10	32.9	31.6	34.1	Pluie SAFRAN SA10	ETP SAFRAN SA10	913	1							60%	10%	10%	20%		
SA11	38.9	38.9	38.9	Pluie SAFRAN SA11	ETP SAFRAN SA11	1951	17					10%		50%	30%		10%		
SA12	35.8	34.6	37.1	Pluie SAFRAN SA12	ETP SAFRAN SA12	875	20					10%		80%			10%		
SA13	35.0	34.0	36.0	Pluie SAFRAN SA13	ETP SAFRAN SA13	1081	29							60%	40%				
SA14	48.0	46.3	49.6	Pluie SAFRAN SA14	ETP SAFRAN SA14	1005	46							100%					
SA15	32.7	30.4	35.0	Pluie SAFRAN SA15	ETP SAFRAN SA15	903	43							90%			10%		
SA16	56.1	54.6	57.6	Pluie SAFRAN SA16	ETP SAFRAN SA16	750	44							90%				10%	
SA17	35.5	33.9	37.2	Pluie SAFRAN SA17	ETP SAFRAN SA17	1864	8			10%		10%		50%	20%		10%		
SA18	39.3	39.2	39.4	Pluie SAFRAN SA18	ETP SAFRAN SA18	389	25							30%	20%	10%	30%	10%	
SA19	33.9	32.2	35.5	Pluie SAFRAN SA19	ETP SAFRAN SA19	281	5		10%					50%	10%		10%	10%	10%
SA20	40.1	37.8	42.4	Pluie SAFRAN SA20	ETP SAFRAN SA20	450	46							100%					
SA21	42.1	39.0	45.3	Pluie SAFRAN SA21	ETP SAFRAN SA21	147	43							90%			10%		
SA22	56.9	55.8	58.1	Pluie SAFRAN SA22	ETP SAFRAN SA22	505	46							100%					
SA23	48.1	46.6	49.6	Pluie SAFRAN SA23	ETP SAFRAN SA23	57	30							60%			30%	10%	
SA24	22.2	21.7	22.8	Pluie SAFRAN SA24	ETP SAFRAN SA24	169	24							20%	80%				
SA25	37.3	33.4	41.1	Pluie SAFRAN SA25	ETP SAFRAN SA25	167	43							90%			10%		
SA26	33.1	28.7	37.6	Pluie SAFRAN SA26	ETP SAFRAN SA26	159	46							100%					
SA27	43.4	41.6	45.2	Pluie SAFRAN SA27	ETP SAFRAN SA27	487	46							100%					

n° secteur agricole	RFU moyenne (mm)	RFUmin (mm)	RFUmax (mm)	Pluie	ETP	Surface irriguée totale (ha)	n° type assolement	Asperge	Blé	Haricot	Maraichage	Mais doux	Mais fourrage	Mais grain	Mais semence	Prairie	Soja	Tournesol	Autres
SA28	37.1	33.5	40.7	Pluie SAFRAN SA28	ETP SAFRAN SA28	2305	46							100%					
SA29	28.5	25.2	31.8	Pluie SAFRAN SA29	ETP SAFRAN SA29	410	18					10%		70%	20%				
SA30	32.9	27.9	37.8	Pluie SAFRAN SA30	ETP SAFRAN SA30	433	16					10%		50%	20%			10%	10%
SA31	37.7	32.8	42.5	Pluie SAFRAN SA31	ETP SAFRAN SA31	435	23					20%		50%	20%			10%	
SA32	41.7	38.6	44.7	Pluie SAFRAN SA32	ETP SAFRAN SA32	317	22					10%		90%					
SA33	26.4	25.8	27.0	Pluie SAFRAN SA33	ETP SAFRAN SA33	61	22					10%		90%					
SA34	26.4	23.4	29.5	Pluie SAFRAN SA34	ETP SAFRAN SA34	708	34							80%	10%			10%	
SA35	53.1	51.1	55.1	Pluie SAFRAN SA35	ETP SAFRAN SA35	687	34							80%	10%			10%	
SA36	62.2	62.2	62.2	Pluie SAFRAN SA36	ETP SAFRAN SA36	1242	41							90%	10%				
SA37	61.8	61.4	62.3	Pluie SAFRAN SA37	ETP SAFRAN SA37	768	46							100%					
SA38	61.4	60.9	61.9	Pluie SAFRAN SA38	ETP SAFRAN SA38	805	22					10%		90%					
SA39	40.2	35.5	44.9	Pluie SAFRAN SA39	ETP SAFRAN SA39	252	2	30%				30%		30%		10%			
SA40	61.0	58.0	64.0	Pluie SAFRAN SA40	ETP SAFRAN SA40	101	39							80%				20%	
SA41	42.7	40.7	44.7	Pluie SAFRAN SA41	ETP SAFRAN SA41	566	19					10%		80%		10%			
SA42	49.1	47.8	50.3	Pluie SAFRAN SA42	ETP SAFRAN SA42	284	35							80%		10%		10%	
SA43	52.0	52.0	52.0	Pluie SAFRAN SA43	ETP SAFRAN SA43	7	46							100%					
SA44	52.3	52.0	52.6	Pluie SAFRAN SA44	ETP SAFRAN SA44	0	0	<i>pas d'irrigation</i>											
SA45	43.5	40.6	46.5	Pluie SAFRAN SA45	ETP SAFRAN SA45	1752	46							100%					
SA46	35.5	32.8	38.1	Pluie SAFRAN SA46	ETP SAFRAN SA46	3612	47		20%					40%		10%	30%		
SA47	38.5	35.5	41.5	Pluie SAFRAN SA47	ETP SAFRAN SA47	1953	46							100%					
SA48	39.6	34.8	44.5	Pluie SAFRAN SA48	ETP SAFRAN SA48	275	48							60%			40%		
SA49	37.9	37.9	37.9	Pluie SAFRAN SA49	ETP SAFRAN SA49	339	42							90%		10%			
SA50	39.2	39.2	39.2	Pluie SAFRAN SA50	ETP SAFRAN SA50	718	43							90%			10%		
SA51	40.7	38.8	42.5	Pluie SAFRAN SA51	ETP SAFRAN SA51	1321	43							90%			10%		
SA52	42.6	41.7	43.4	Pluie SAFRAN SA52	ETP SAFRAN SA52	1061	43							90%			10%		
SA53	38.3	35.8	40.9	Pluie SAFRAN SA53	ETP SAFRAN SA53	5913	43							90%			10%		
SA54	54.6	52.8	56.4	Pluie SAFRAN SA54	ETP SAFRAN SA54	248	6		10%					80%		10%			
SA55	38.9	38.5	39.4	Pluie SAFRAN SA55	ETP SAFRAN SA55	1452	37							80%			10%		10%

n° secteur agricole	RFU moyenne (mm)	RFUmin (mm)	RFUmax (mm)	Pluie	ETP	Surface irriguée totale (ha)	n° type assolement	Asperge	Blé	Haricot	Maraichage	Mais doux	Mais fourrage	Mais grain	Mais semence	Prairie	Soja	Tournesol	Autres
SA56	56.2	54.1	58.4	Pluie SAFRAN SA56	ETP SAFRAN SA56	120	36							80%		10%			10%
SA57	40.2	39.7	40.6	Pluie SAFRAN SA57	ETP SAFRAN SA57	1542	43							90%			10%		
SA58	42.9	40.2	45.7	Pluie SAFRAN SA58	ETP SAFRAN SA58	395	11			10%				40%	30%		10%		10%
SA59	37.3	32.5	42.1	Pluie SAFRAN SA59	ETP SAFRAN SA59	921	12			10%				60%			10%		20%
SA60	42.0	40.2	43.8	Pluie SAFRAN SA60	ETP SAFRAN SA60	5610	38							80%			20%		
SA61	51.1	49.0	53.1	Pluie SAFRAN SA61	ETP SAFRAN SA61	1140	32							70%		10%	20%		
SA62	35.6	33.4	37.9	Pluie SAFRAN SA62	ETP SAFRAN SA62	608	46							100%					
SA63	44.7	43.7	45.6	Pluie SAFRAN SA63	ETP SAFRAN SA63	465	7		10%					90%					
SA64	36.0	35.8	36.2	Pluie SAFRAN SA64	ETP SAFRAN SA64	2865	29							60%	40%				
SA65	54.7	53.7	55.7	Pluie SAFRAN SA65	ETP SAFRAN SA65	1242	41							90%	10%				
SA66	54.8	51.4	58.2	Pluie SAFRAN SA66	ETP SAFRAN SA66	1467	46							100%					
SA67	41.9	41.9	41.9	Pluie SAFRAN SA67	ETP SAFRAN SA67	462	43							90%			10%		
SA68	63.4	62.8	64.1	Pluie SAFRAN SA68	ETP SAFRAN SA68	1870	9			10%		10%		70%	10%				
SA69	55.9	55.9	55.9	Pluie SAFRAN SA69	ETP SAFRAN SA69	614	43							90%			10%		
SA70	44.9	43.6	46.3	Pluie SAFRAN SA70	ETP SAFRAN SA70	752	15					10%		40%	20%		10%	10%	10%
SA71	44.2	43.2	45.3	Pluie SAFRAN SA71	ETP SAFRAN SA71	389	4		10%			10%		40%	10%	10%	20%		
SA72	61.6	60.4	62.7	Pluie SAFRAN SA72	ETP SAFRAN SA72	175	40							80%					20%
SA73	41.0	38.6	43.3	Pluie SAFRAN SA73	ETP SAFRAN SA73	229	28							50%	30%		10%		10%
SA74	56.9	54.9	59.0	Pluie SAFRAN SA74	ETP SAFRAN SA74	543	31							70%	10%		10%		10%
SA75	50.8	49.3	52.3	Pluie SAFRAN SA75	ETP SAFRAN SA75	1194	22					10%		90%					
SA76	61.5	60.1	63.0	Pluie SAFRAN SA76	ETP SAFRAN SA76	257	10			10%		20%		60%			10%		
SA77	60.0	59.9	60.1	Pluie SAFRAN SA77	ETP SAFRAN SA77	844	45							90%					10%
SA78	51.3	49.6	53.0	Pluie SAFRAN SA78	ETP SAFRAN SA78	3354	46							100%					
SA79	24.6	23.5	25.7	Pluie SAFRAN SA79	ETP SAFRAN SA79	874	3	30%						40%	10%		10%		10%
SA80	51.0	48.4	53.7	Pluie SAFRAN SA80	ETP SAFRAN SA80	552	26							50%	10%		10%	10%	20%
SA81	48.4	46.6	50.3	Pluie SAFRAN SA81	ETP SAFRAN SA81	2649	46							100%					
SA82	39.6	37.0	42.2	Pluie SAFRAN SA82	ETP SAFRAN SA82	605	43							90%			10%		
SA83	41.1	38.2	44.0	Pluie SAFRAN SA83	ETP SAFRAN SA83	1513	46							100%					

4.4.2 Résultats des besoins unitaires théoriques calculés par secteurs homogènes

Les calculs ont été effectués au pas de temps décadaire et l'on dispose donc pour chaque secteur agricole d'une chronique de BUT décadaires sur la période 1988-2018.

Les résultats sont présentés, pour chaque sous-bassin, sous forme de chroniques des besoins unitaires théoriques annuels, fournies en annexe. Les calculs sont réalisés pour les valeurs moyennes, minimales et maximales des RFU.

Les valeurs de synthèse pour chaque sous-bassin figurent dans le tableau suivant (valeurs moyennes et valeurs statistiques obtenues par ajustement d'une loi de Gauss).

Tableau 22 : valeurs du BUT calculé avec RFU moyenne

BUT (m ³ /ha/an)	moyen	Ecart-type	Valeur quinquennale	Valeur décennale
ADOUR_1	1621	348	1914	2068
ADOUR_2	2215	373	2528	2692
ADOUR_3	2342	335	2624	2771
ADOUR_4	1747	468	2141	2347
ADOUR_5	2315	324	2587	2730
ADOUR_6	1991	458	2377	2578
ADOUR_7	1819	504	2244	2466
ADOUR_8	2072	457	2458	2659
ADOUR_9	2101	448	2479	2676
ALARIC ESTEOUS	2101	380	2420	2587
ECHEZ	1995	378	2313	2479
ARROS	1598	443	1971	2166
BOUES	2051	345	2341	2492
GABAS	1711	491	2125	2341
LEES	1654	481	2060	2271
LOUET	1806	454	2188	2387
TOTAL	1894		2254	2443
PT3A	2017		2354	2531

Les besoins varient d'une région agricole à l'autre. La valeur moyenne sur la chronique est voisine de 1900 m³/ha. Elle est plus faible à l'amont du bassin et atteint 2300 m³/ha en valeur moyenne à l'aval d'Aire-sur-l'Adour et d'Estirac.

Les calculs des BUT sont également réalisés avec les valeurs des RFU min et des RFU max. Le tableau suivant compare les valeurs quinquennales des BUT par sous-bassin calculés avec les 3 hypothèses de RFU.



Tableau 23 : comparaison des valeurs quinquennales du BUT calculées avec RFU MIN, RFU moyenne et RFU MAX

BUT quinquennal (m3/ha/an)	RFU MIN	RFU moyenne	RFU MAX
ADOUR_1	1914	1914	1914
ADOUR_2	2548	2528	2506
ADOUR_3	2653	2624	2592
ADOUR_4	2144	2141	2134
ADOUR_5	2598	2587	2576
ADOUR_6	2398	2377	2357
ADOUR_7	2258	2244	2225
ADOUR_8	2476	2458	2433
ADOUR_9	2513	2479	2448
ALARIC ESTEOUS	2443	2420	2398
ECHEZ	2319	2313	2306
ARROS	1985	1971	1958
BOUES	2371	2341	2311
GABAS	2157	2125	2095
LEES	2065	2060	2056
LOUET	2196	2188	2178
TOTAL	2271	2254	2237

Les écarts entre les différentes valeurs du BUT sont variables. Pour l'ensemble du périmètre du SAGE, la différence entre la valeur quinquennale du BUT minimum calculée avec RFU MAX et la valeur du BUT maximum calculée avec RFU MIN est de 34 mm/an. Ces différentes évaluations du BUT seront testées dans l'analyse des sensibilités du modèle (cf. PARTIE VII § 1)

4.5 ADAPTATIONS LIEES AUX SPECIFICITES DU TERRITOIRE

4.5.1 Du besoin au prélèvement théorique : le coefficient d'irrigation

En multipliant les besoins unitaires théoriques par un coefficient d'irrigation qui tient compte de la conduite technique des apports d'eau et des conditions économiques²³ et par un changement d'unités, on obtient les prélèvements unitaires agricoles (en l/s/ha).

Le coefficient d'irrigation est chargé de traduire à la fois le comportement des irrigants et les performances de leur équipement. **Un coefficient comportemental d'irrigation entre 1,1 et 1,2 signifie que les irrigants prélèvent entre 10% et 20% de plus que le besoin physiologique de la plante, principalement à cause de fuites dans le réseau d'irrigation, d'une surestimation des besoins en eau, de la compensation de l'évaporation, etc...**

Dans la pratique, les irrigants utilisent le matériel à leur disposition, dont la capacité est forcément limitée. Ils ont donc tendance à anticiper le besoin en eau ou à décaler l'apport en fonction de la météorologie du moment afin d'optimiser l'irrigation de leur culture en fonction de leur matériel et des restrictions.

Un coefficient d'irrigation de 1,15 a été retenu par le comité technique, les participants en ateliers s'étant déclarés incompetents pour en juger et/ou ayant des avis divergeants. Des tests de sensibilité de ce coefficient sont réalisés.

²³ L'apport d'eau pouvant être, pour ces raisons, différent du BUT.



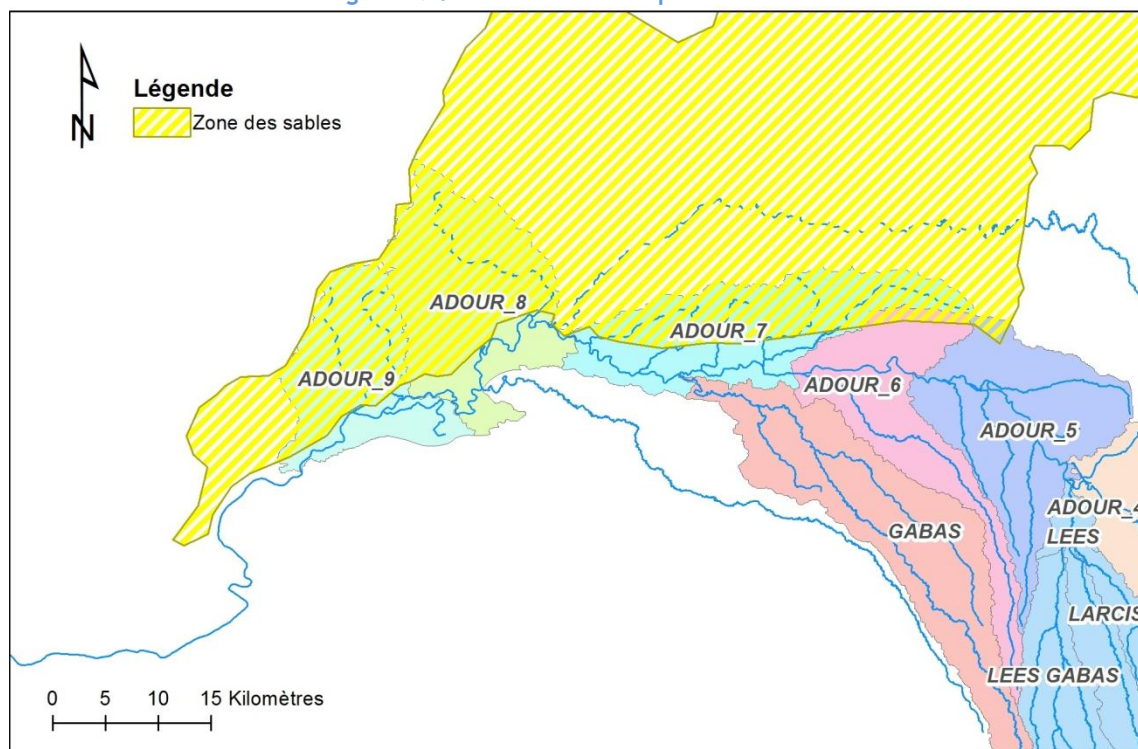
Il a été pris égal à 1,15 pour tenir compte des pertes de 15% maximum d'eau d'irrigation par aspersion lorsqu'elle est pratiquée dans les pires conditions climatiques (vent, ensoleillement max,...).

Dans le bilan de 2005, un coefficient d'irrigation de 1 avait été retenu.

Particularité de la zone des sables

La zone des sables concerne une partie du territoire aval de la zone d'étude. La carte suivante présente la partie du périmètre concernée par la zone des sables définie lors de l'étude de bilan besoins - ressources de la Midouze en 2008.

Figure 49 : secteur concerné par la zone des sables



Dans le bilan Midouze de 2008, le même coefficient comportemental avait été appliqué à toute la zone d'étude (dans et hors zone des sables). La valeur de 1 alors retenue avait également été appliquée à la zone des sables même si, dans la pratique, ce coefficient est nettement supérieur sur ce secteur particulier. Mais, le surplus d'eau prélevé s'infiltré et retourne vite aux ressources en eau. Aussi, pour ne tenir compte que de la part consommée, le coefficient comportemental était le même pour tout le bassin.

Nous appliquons les mêmes hypothèses ici en considérant pour le secteur inclus dans la zone des sables la même valeur du coefficient d'irrigation que dans le reste du périmètre d'étude, à savoir 1,15.

4.5.2 Des adaptations liées à la ressource

Les prélèvements par bassin versant élémentaire (BVE) se déduisent des prélèvements unitaires en multipliant par les **surfaces irriguées équivalentes** du BVE, selon le type d'irrigation :

- un hectare irrigué par aspersion à partir d'une rivière correspond à un hectare équivalent,
- un hectare irrigué par submersion correspond à 2,5 hectares équivalents pour tenir compte de la surconsommation due à cette pratique,
- l'influence d'un hectare irrigué à partir de la nappe est calculée au travers de la fonction de transfert présentée en PARTIE IV § 2,

- pour la zone des sables, nous reprenons les hypothèses du bilan Midouze de 2008 qui avait fait l'objet d'une réflexion approfondie à ce sujet ; finalement, les prélèvements dans la zone des sables sont considérés comme les autres prélèvements en nappe avec les fonctions de transfert propres aux paramètres hydrodynamiques de ce secteur.

4.6 RESULTATS DES BESOINS DE PRELEVEMENTS (OU PRELEVEMENTS THEORIQUES)

Les prélèvements agricoles théoriques sont calculés en multipliant les prélèvements unitaires par une superficie irriguée (la même pour toute la chronique 1988-2018) correspondant à un niveau de prélèvement reflétant la demande actuelle.

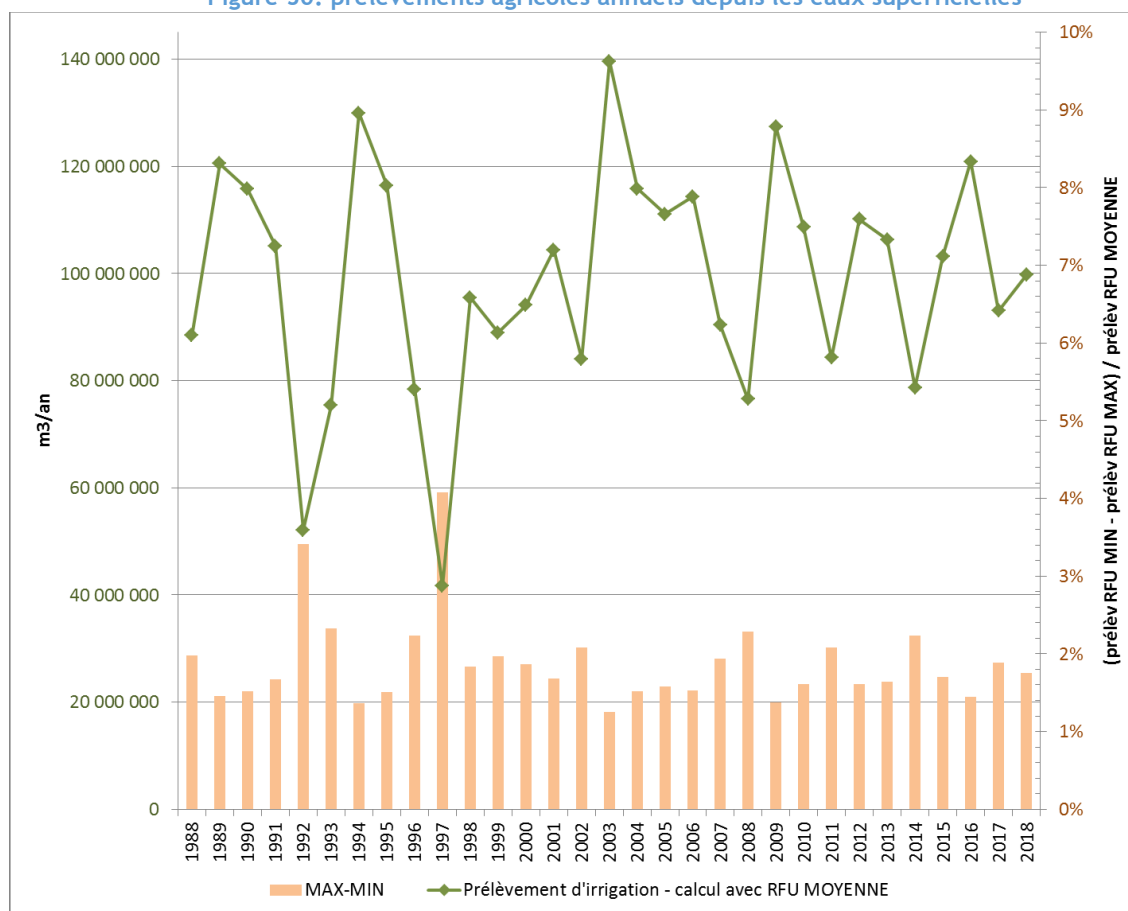
Dans cette étude, le calcul a été effectué avec la superficie irriguée de l'année 2018 car c'est l'année la plus récente pour laquelle on dispose des données à l'échelle de l'ensemble de la zone d'étude.

Pour le bilan besoins-ressources, seules les superficies irriguées depuis les eaux superficielles sont prises en compte (cours d'eau, canaux, nappe alluviale), les prélèvements en nappe profonde, en nappe d'accompagnement hors isochrone 90 jours et en retenues déconnectées étant considérés non influents pour le milieu superficiel.

Les pertes vers la nappe ne sont pas modélisées car elles sont considérées comme négligeables, les apports d'eau aux plantes s'effectuant, dans le cas théorique retenu, au moment idéal, ce qui favorise une consommation optimale de l'eau par la plante.

Le graphe suivant présente la chronique des prélèvements annuels en eaux superficielles (eau de surface et nappe d'accompagnement inclus dans isochrone 90 jours) pour l'ensemble du périmètre d'étude ainsi que l'amplitude relative de l'écart des prélèvements calculés avec RFU MIN et RFU MAX. On constate que l'écart dû aux variations de RFU est plus important pour les années humides.

Figure 50: prélèvements agricoles annuels depuis les eaux superficielles



Les prélèvements agricoles varient de 40 Mm³ en année très humide (1997) à 140 Mm³ en année très sèche (2003). En moyenne, ils s'élèvent à 99 Mm³ avec des disparités spatiales dues aux assolements dominants et au type de sol.

L'écart entre les prélèvements calculés avec les RFU MIN et les RFU MAX est compris entre 1,3% et 4,1% avec une moyenne de 1,9% de la valeur calculée avec RFU MOYENNE. La variation des prélèvements liée aux hypothèses de RFU apparaît donc globalement faible.

Les chroniques par sous-bassin sont fournies en Annexe XI. Le tableau suivant récapitule les valeurs caractéristiques issues des ajustements d'une loi normale par sous-bassin.

Tableau 24 : valeurs statistiques des prélèvements agricoles théoriques, calcul avec RFU moyenne

	Surface irriguée depuis eaux superficielles et nappe incl isochrone 90 j (ha)	Moyenne (m ³)	écart-type (m ³)	Valeur quinquennale (m ³)	Valeur décennale (m ³)
ADOUR_1	73	118 621	25 486	140 071	151 283
ADOUR_2	2 330	5 158 728	867 757	5 889 051	6 270 804
ADOUR_3	3 042	7 124 023	1 019 274	7 981 866	8 430 275
ADOUR_4	4 301	7 515 065	2 012 236	9 208 606	10 093 849
ADOUR_5	2 443	5 655 294	791 999	6 321 857	6 670 282
ADOUR_6	2 890	5 754 111	1 323 412	6 867 923	7 450 132
ADOUR_7	3 526	6 415 021	1 778 694	7 912 008	8 694 509
ADOUR_8	1 642	3 402 211	751 032	4 034 296	4 364 698
ADOUR_9	547	1 148 615	245 092	1 354 890	1 462 714
ALARIC ESTEOUS	4 047	8 501 961	1 536 153	9 794 820	10 470 620
ECHEZ	2 749	5 483 827	1 038 717	6 358 033	6 814 996
ARROS	7 422	11 863 010	3 288 544	14 630 718	16 077 449
BOUES	4 246	8 707 110	1 462 932	9 938 344	10 581 932
GABAS	4 203	7 193 704	2 064 748	8 931 440	9 839 786
LEES	6 232	10 310 102	3 000 106	12 835 055	14 154 893
LOUET	2 601	4 697 401	1 180 250	5 690 725	6 209 952
TOTAL	52 292	99 048 805		117 889 702	127 738 173
PT3A	19 142	38 599 627		45 063 171	48 441 780

A l'inverse des autres usages, les prélèvements agricoles s'opèrent sur une partie de l'année, en moyenne 3 mois du 15 juin au 15 septembre. Le tableau suivant donne la conversion en débit moyen (calculé sur 3 mois) des volumes mentionnés précédemment.



Tableau 25 : conversion en débits des prélèvements agricoles calculés avec RFU moyenne

	Moyenne	Valeur quinquennale	Valeur décennale
	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)
ADOUR_1	0,005	0,006	0,006
ADOUR_2	0,216	0,247	0,263
ADOUR_3	0,299	0,335	0,354
ADOUR_4	0,315	0,386	0,423
ADOUR_5	0,237	0,265	0,280
ADOUR_6	0,241	0,288	0,312
ADOUR_7	0,269	0,332	0,365
ADOUR_8	0,143	0,169	0,183
ADOUR_9	0,048	0,057	0,061
ALARIC ESTEOUS	0,357	0,411	0,439
ECHEZ	0,230	0,267	0,286
ARROS	0,497	0,614	0,674
BOUES	0,365	0,417	0,444
GABAS	0,302	0,375	0,413
LEES	0,432	0,538	0,594
LOUET	0,197	0,239	0,260
TOTAL	4,154	4,944	5,357
PT3A	1,619	1,890	2,031

Ces valeurs signifient, par exemple, que, durant la saison d'étiage, un débit moyen continu de 1,619 m³/s serait prélevé pour l'irrigation agricole sur le périmètre PT3A en année moyenne.

4.7 EXERCICE DEMANDE PAR LES ACTEURS : COMPARAISON DES BESOINS ET DES PRELEVEMENTS REELS

Les prélèvements d'irrigation agricole historiques sont extraits de la BNPE pour le périmètre du SAGE sur la période 2008-2017.

Ces données, issues des déclarations faites auprès de l'Agence de l'eau Adour-Garonne, différencient les prélèvements en eaux de surface des prélèvements en eaux souterraines, sans distinguer plus finement la ressource captée. De plus, certains points non localisés précisément sont reportés au centroïde de la commune de prélèvement. Par ailleurs, les prélèvements inférieurs à 7000 m³ ne figurent pas dans les données BNPE.

Le tableau suivant donne le total des prélèvements d'irrigation par année pour le périmètre du SAGE et pour le périmètre du projet de territoire Adour en amont d'Aire (PT3A).

La comparaison des prélèvements agricoles de la BNPE et des besoins calculés dans LAGON n'est pas directe car, dans la modélisation, seuls les prélèvements influents vis-à-vis des eaux de surface sont pris en compte c'est-à-dire les prélèvements depuis les eaux superficielles et les prélèvements dans la nappe d'accompagnement inclus dans l'isochrone 90 jours.

Or, c'est surtout en partie aval du périmètre que s'effectuent beaucoup de prélèvements en nappe hors isochrone 90 jours. On fait donc l'hypothèse, pour obtenir des données comparables, que les prélèvements dans les eaux souterraines situés dans le département des Landes sont majoritairement exclus de la modélisation.

Pour le périmètre du SAGE, on compare ainsi, dans le tableau suivant, les prélèvements BNPE à l'exclusion des prélèvements dans les eaux souterraines situés dans les Landes et les besoins d'irrigation issus de LAGON auxquels on applique le coefficient comportemental (kp) retenu (cf. PARTIE III § 4.5.1).



Tableau 26 : prélèvements historiques d'irrigation agricole (Source : BNPE)

Année	Volumes (m ³) Périmètre SAGE Adour amont			PT3A
	BNPE [BNPE tot]	Eau de surface [BNPE ESU]	Eau souterraine [BNPE ESOUT]	BNPE total
2008	77 762 183	52 759 469	25 002 714	33 055 585
2009	126 601 320	89 470 712	37 130 608	50 865 735
2010	118 394 394	81 957 594	36 436 800	46 138 200
2011	85 705 834	58 372 500	27 333 334	34 363 976
2012	118 996 799	83 398 082	35 598 717	45 998 405
2013	107 019 459	75 680 796	31 338 663	42 865 961
2014	52 062 026	33 313 335	18 748 691	18 132 841
2015	103 791 635	72 189 952	31 601 683	41 429 821
2016	119 964 783	83 656 522	36 308 261	46 143 546
2017	77 877 040	50 003 594	27 873 446	36 314 681

Tableau 27 : comparaison prélèvements d'irrigation historiques (BNPE) et besoins calculés par LAGON, SAGE Adour amont

Année	Volumes (m ³) besoins calculés par LAGON	besoins calculés par LAGON * kp	BNPE Total périmètre SAGE sauf ESOUT 40	Rapport kp*LAGON / BNPE
2008	76 574 019	88 060 122	67 349 657	131%
2009	127 379 665	146 486 615	110 598 185	132%
2010	108 603 010	124 893 461	101 929 114	123%
2011	84 290 252	96 933 790	73 357 050	132%
2012	110 121 499	126 639 724	102 230 401	124%
2013	106 318 834	122 266 659	93 861 086	130%
2014	78 681 913	90 484 200	41 675 277	217%
2015	103 218 707	118 701 513	90 013 809	132%
2016	120 896 690	139 031 193	103 122 518	135%
2017	93 029 120	106 983 488	67 409 592	159%

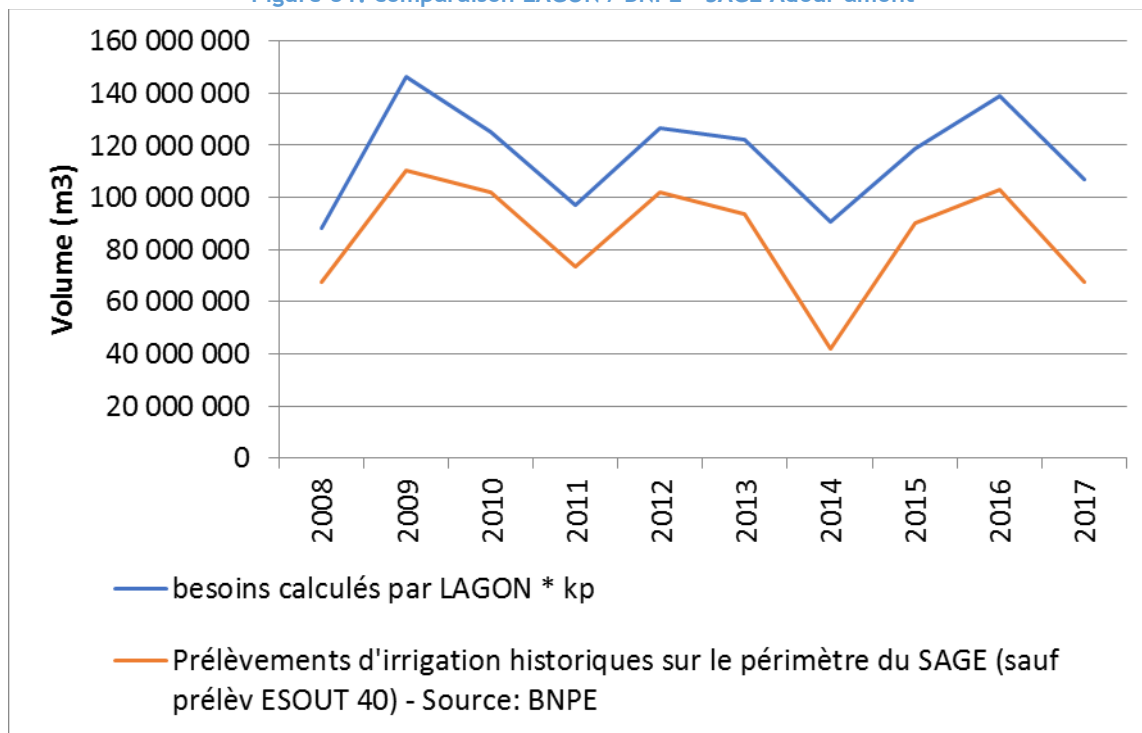
Les prélèvements historiques sont environ 30% en-dessous des prélèvements modélisés qui correspondent à un cas sans aucune contrainte, ni restrictions et se basent sur les surfaces irriguées déclarées pour l'année 2018. Dans la pratique, ces surfaces irriguées déclarées sont ensuite ajustées par l'irrigant selon les conditions climatiques de l'année en cours, le remplissage des lacs, la conjoncture économique, l'état de son matériel,...

De manière inattendue, les écarts sont plus forts pour les années les plus humides et les moins contraintes (2014, 2017). Les causes de ce phénomène sont difficiles à appréhender car beaucoup de facteurs entrent en compte : été humide précédé d'un printemps humide synonyme de semis tardifs, pertes de cultures à cause des intempéries, apports d'eau non réalisés sur la base des pluies annoncées, surfaces réellement irriguées,...

Les courbes suivantes montrent que les tendances sont cohérentes car les années où la consommation est la plus forte correspond aux années où le besoin estimé dans LAGON est le plus important.



Figure 51: comparaison LAGON / BNPE - SAGE Adour amont



Pour le périmètre PT3A, on considère que les échantillons considérés dans BNPE et dans LAGON sont plus facilement comparables. Pour 2016 (année avec restrictions) et 2018 (année avec peu de restrictions), on dispose également des consommations transmises par IRRIGADOUR.

Tableau 28 : comparaison prélèvements d'irrigation historiques (BNPE et IRRIGADOUR) et besoins calculés par LAGON, périmètre PT3A

année	besoins LAGON PT3A (m ³)	kp*besoins LAGON PT3A (m ³)	Prélèvements BNPE PT3A (m ³)	Rapport entre les besoins calculés par LAGON et les prélèvements réels BNPE - [kp*LAGON / BNPE]	Consommations IRRIGADOUR PT3A (m ³)	Rapport entre les besoins calculés par LAGON et les prélèvements réels IRRIGADOUR - [kp*LAGON / IRRIGADOUR]
2008	31 618 590	36 361 378	33 055 585	110%	NC	
2009	48 416 012	55 678 414	50 865 735	109%	NC	
2010	40 826 217	46 950 150	46 138 200	102%	NC	
2011	33 089 280	38 052 672	34 363 976	111%	NC	
2012	40 564 076	46 648 687	45 998 405	101%	NC	
2013	39 328 755	45 228 068	42 865 961	106%	NC	
2014	29 904 310	34 389 956	18 132 841	190%	NC	
2015	40 064 201	46 073 831	41 429 821	111%	NC	
2016	44 287 131	50 930 200	46 143 546	110%	39 200 000	130%
2017	37 600 234	43 240 269	36 314 681	119%	NC	
2018	38 858 605	44 687 396	NC		42 900 000	104%

Les prélèvements historiques sont environ 10% en-dessous des prélèvements modélisés qui correspondent à un cas sans aucune contrainte, ni restrictions et se basent sur les surfaces irriguées

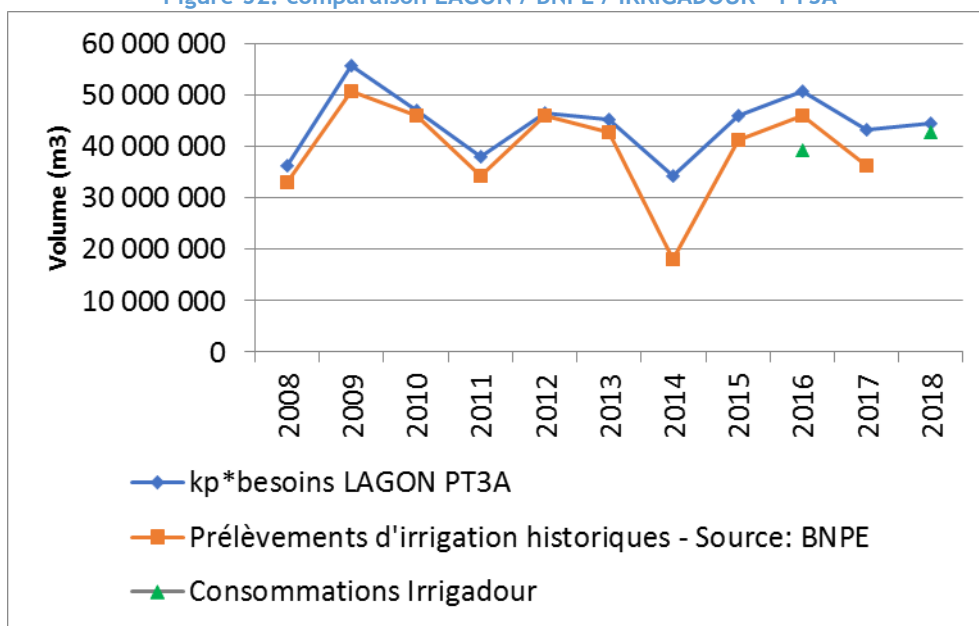


déclarées pour l'année 2018. Ici aussi, les écarts augmentent pour les années humides (2014 en particulier).

La comparaison des besoins modélisés avec les valeurs d'IRRIGADOUR met en évidence une bonne convergence pour 2018, année avec peu de restrictions et un écart plus important pour une année contrainte comme 2016.

Des écarts apparaissent également entre les valeurs IRRIGADOUR et BNPE, certainement dus aux écarts d'échantillons considérés (prélèvements en retenues collinaires et hors isochrone 90 jours principalement) et à la localisation approximative de certains points BNPE.

Figure 52: comparaison LAGON / BNPE / IRRIGADOUR - PT3A



5 SYNTHÈSE DES USAGES PRIS EN COMPTE

Les usages pris en compte dans le bilan besoins-ressources 1988-2018 sont représentatifs de la situation actuelle. Ils sont présentés dans les paragraphes précédents. On rappelle ci-dessous les hypothèses retenues.

Tableau 29 : récapitulatif des hypothèses retenues pour les usages

	Référence	Total périmètre SAGE	Influence sur les eaux superficielles (pris en compte dans la modélisation)
Eau potable	Prélèvements de l'année 2016 (BNPE)	28 Mm ³ dont 6 Mm ³ en nappes profondes prélevés Débit fictif continu prélevé : 884 l/s	22 Mm ³ Débit fictif continu prélevé : 689 l/s Pic en août
Assainissement collectif	Rejets de l'année 2016 (AEAG)	19,688 Mm ³ rejetés débit fictif continu rejeté : 624 l/s.	19,688 Mm ³ Débit fictif continu rejeté : 624 l/s Pic en août
Industrie	Prélèvements de l'année 2016 (AEAG)	8,105 Mm ³ prélevés 6,97 Mm ³ estimés rejetés Bilan : prélèvement de 1,1 Mm ³ Débit fictif continu prélevé : 35 l/s	3,81 Mm ³ prélevés Débit fictif continu prélevé : 120 l/s 6,97 Mm ³ estimés rejetés dans les eaux superficielles Débit fictif continu rejeté : 220 l/s Bilan : 100 l/s rejetés
Irrigation	Surfaces irriguées prévisionnelles du Plan Annuel de Répartition IRRIGADOUR 2018	89 699 ha irriguées	52 292 ha irriguées depuis les eaux superficielles (eau de surface hors retenues déconnectées et nappe inclus dans isochrone 90 jours) Prélèvement sur 3 mois environ (15 juin à 15 septembre) dépendant des conditions climatiques Débit fictif continu moyen prélevé sur l'année : 3 140 l/s Débit fictif continu moyen prélevé sur 3 mois : 4 150 l/s



PARTIE IV - RETRANSCRIPTION DU FONCTIONNEMENT DU TERRITOIRE





Chaque composante du bilan besoins - ressources énoncée précédemment nécessite de définir des paramètres spécifiques qui permettent modéliser le fonctionnement du système. L'objectif étant d'effectuer un bilan sur le milieu superficiel, il est requis de déterminer les influences par rapport à ce-dernier.

Par ailleurs, la modélisation doit prendre en compte les actions de l'homme qui ont des incidences sur la gestion de la ressource.

Les différents usages peuvent être considérés comme des perturbations vis-à-vis de la ressource, lorsqu'ils l'influencent. Il faut donc être en mesure de déterminer quels sont les usages influents et lesquels ne le sont pas. Parmi les usages influents, on compte en premier lieu, l'ensemble des prélèvements et rejets réalisés directement sur le milieu superficiel. Mais, certains prélèvements indirects (ou perturbations indirectes, le plus souvent prélèvements en nappe) ont également un effet sur la ressource superficielle et doivent être pris en compte.

Pour chaque usage, des fonctions de répartition sont utilisées pour décrire la répartition mensuelle au cours de l'année des prélèvements et des rejets.

Les hypothèses retenues pour les prélèvements proprement dits (superficies irriguées pour les prélèvements agricoles, débits prélevés pour l'eau potable,...) ont été présentées en PARTIE III.

1 INFLUENCES SUR COURS D'EAU

Comme énoncé précédemment, les prélèvements et rejets sur cours d'eau sont considérés comme des influences directes sur le milieu superficiel. Pour chaque usage (AEP, assainissement et industrie), par analyse SIG, les prélèvements et rejets sur cours d'eau sont répartis en fonction de leur localisation sur les différents bassins versants élémentaires.

Pour l'usage agricole, les surfaces irriguées sont affectées au BVE dans lequel est positionné le point de prélèvement du Plan de Répartition.

2 INFLUENCES EN NAPPE

LAGON considère les prélèvements dans les nappes superficielles comme des prélèvements indirects. Il utilise des fonctions de transfert pour évaluer leur influence équivalente sur les débits des cours d'eau.

2.1 PRELEVEMENTS EN NAPPE CONSIDERES

Les prélèvements dans les eaux souterraines sont intégrés au bilan besoins-ressources.

Toutefois, **seuls les prélèvements en nappe alluviale ayant un impact sur les débits des cours d'eau sont réellement pris en compte.** Il s'agit de ceux situés à l'intérieur de l'isochrone 90 jours de l'Adour définie dans l'étude BURGEAP 2006 pour l'Institution Adour.

« L'isochrone 90 jours correspond à la limite de la zone à l'intérieur de laquelle tout prélèvement dans la nappe se traduira par un impact sur le débit de la rivière en moins de 90 jours (temps de transfert de la goutte d'eau jusqu'à la rivière) » (réf : Rbx 323-02, BURGEAP, 2006). Elle est classiquement utilisée pour délimiter la nappe d'accompagnement, 90 jours correspondant généralement à la durée de la période d'irrigation.

Sur le secteur d'étude, les isochrones définies dans l'étude précédemment citée apparaissent majoritairement confondues dans les vallées de l'Adour et de l'Echez. Elles s'écartent seulement au niveau de 4 zones (cf. figure suivante) :

- L'aval de Tarbes sur l'Adour,
- La confluence Adour -Echez et l'aval de Maubourguet,
- L'aval d'Aire-sur-l'Adour,
- L'amont d'Audon.



Lors des différents comités de suivi de l'étude, la question de la prise en compte de prélèvements en nappe situés dans une isochrone 120 jours a été soulevée. Mais, cette isochrone n'a pas été définie lors de l'étude BURGEAP 2006. Compte-tenu que les isochrones de durée inférieure ou égale à 90 jours se superposent le plus souvent sur le secteur d'étude, le nombre de prélèvements hors isochrone 90 jours potentiellement inclus dans une isochrone 120 jours est limité. Par conséquent, leur influence sur les débits des cours d'eau serait faible. Ainsi, l'isochrone 90 jours a été retenue comme limite de la zone d'influence des prélèvements en nappe sur les eaux superficielles.

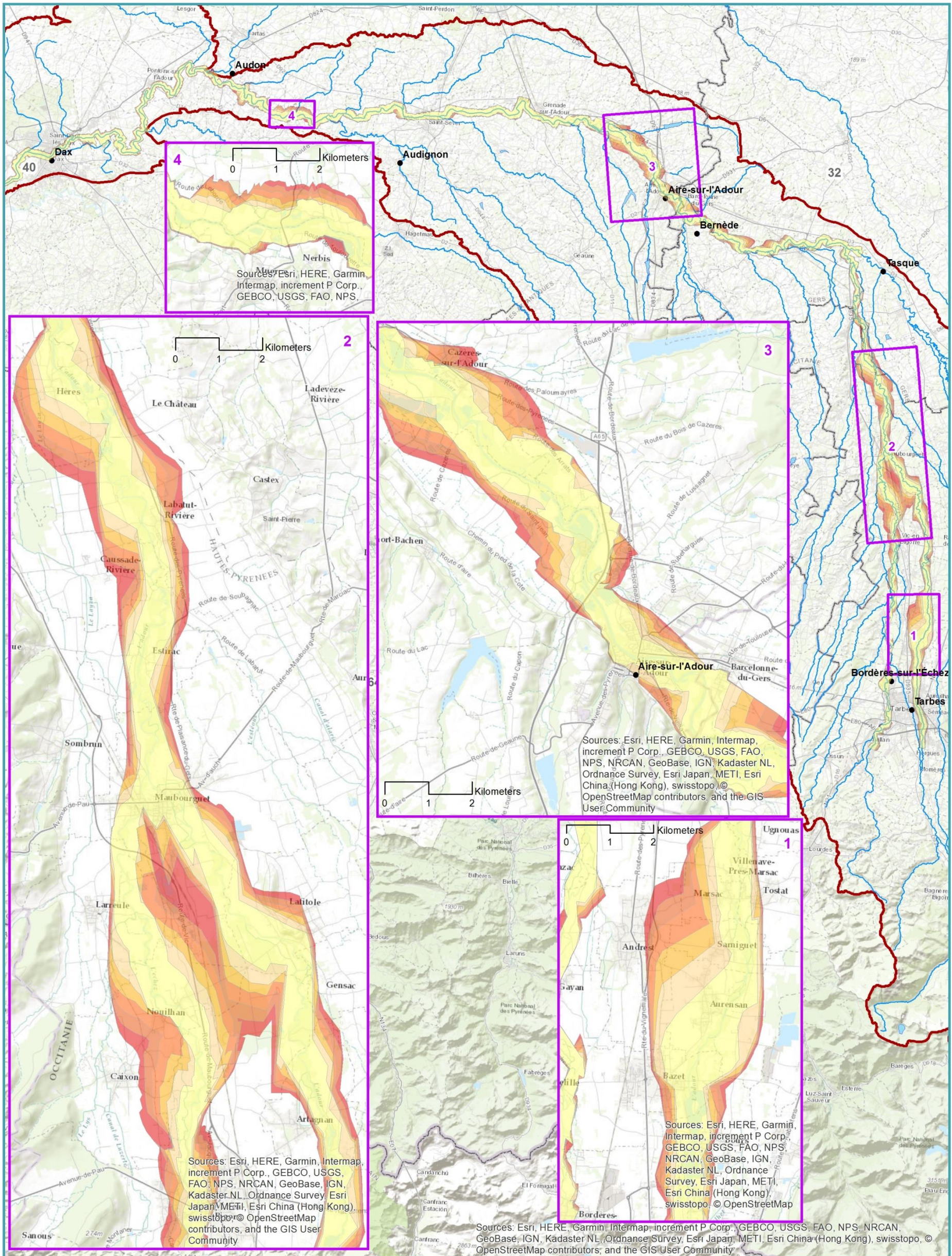
L'extension de l'isochrone 90 jours n'a finalement pas été retenue car, d'une part, les zones où les isochrones sont écartées sont peu étendues, d'autre part, la durée de 90 jours correspond à la durée moyenne des étiages actuels.

L'hypothèse d'une recharge annuelle de la nappe est également considérée.

Remarque : le pompage dans la gravière de Vic-en-Bigorre utilisé comme ressource d'appoint n'est pas modélisé ; en effet, les suivis piézométriques réalisés annuellement lors de la période d'étiage ne montrent pas, dans ce secteur, de liaison directe évidente entre la nappe et le fleuve.



Figure 53: carte des isochrones de la nappe alluviale de l'Adour-Echez (Source : BURGEAP 2006, Institution Adour)





2.2 DEFINITION DES FONCTIONS DE TRANSFERT NAPPE-RIVIERE

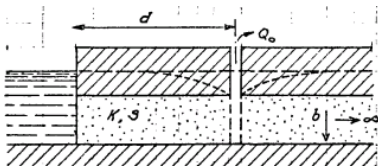
Une fois établi quels prélèvements prendre en compte, il est nécessaire de connaître comment le prélèvement en nappe influence les eaux superficielles. Pour cela, on doit déterminer des fonctions de transfert.

La nappe alluviale de l'Adour et de l'Echez est à considérer comme une nappe semi-infinie associée à une rivière rectiligne à contact parfait (Configuration RP_{∞} , NCU, C_{∞}). Ainsi, le débit instantané préjudiciable à la rivière sous l'influence d'un pompage peut être estimé comme suit (d'après Collins) :

$$\frac{Q}{Q_0} = \operatorname{erfc} \left(\sqrt{\frac{d^2 S}{4Tt}} \right)$$

Avec

- Q : Débit instantané préjudiciable à la rivière sous l'influence d'un pompage
- Q_0 : Débit de pompage en nappe alluviale
- d : distance pompage-rivière
- S : Coefficient d'emmagasinement
- T : Transmissivité
- t : temps



Le programme LAGON intègre les prélèvements en nappe par le biais d'une fonction de répartition permettant de reproduire l'impact du prélèvement en nappe sur le débit du cours d'eau.

La fonction de répartition de chaque bassin versant se base sur :

- la distance caractéristique entre les prélèvements en nappe et les cours d'eau basée sur la moyenne pondérée
 - de la distance moyenne entre les prélèvements en nappe et les cours d'eau pour chaque isochrone (15, 30, 45, 60, 75 et 90 jours)
 - par le volume moyen prélevé en nappe pour chaque isochrone (15, 30, 45, 60, 75 et 90 jours),
- le coefficient d'emmagasinement basé sur les valeurs historiques de coefficient d'emmagasinement (BURGEAP, 2006), cf. Figure 55 et Figure 56
- la transmissivité basée sur les valeurs historiques de conductivité hydraulique (BURGEAP, 2006) et les valeurs h d'épaisseur de la nappe (issues de la BSS) : Figure 57 et Figure 58.

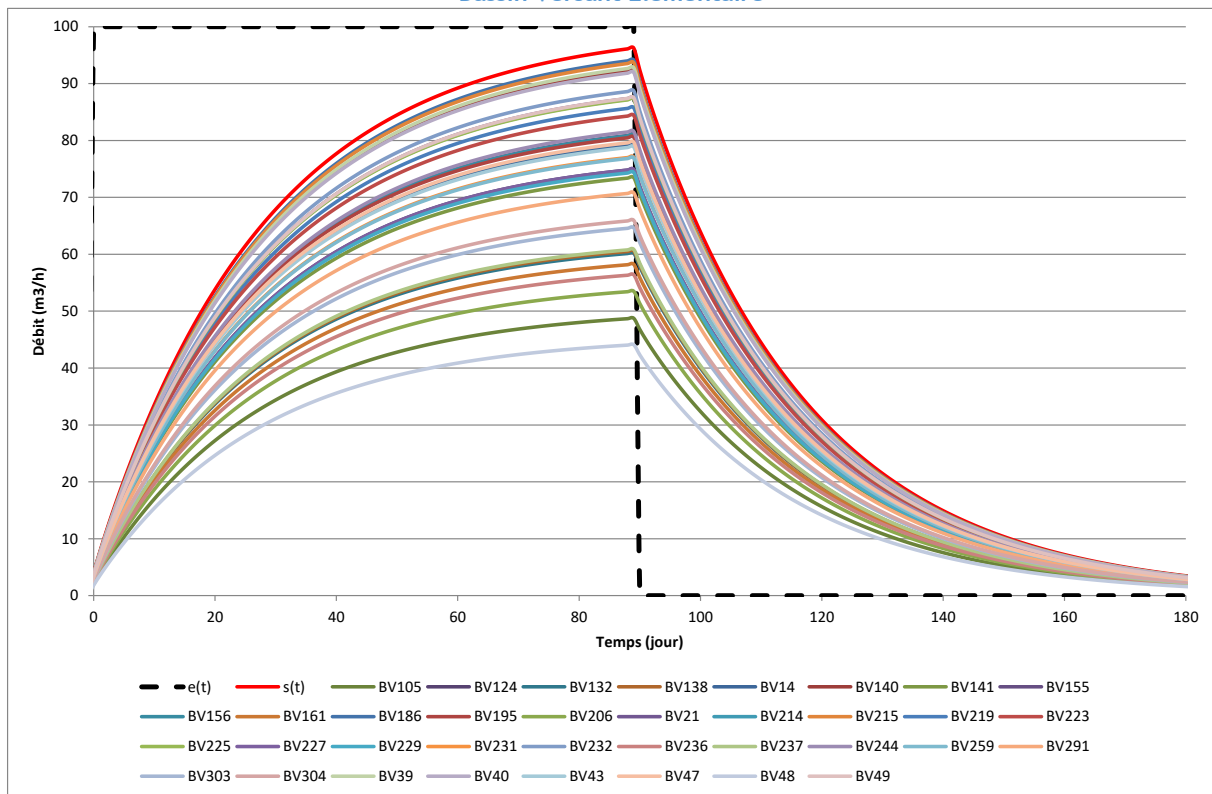
La répartition des valeurs de transmissivité et de coefficient d'emmagasinement par bassin versant élémentaire se fait en cohérence avec les différentes caractéristiques d'écoulement (Rbx 323-02, BURGEAP, 2006) selon 3 types de secteurs :

- des secteurs où l'eau est issue directement de la montagne et/ou des coteaux et/ou de bassins versant adjacents et rejoint l'Adour (ou l'Echez) à l'issue de son cheminement au travers des alluvions ;
- des secteurs où l'eau provient de l'Adour dans un secteur où l'Adour alimente la nappe et va se déverser à nouveau dans l'Adour à l'issue de son cheminement au travers des alluvions ;
- un secteur où l'eau de l'Echez alimente la nappe alluviale, pour finalement être drainée par l'Adour à l'aval.

La Figure 54 permet de visualiser le prélèvement en nappe ($e(t)$), la fonction de répartition générique ($s(t)$) et la fonction de répartition de chaque bassin versant élémentaire.



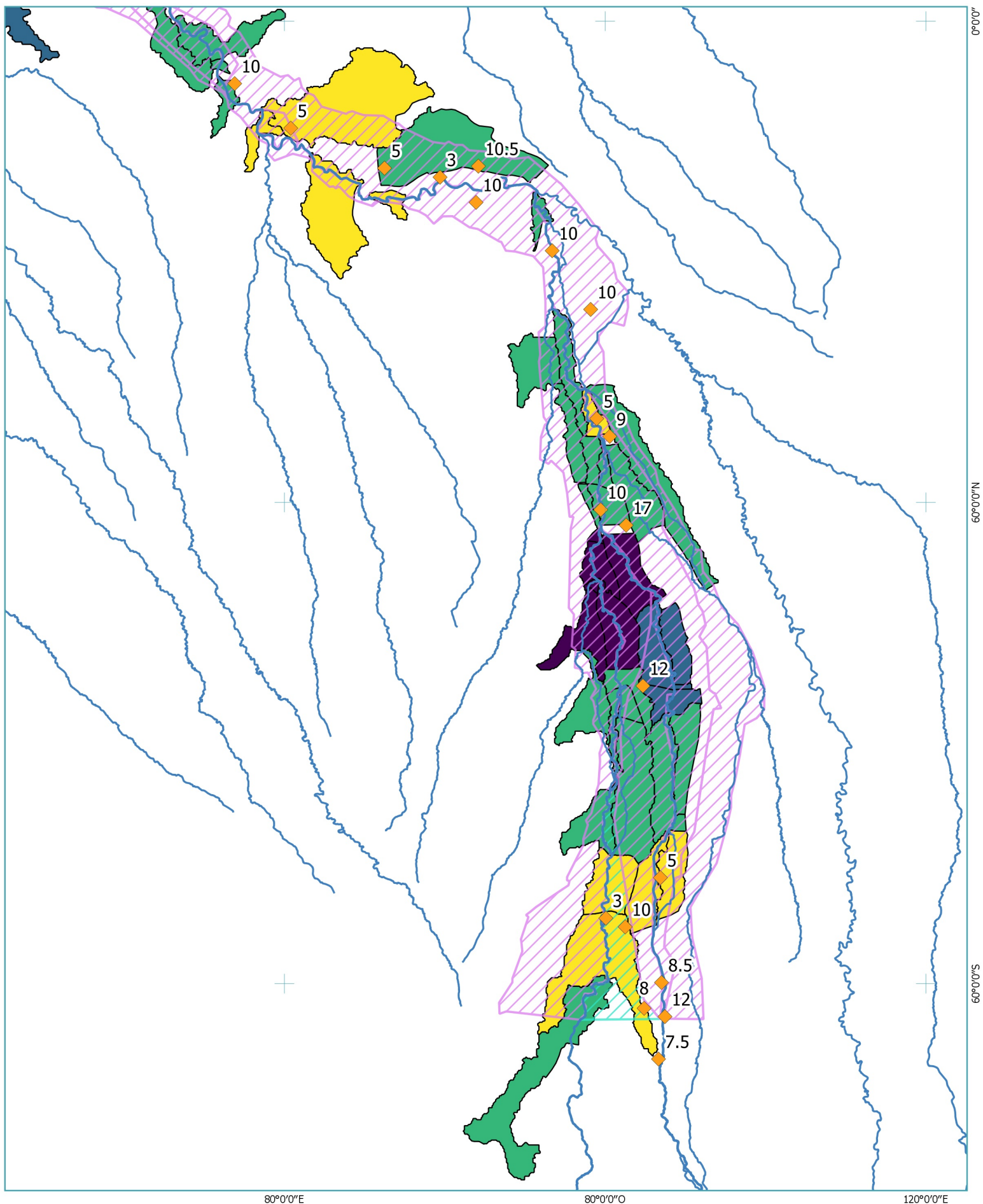
Figure 54: Fonctions de répartition des prélèvements en nappe sur le débit des cours d'eau de chaque Bassin Versant Élémentaire



Les fonctions de répartition dont le maximum est le plus faible, soit les moins impactantes sur le milieu superficiel, sont à mettre en relation avec :

- soit des prélèvements en nappe éloignés des cours d'eau ;
- soit un coefficient d'emménagement fort ;
- soit une transmissivité faible.





80°0'0"E

80°0'0"O

120°0'0"E

0°0'0"

60°0'0"N

60°0'0"S

— Cours d'eau

Prélèvement en nappe

Type écoulement

▨ Eau provient de l'Adour

▨ Eau provient de la montagne/coteaux ou BV adjacents

▨ Eau provient de l'Echez

◆ Coefficient d'emmagasinement mesuré (%)

Coefficient d'emmagasinement (%)

■ 3.10⁻² - 6,5.10⁻²

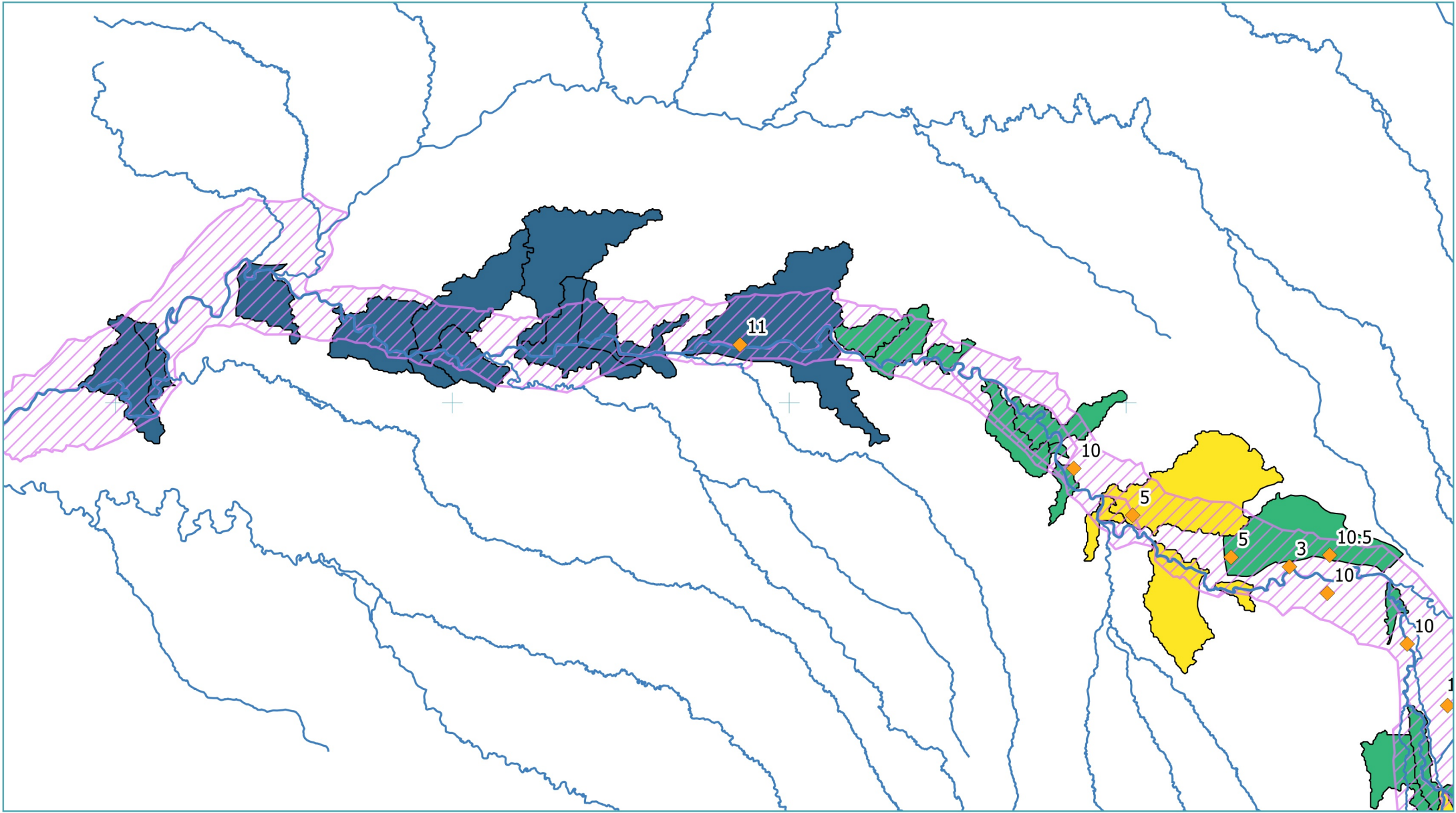
■ 6,5.10⁻² - 1.10⁻³

■ 1.10⁻³ - 1,35.10⁻³

■ 1,35.10⁻³ - 1,7.10⁻³

0 5 10 Km





— Cours d'eau

Prélèvement en nappe

Type écoulement

Eau provient de l'Adour

Eau provient de la montagne/coteaux ou BV adjacents

Eau provient de l'Echez

Coefficient d'emmagasinement mesuré (%)

Coefficient d'emmagasinement (%)

3.10^{-2} - $6,5.10^{-2}$

$6,5.10^{-2}$ - 1.10^{-3}

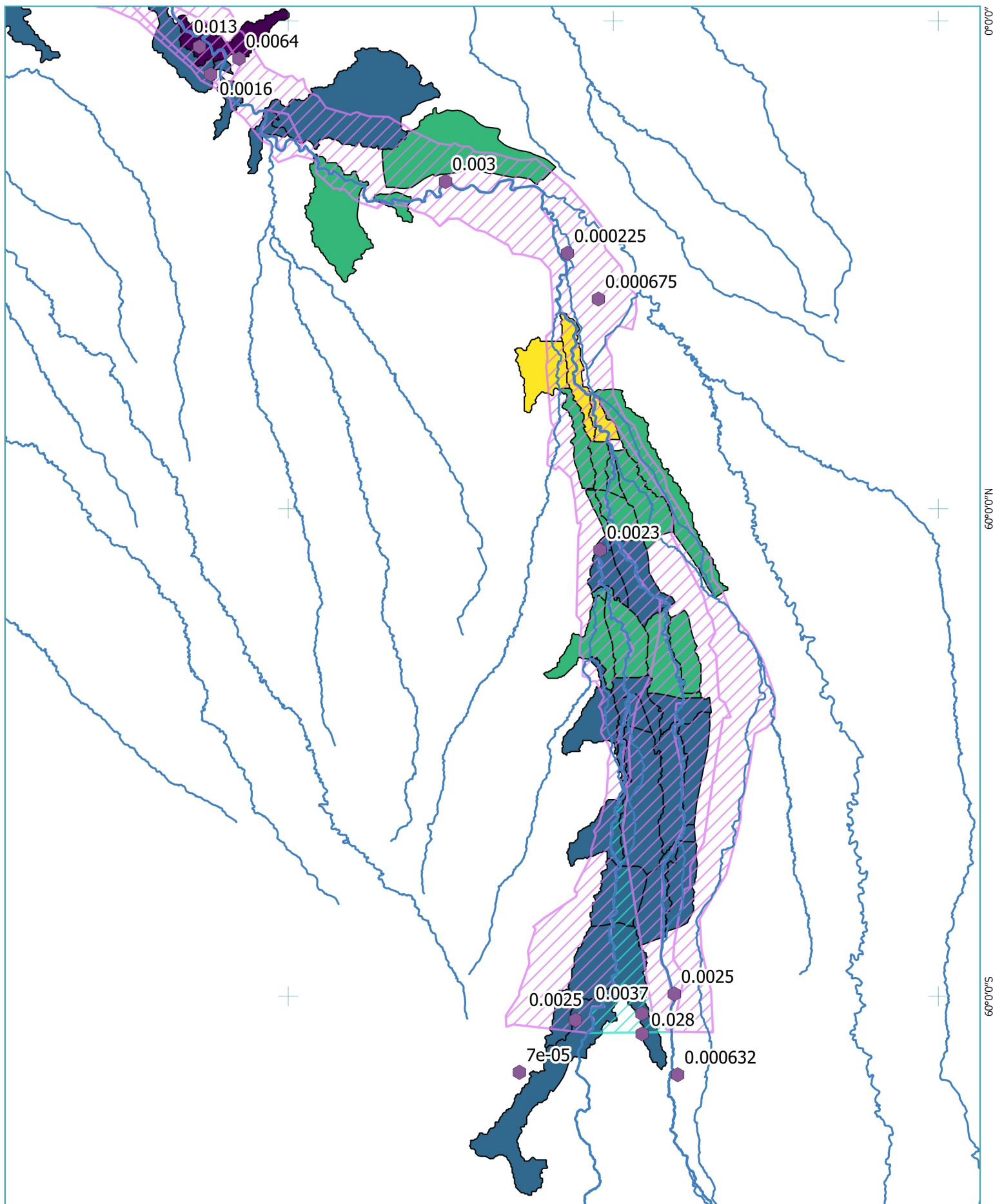
1.10^{-3} - $1,35.10^{-3}$

$1,35.10^{-3}$ - $1,7.10^{-3}$

0 5 10 Km



Coefficient de transmissivité 1/2



— Cours d'eau

Prélèvement en nappe

Type écoulement

— Eau provient de l'Adour

— Eau provient de la montagne/coteaux ou BV adjacents

— Eau provient de l'Echez

● Conductivité hydraulique (m/s)

Transmissivité (m²/s)

— 1.10⁻³ - 5.10⁻³

— 5.10⁻³ - 1.10⁻²

— 1.10⁻² - 5.10⁻²

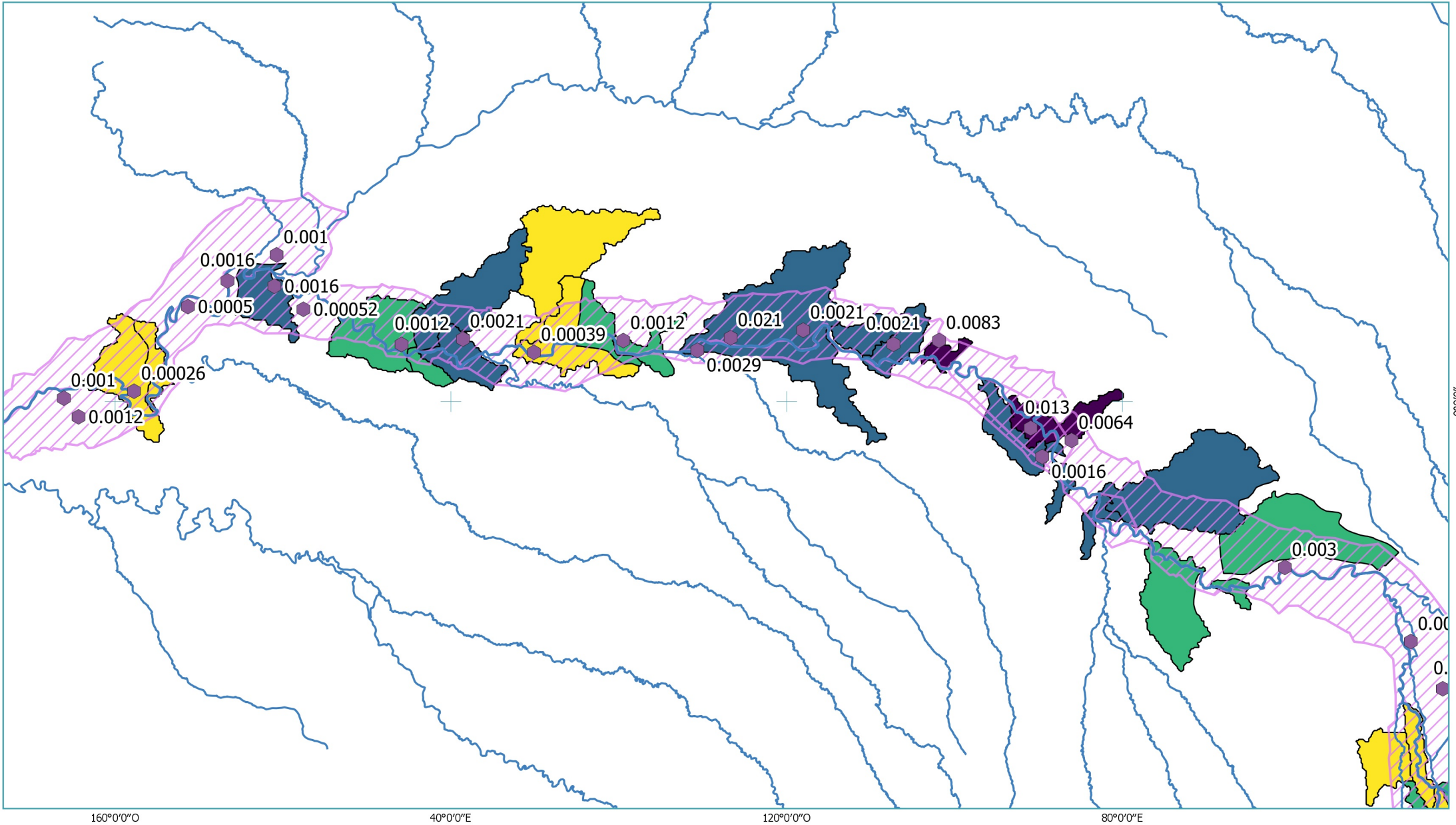
— 5.10⁻² - 1.10⁻¹

0 5 10 Km

Sources 1GN@2013, CACG

Réalisation CACG FH249 - Octobre 2019

Projection :RGF - Lambert 93



160°0'0"E

40°0'0"E

120°0'0"E

80°0'0"E

0°0'0"N

— Cours d'eau

Prélèvement en nappe

Type écoulement

Eau provient de l'Adour

Eau provient de la montagne/coteaux ou BV adjacents

Eau provient de l'Echez

Conductivité hydraulique (m/s)

Transmissivité (m²/s)

1.10⁻³ - 5.10⁻³

5.10⁻³ - 1.10⁻²

1.10⁻² - 5.10⁻²

5.10⁻² - 1.10⁻¹

0 5 10 Km



Sources : IGN@2013, CACG

Réalisation CACG FH249 - Octobre 2019

Projection : RGF - Lambert 93

3 INTEGRATION DES VARIATIONS SAISONNIERES

Les variations saisonnières des prélèvements et des rejets selon leur type sont modélisées par des fonctions de répartition annuelles.

Pour l'eau potable et les rejets de stations d'épuration, la fonction de répartition est identique et issue des données de syndicats d'eau potable du périmètre d'étude. (cf. PARTIE III §1.2).

Pour l'industrie, il est fait l'hypothèse d'une stabilité des prélèvements dans l'année. Ainsi, aucune variation saisonnière n'est prise en compte. La fonction de répartition est donc constante.

4 GESTION DES CANAUX

La gestion des canaux, c'est-à-dire l'écart entre le débit réellement dérivé et le débit nécessaire pour les usages présents à cet instant sur le réseau attenant, nécessite d'être traduit dans le modèle par des coefficients dédiés à chaque réseau de canaux. Il s'agit des coefficients des canaux. Ils sont appliqués aux points consignes et n'ont d'impact sur les résultats que pour les canaux auxquels un point consigne est assigné :

- Canal de la Gespe associé au débit de dilution de la station d'épuration de Tarbes Ouest,
- Canal de Tarsaguet associé au débit de fonctionnement de la pisciculture de Riscle.

Par ailleurs, les réseaux de canaux n'influencent les déséquilibres par secteurs que lorsqu'ils « court-circuitent » un point consigne ou un point de bilan, c'est-à-dire qu'ils prennent de l'eau en amont d'un point consigne et la restituent

- soit dans un autre sous-bassin :
 - la Gespe qui transfère de l'eau de l'Adour vers l'Echez,
 - le canal de Maubourguet qui transfère de l'eau de l'Adour vers le Layza, affluent du Louet,
 - le réseau du canal de Cassagnac qui transfère de l'eau de l'Adour vers l'Arros,
 - le canal de Lapalud Jarras avec prise sur l'Arros et restitution à l'Adour en aval de la confluence de l'Arros,
 - le canal de Pardevant qui transfère de l'eau de l'Adour vers l'Estéous,
- soit à l'aval du point consigne considéré :
 - canal de Viel Adour avec prise en amont du DOE Estirac et restitution en aval,
 - canal de l'Alaric avec prise en amont du DOE Estirac et restitution en aval, et court-circuit de plusieurs points de bilan (Adour à Hiis, Adour à la confluence de l'Echez).

Pour refléter la gestion actuelle et la complexité des différents canaux, des coefficients entre 1,1 (canal bien géré, réseau simple et court) et 1,3 (canal non géré, réseau complexe, canal long) ont été proposés aux acteurs lors des ateliers du projet de territoire.

Le tableau suivant récapitule les valeurs retenues.



Tableau 30 : coefficients des canaux (Source : Institution Adour)

Canal	Coef- ficient de gestion	Justification
CANAL VIEIL ADOUR	1,1	Peu d'usages
CANAL D'AILHET	1,1	Canal court avec des prélèvements mais pas très compliqué à gérer
GESPE	1,1	Quelques prélèvements mais surtout géré par rapport au débit à Bordères
TARSAGUET	1,2	Multi usage, géré avec la station hydro de l'hydroélectricien mais station pas forcément tarée
CANAL DE RISCLE	1,2	Réseau court mais moyennement géré (sera équipé bientôt normalement)
CANAL DE MAUBOURGUET (Castelnau RB)	1,2	Réseau équipé et géré localement mais réseau complexe
CANAL DE FLORENCE BAZILLAC	1,2	Prélèvements moyens, réseau simple mais pas équipé
CANAL DE DIBES	1,2	Prélèvements moyens, réseau simple mais pas équipé
CANAL DE BARCELONNE	1,2	Equipé de vannes, réseau simple mais multi-usages complexifiant la gestion
CANAL DE RENUNG (NONAME6)	1,2	Réseau court mais avec plusieurs prélèvements, pas géré
MOULIN ROUGE	1,2	
CASSAGNAC	1,2	Bien équipé même si réseau complexe, c'est un secteur particulièrement suivi néanmoins
LA BARNE	1,2	
LAAS	1,2	
LAPALU JARRAS	1,3	Complexité réseau + petits affluents
CANAL D'ANDREST	1,3	Pas d'ouvrage de régulation de la dérivation, prise au fil de l'eau
LUZERTE	1,3	Canaux avec beaucoup de rivières affluentes, réseau également complexe
ALARIC	1,3	Canaux avec beaucoup de rivières affluentes, réseau également complexe
PARDEVANT	1,3	Interconnexion avec Dibes, réseau complexe, multiples sorties



5 GESTION DES RESSOURCES ARTIFICIELLES

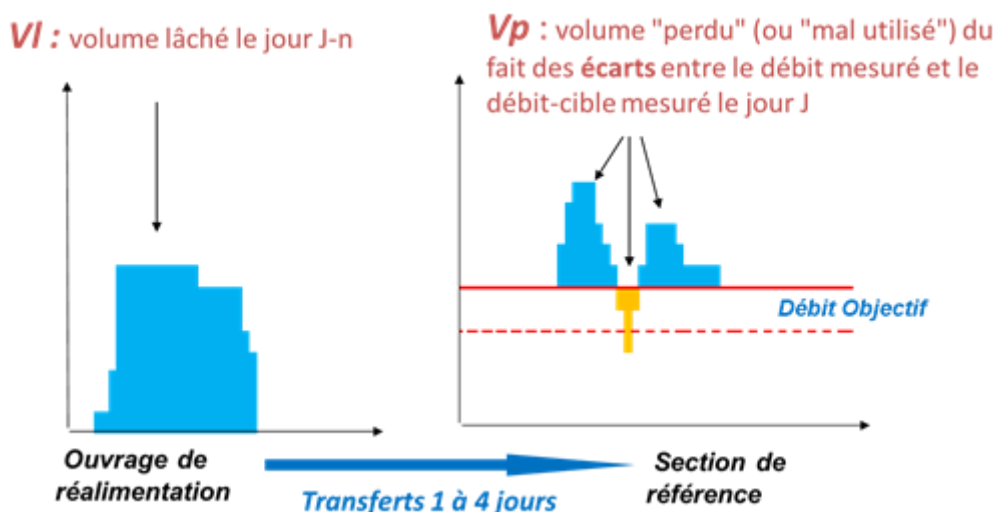
5.1 COEFFICIENT D'EFFICIENCE

Dans la pratique, les ressources artificielles, au contraire des ressources naturelles, peuvent être gérées en fonction des besoins situés à l'aval. Mais sur des systèmes « grandeur nature » complexes et interconnectés utilisant comme vecteurs des « axes » naturels (les cours d'eau) régis par des lois hydrauliques, cet acte de gestion réalisé par l'homme n'est pas efficient à 100%. Il faut donc traduire cet écart entre théorie et pratique dans la modélisation.

Le coefficient d'efficacité (k_p) décrit d'une manière globale l'efficacité de la gestion d'un système des ressources en eau. Ce coefficient est nécessairement ≥ 1 pour tenir compte du fait que la délicatesse d'ajustement des lâchers de barrage ou d'un ouvrage de transfert pour assurer un débit consigne conduit généralement à viser un débit supérieur. Cette « marge » correspond à de la ressource non efficace par rapport à l'objectif.

En d'autres termes, l'efficacité de gestion traduit le fait que, compte tenu des temps de transfert et des influences intermédiaires entre les ouvrages de réalimentation et les points de consigne aval, le gestionnaire a beau ajuster au plus précis les volumes lâchés depuis les retenues en fonction de la connaissance des prélèvements et des conditions hydro-climatologiques, les débits en aval ne pourront être strictement égaux au débit objectif visé. Le schéma suivant explique cette notion.

Figure 59 : Schéma explicatif de l'efficacité de gestion



Dans le bilan besoin ressource, le coefficient d'efficacité s'applique au niveau de chaque point consigne (DOE, DSG, DSR-DMS). Une valeur de 1,15 signifie qu'une marge de 15% sur le débit objectif est prise en compte dans le bilan, cela revient à viser un débit objectif 15% supérieur.

Dans la pratique, les temps de transfert entre les ouvrages et les points consignes, la valeur elle-même du débit consigne (selon qu'elle soit faible ou forte), l'incertitude liée aux prélèvements agricoles et la capacité de prélèvement de l'axe considéré impactent l'efficacité de gestion, qui peut ainsi varier significativement d'un axe à un autre. Ainsi, plus le débit consigne est faible et plus le ratio capacité de prélèvement / débit objectif est fort, plus le coefficient d'efficacité de gestion est fort. Pour illustrer ces propos, prenons 2 exemples :

- pour un débit consigne de 2 m³/s, un coefficient d'efficacité de 1,2 signifie que le lâcher prend en compte 400 l/s supplémentaires, ce qui peut paraître important dans l'absolu mais doit être comparé à la capacité de prélèvement de l'axe en question, qui peut très bien représenter plus du double du débit consigne ;
- pour un débit consigne de 100 l/s, le même coefficient appliqué implique une marge de 20 l/s, ce qui est faible et plus difficile à atteindre en raison de la précision des moyens de mesure, et ce d'autant plus, si la capacité de prélèvement de l'axe est forte par rapport au débit consigne.



Pour la présente étude, le coefficient d'efficience majoritairement utilisé est de 1,2, comme en 2005. Seul l'axe Bahus où le débit consigne est faible en regard de la pression de prélèvement a un coefficient d'efficacité de gestion supérieur, égal à 2.

5.2 INTEGRATION DES RESSOURCES ARTIFICIELLES DANS LES BILANS

Les valeurs retenues pour caractériser les déséquilibres sont les valeurs quinquennales conformément au SDAGE.

Par retour d'expérience, il s'avère qu'en année de type quinquennale sèche, il reste dans les lacs environ 15% de la ressource stockée du fait de la gestion prudentielle²⁴ qui est réalisée (cf. rapport PGE 2005).

Dans le modèle, la gestion des ressources artificielles est faite en post-traitement, en connaissant la météorologie annuelle. Les volumes peuvent donc être utilisés de façon optimale. Aussi, pour retranscrire le fonctionnement réel de la gestion des ressources stockées pour le soutien d'étiage dans le calcul du déséquilibre, nous prenons en compte, dans l'évaluation des déséquilibres, 85% de la ressource stockée.

Remarque : Ce principe est peu adapté pour la gestion du volume disponible pour l'Adour dans le lac de Gréziolles car c'est un volume dépendant du débit à Asté du 1^{er} mars au 30 juin avec des tranches de volumes dont le maximum est de 2,8 Mm³ ; s'il est disponible, ce volume est donc utilisé en priorité, avant le Lac Bleu d'autant plus que son utilisation est limitée dans le temps. Mais, ce détail de gestion est anecdotique à l'échelle du SAGE Adour.

²⁴ La gestion prudentielle consiste à gérer l'eau dans un avenir où les conditions météorologiques de l'étiage sont incertaines. Ne sachant pas en juillet les conditions météorologiques de septembre, le gestionnaire essaye de conserver de l'eau pour la suite de la saison. Cette gestion est à distinguer de la gestion interannuelle pour laquelle un volume spécifique « interannuel » est prévu dans les ressources artificielles gérées. Ici, seule la part annuelle des ressources artificielle a été mobilisée, le modèle tournant sur une base annuelle.



PARTIE V - RESULTATS : LE DESEQUILIBRE ACTUEL





Rappel des données d'entrée du modèle pour le calcul du déséquilibre actuel :

Ressources :

- * naturelles : les débits naturels pris en compte ont été calculés par modèle pluie-débit (GR5J) en 10 points du périmètre d'étude pour la période 1988-2018 à partir des données climatiques des mailles SAFRAN ; le calage est réalisé sur les débits naturels issus d'études antérieures et sur les débits mesurés hivernaux non influencés (exclusion des stations de l'Adour à Tarbes, l'Echez à Bordères-sur-l'Echez, le Boues à Beaumarchés)
- * artificielles : hypothèse des retenues pleines au 01/06 de chaque année

Prélèvements agricoles :

Les surfaces irriguées ont été reconstituées d'après le plan annuel de répartition d'IRRIGADOUR pour l'année 2018 ; seuls les prélèvements influençant les eaux superficielles (eau de surface et nappe inclus dans l'isochrone 90 jours) sont pris en compte soit l'équivalent de 52 300 ha à l'échelle du périmètre du SAGE

BUT calculés selon 99 secteurs agricoles à partir des RFU pondérées sur la surface et des pluies et ETP SAFRAN spécifiques à chaque secteur agricole

Pas de quota d'irrigation imposé

Systeme géré, dans lequel sont pris en compte :

- * Des débits consignes avec un maillage fin pour tenir compte des DOE, DSG, des débits de dilution en aval des rejets des stations d'épuration et d'un débit de fonctionnement de pisciculture,
- * Coefficient d'efficience de gestion = 1,2 (hors Bahus)
- * Coefficient d'irrigation = 1,15
- * Des débits dérivés dans les canaux réalistes par rapport à la situation actuelle

Période de calcul des déséquilibres : du 01/06 au 31/05 de chaque année, d'après les données hydrologiques et climatologiques de la période 1988-2018.



1 DESEQUILIBRE GLOBAL SUR LE PERIMETRE DU SAGE ADOUR AMONT

1.1 BILAN EN VALEURS ABSOLUES

Les déséquilibres sont calculés pour chaque année au pas de temps journalier. Dès qu'un débit consigne n'est pas respecté, un déséquilibre apparaît. En d'autres termes, au niveau de chaque point consigne, la comparaison du débit dans le cours d'eau à la valeur consigne est réalisée pour chaque jour de la période 1988-2018.

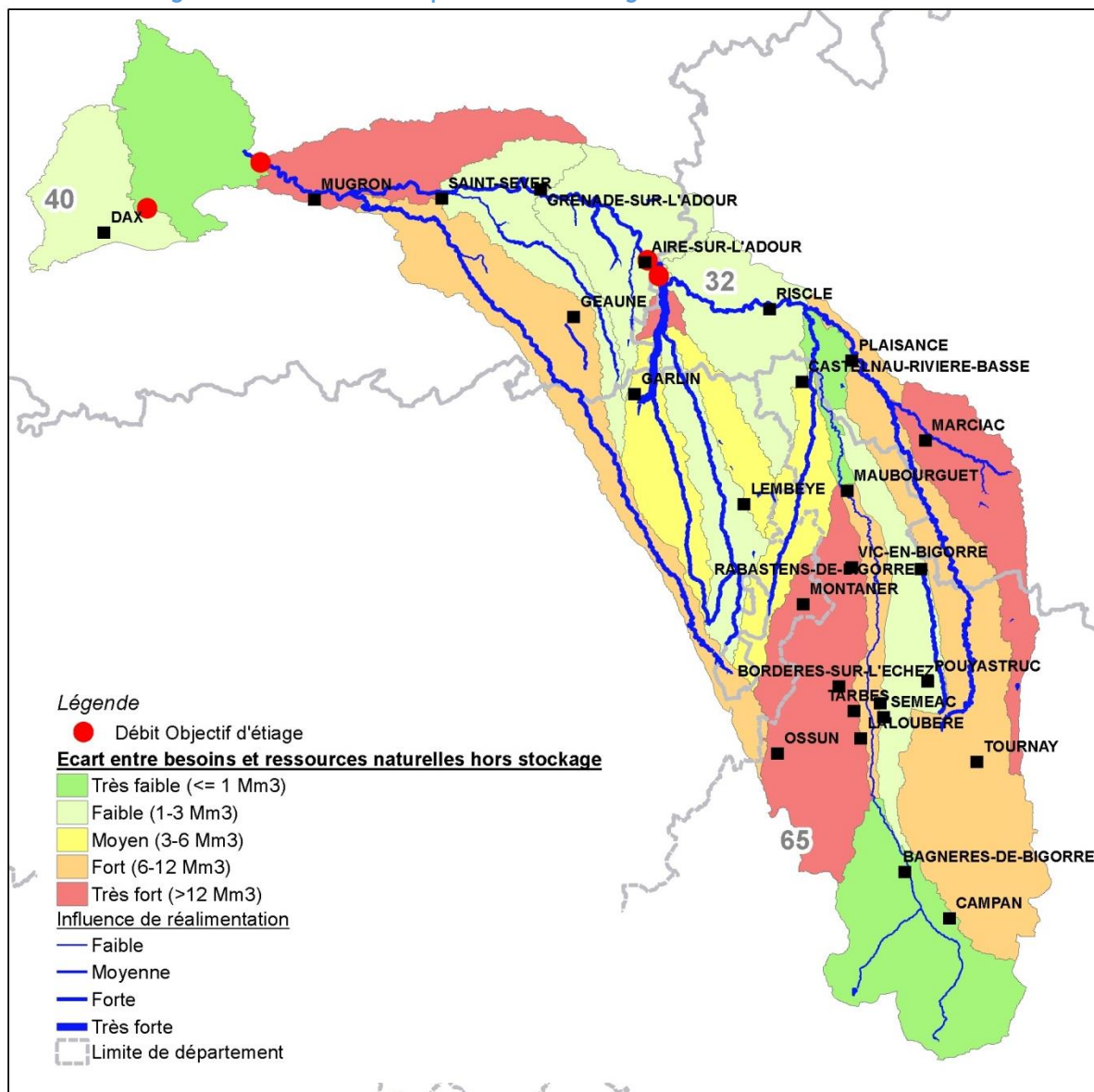
Les ressources stockées sont intégrées au bilan d'amont en aval au fur et à mesure de leur disponibilité. Par exemple, le bilan à Aire amont Lées intègre l'ensemble de la ressource stockée disponible sur les sous-bassins situés en amont c'est-à-dire les ressources de l'Adour amont, celles du Louet, celles de l'Arros, celles de l'Alaric-Estéous et celles du Boues soit un total de 29,71 Mm³. Pour le bilan à Aire aval Lées, la ressource stockée prise en compte intègre, en plus de celle disponible à Aire amont, la ressource disponible sur le bassin des Lées, soit au total 50,67 Mm³.

La valeur du déséquilibre retenue correspond à la valeur de fréquence quinquennale sèche calculée par ajustement statistique aux 30 valeurs annuelles. Il s'agit de la valeur qui a 4 chances sur 5 de ne pas être atteinte tous les ans. Autrement dit, le déséquilibre a tous les ans une « chance » sur 5 d'être supérieur à la valeur quinquennale.

La carte suivante présente les déséquilibres par sous-bassin avant intégration de la ressource stockée.



Figure 60 : carte des déséquilibres avant intégration de la ressource stockée

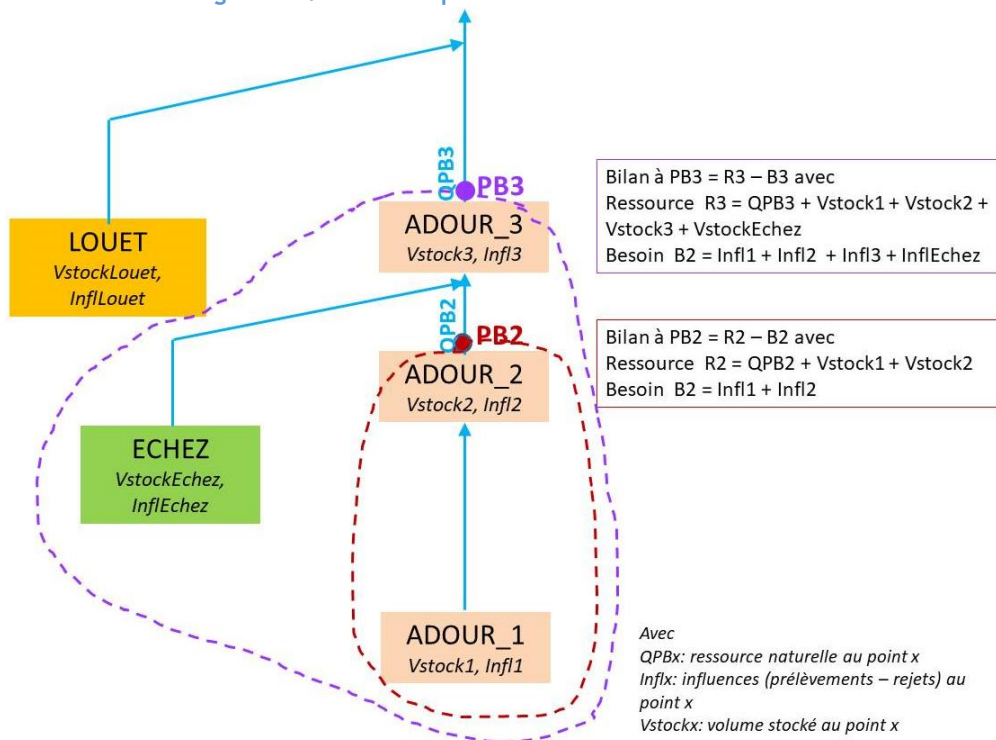


Cette présentation en valeurs absolues permet de localiser les déséquilibres sur le périmètre d'étude. Elle souligne le rôle des affluents dans la genèse du déséquilibre global, mais a tendance à stigmatiser les secteurs en amont de points consignes exigeants, comme les DOE. C'est ce qui explique que le sous-bassin de l'Adour en amont d'Audon soit catégorisé à très fort déséquilibre alors que le sous-bassin amont n'a apparemment pas de problème. Il en est de même pour les Lées où les sous-bassins amont apparaissent en déséquilibres faibles à moyens alors que la partie aval qui concentre le déséquilibre lié au débit seuil de gestion de Bernède apparaît en déséquilibre très fort. Il est plus correct de considérer que c'est l'ensemble des sous-bassins en amont d'un point consigne qui génère le déséquilibre, d'autant plus si l'on intègre la ressource stockée, qui est généralement rattachée à un DOE ou un DSG. Compte-tenu des nombreuses interconnexions et de la gestion effective des axes réalimentés, une vision d'ensemble des résultats par grand secteur du périmètre d'étude est également nécessaire.

Dans la suite de ce chapitre, les déséquilibres sont présentés en intégrant la ressource stockée comme illustré de façon simplifiée sur le schéma suivant.



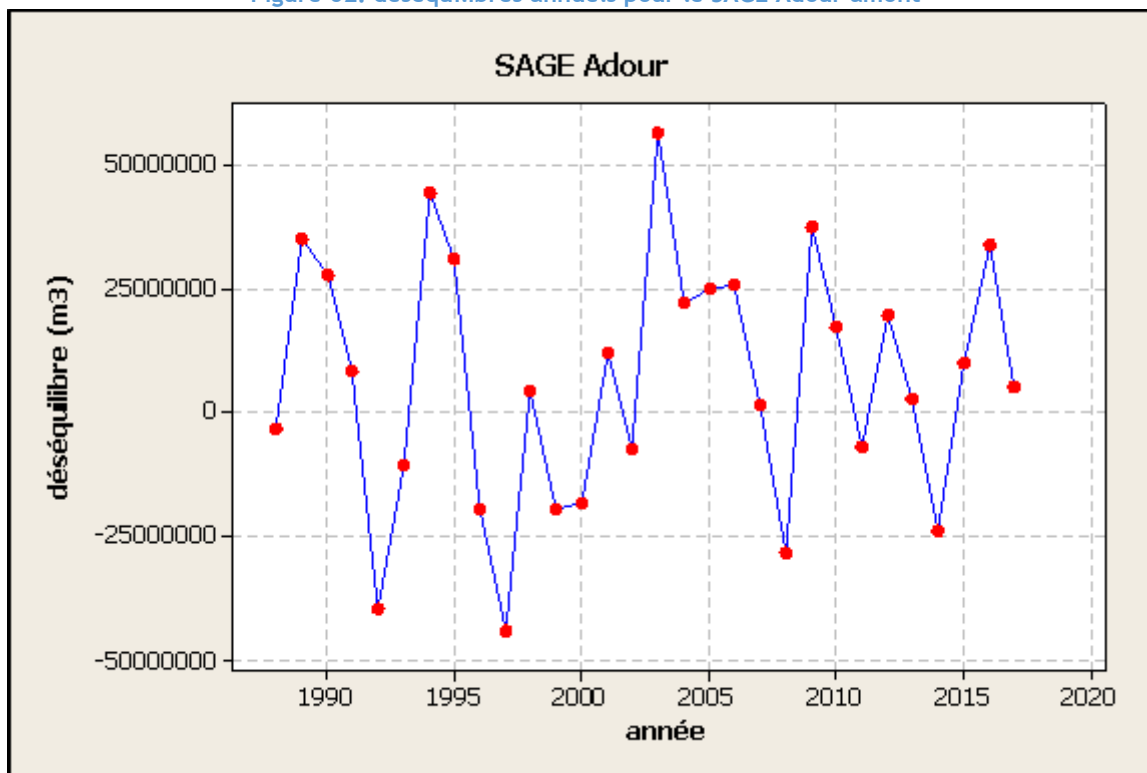
Figure 61 : schéma explicatif du bilan besoin - ressource



Le graphe ci-dessous présente les 30 valeurs de déséquilibre obtenues par la simulation du bilan besoins - ressources pour l'ensemble du périmètre du SAGE.



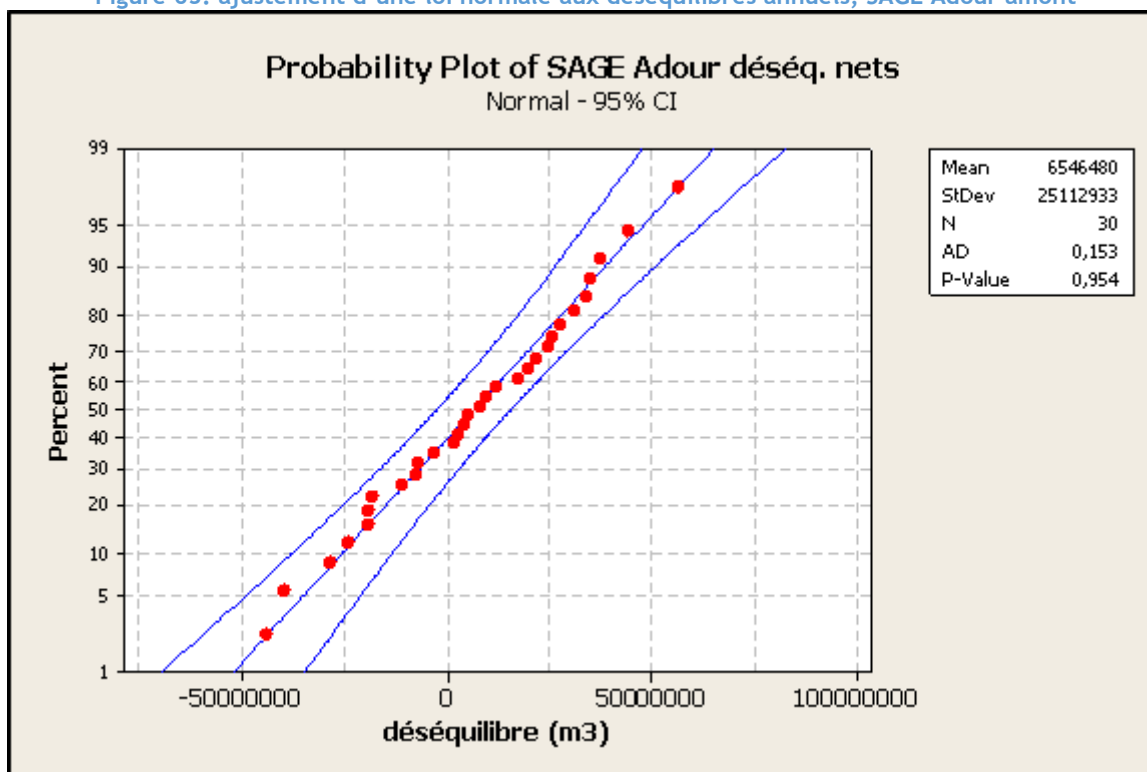
Figure 62: déséquilibres annuels pour le SAGE Adour amont



Les valeurs négatives signifient que la ressource était excédentaire. Les valeurs annuelles varient de -42 Mm^3 (débit moyen annuel de $-1,33 \text{ m}^3/\text{s}$) à 56 Mm^3 ($1,8 \text{ m}^3/\text{s}$) atteints en 2003. Les résultats sont cohérents avec la tendance « vécue » des années récentes : par exemple, l'année 2014 n'a pas connue de restrictions alors que plusieurs périodes sont apparues en 2016.

Le graphe et le tableau suivants présentent l'ajustement statistique d'une loi normale aux 30 valeurs de la chronique et les valeurs caractéristiques du déséquilibre.

Figure 63: ajustement d'une loi normale aux déséquilibres annuels, SAGE Adour amont



Le test de normalité d'Anderson-Darling²⁵ montre que l'hypothèse d'une loi normale ne peut pas être rejetée ($p\text{-value} = 0,954 > 0,05$).

Tableau 31 : valeurs statistiques obtenues par ajustement d'une loi normale

Adour amont	Moyenne	Ecart-type	Valeur quinquennale	Valeur décennale
Déséquilibre en m ³	6 546 480	25 112 933	27 682 057	38 729 998
Débit moyen annuel m ³ /s	0,21	0,8	0,88	1,23

La prise en compte de nombreux points de bilan dans le modèle permet de localiser les déséquilibres. La carte suivante présente le déséquilibre du secteur d'étude par sous-bassin. En amont d'Aire-sur-l'Adour, le réseau hydrographique ramifié et très interconnecté rend difficile l'affectation des déséquilibres par sous-bassin. Nous abordons les déséquilibres particuliers de ce secteur dans le paragraphe suivant dédié à l'analyse par sous-bassin.

Sur les cartes intégrant la ressource stockée, les volumes des lacs sont affectés d'amont en aval à partir du sous-bassin sur lequel ils sont situés.

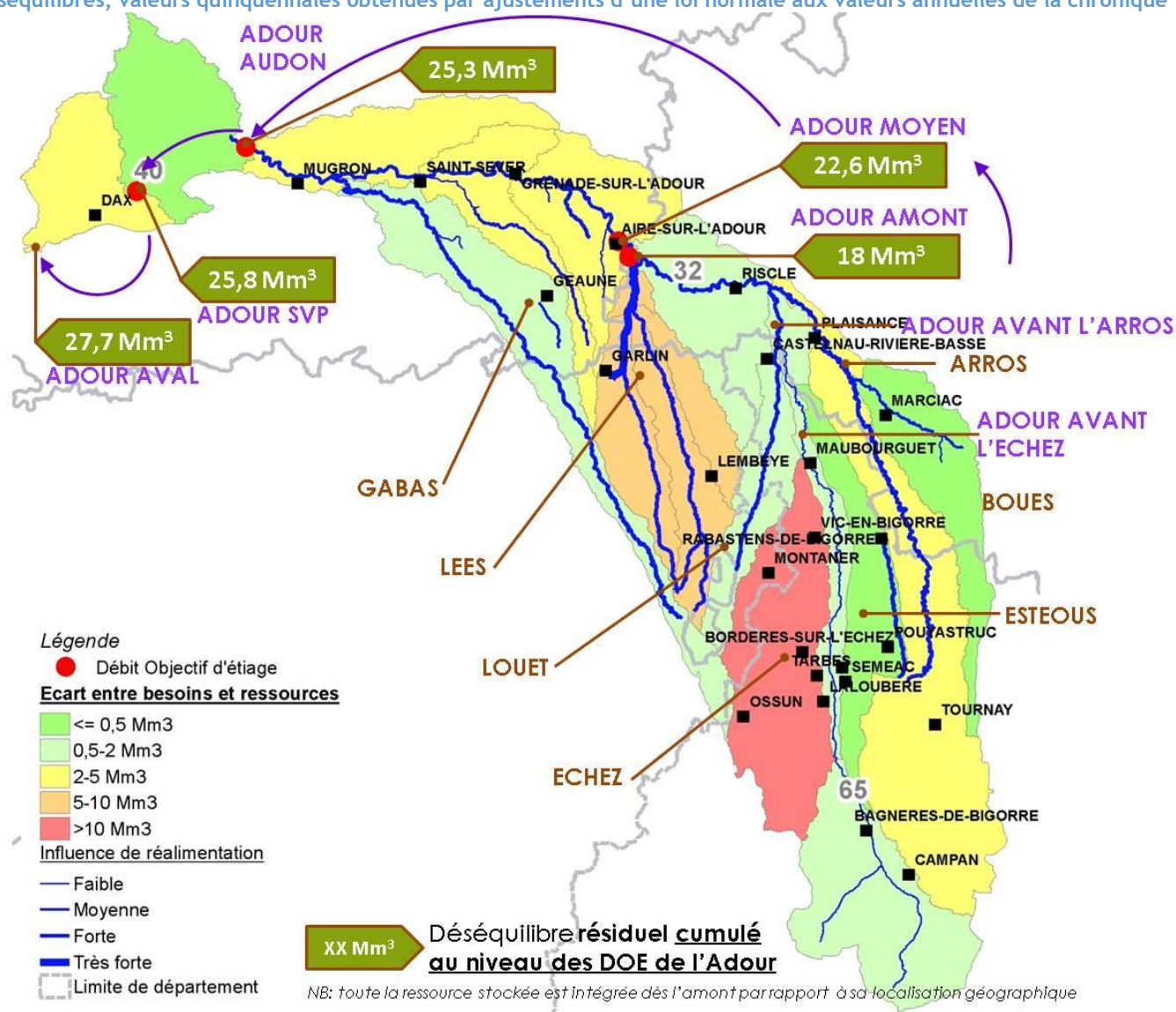
²⁵ La statistique d'Anderson-Darling détermine dans quelle mesure les données suivent une loi de distribution spécifique. Les hypothèses du test d'Anderson-Darling sont les suivantes :

- H_0 : les données suivent une distribution spécifiée
- H_1 : les données ne suivent pas une distribution spécifiée

La valeur de p ($p\text{-value}$) permet de vérifier si les données proviennent de la distribution choisie. Si la valeur de p est inférieure à α (généralement 0,05 ou 0,10), l'hypothèse nulle qui suppose que les données proviennent de la distribution testée est rejetée.



Figure 64: carte des déséquilibres, valeurs quinquennales obtenues par ajustements d'une loi normale aux valeurs annuelles de la chronique 1988-2018



Les déséquilibres se répartissent ainsi sur le périmètre du SAGE :

- 18 Mm³ (débit moyen annuel de 0,57 m³/s) en amont d'Aire amont Léés,
- 9,7 Mm³⁽²⁶⁾ (débit moyen annuel de 0,3 m³/s) entre Aire-sur-l'Adour et l'aval du périmètre.

Le déséquilibre croît entre St-Vincent-de-Paul et l'aval du périmètre alors qu'il n'y a pas de DOE imposé à l'aval en raison de la prise en compte des débits de dilution à l'aval des stations d'épuration.

Parfois, la présence d'une station d'épuration impose un débit fort en amont d'un sous-bassin versant qui, est ensuite utile pour satisfaire les usages aval. Le déséquilibre est alors initié par le besoin lié à la STEP mais ne serait pas nul en son absence pour satisfaire les usages à l'aval. Aussi, afin de comprendre les origines spécifiques des déséquilibres, nous avons réalisé une simulation qui ne tient pas compte des débits de dilution des stations d'épuration. Ces résultats utiles pour la compréhension du bilan ne sont pas exposés en détails car ils ne constituent pas le scénario retenu. Néanmoins, les résultats sans STEP sur les affluents, aux DOE et pour l'ensemble du périmètre sont comparés aux résultats du scénario de base dans le tableau suivant.

²⁶ on obtient 9 Mm³ par la soustraction « Déséquilibre total (28,3 Mm³) – Déséquilibre Adour amont (19 Mm³) » (valeurs visibles sur la carte précédente)



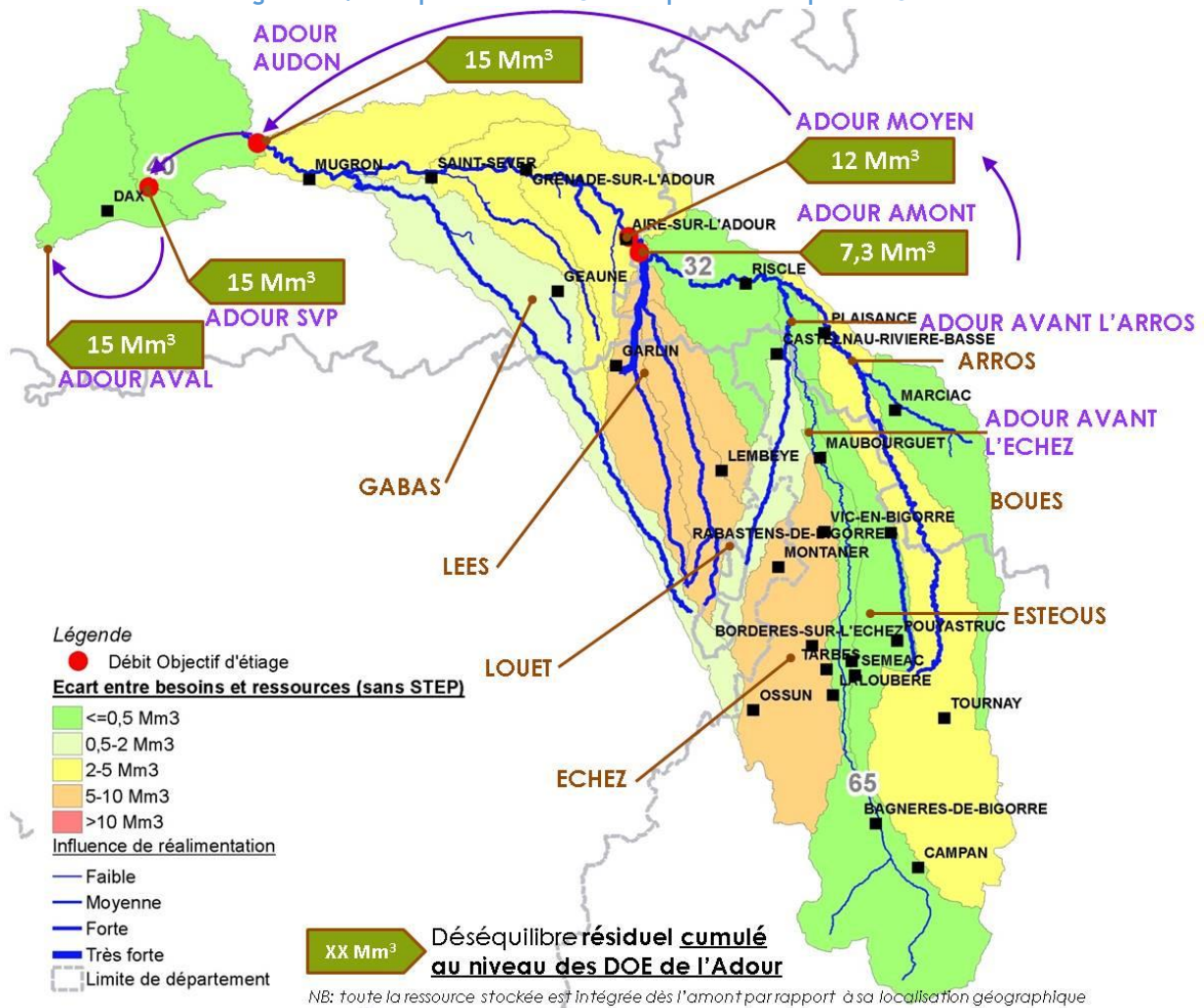
Tableau 32 : comparaison des déséquilibres avec et sans STEP

Déséquilibre (Mm ³)	Scénario de base	Scénario sans prise en compte des STEP	Ecart = Scénario sans STEP - Scénario de base	Observation
ADOUR A AIRE AMONT LEES	18	7,3	10,7	Influence des STEP axe Adour et affluents (dont Echez en particulier) sur affluents
ADOUR A AIRE AVAL LEES	22,6	12	10,6	
ADOUR A AUDON	25,3	15	10,3	
ADOUR A SAINT-VINCENT-DE-PAUL	25,8	15	10,8	
PERIMETRE SAGE	27,7	15	12,7	Influence importante liée à la prise en compte des débits de salubrité sur l'ensemble du périmètre
PT3A	14	3,5	10,5	Influence des STEP axe Adour et affluents (dont Echez en particulier) sur affluents
ECHEZ	12,6	5,7	6,9	Le déséquilibre calculé sans STEP tient compte d'un débit imposé constant sur la Gespe (0,7 m ³ /s).
LOUET	0,9	0,9	0	Pas d'impact des débits de salubrité sur le déséquilibre
ALARIC-ESTEIOUS	0,4	0	0,4	Ecart assez faible, mais déséquilibre lié aux débits de salubrité
ARROS	4,2	4	0,2	Peu d'impact des débits de salubrité sur le déséquilibre
BOUES	0	0	0	Pas d'impact des débits de salubrité sur le déséquilibre
LEES	5,1	5,1	0	Pas d'impact des débits de salubrité sur le déséquilibre
GABAS	0,9	0,9	0	Pas d'impact des débits de salubrité sur le déséquilibre

La carte suivante présente les résultats du scénario sans STEP.



Figure 65 : déséquilibres aux DOE sans prise en compte des STEP



Sur l'ensemble du périmètre du SAGE, la simulation du bilan sans intégrer les débits de dilution à l'aval des rejets des stations d'épuration met en évidence les origines des déséquilibres :

- le respect des besoins du milieu et de l'ensemble des usages générant un déséquilibre de 15 Mm³ (débit moyen annuel de 0,48 m³/s),
- la dilution des rejets de stations d'épuration générant un déséquilibre lié à la qualité de l'eau d'environ 13 Mm³ (0,41 m³/s), dont 7 (0,22 m³/s) sur l'Echez où le débit de dilution de la STEP de Tarbes Ouest pris en compte constitue une valeur optimale pour un fonctionnement à capacité nominale, ce qui n'est pas représentatif de la situation actuelle.



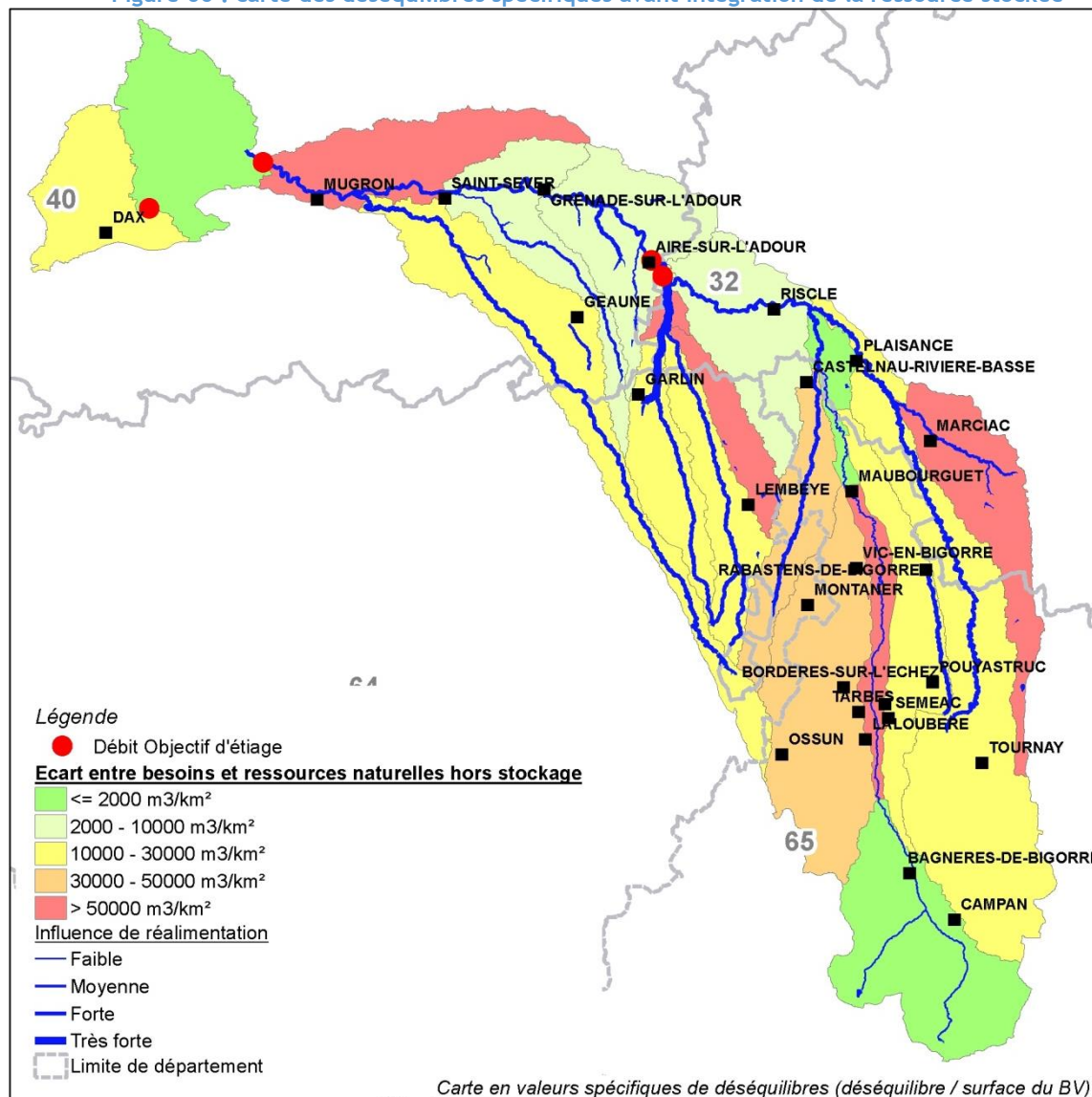
1.2 BILAN EN VALEURS SPECIFIQUES (OU RELATIVES)

Les résultats en valeurs absolues sont intéressants pour quantifier les déséquilibres du périmètre et des bassins versants mais, ils ne sont pas réellement intercomparables car, les bassins versants issus du découpage du secteur d'étude sont de tailles différentes.

Afin d'avoir une vision objective des niveaux de déséquilibres du territoire, certains acteurs ont demandé que des cartes en valeurs spécifiques, c'est-à-dire rapport entre la valeur du déséquilibre et la surface du bassin versant considéré, soient réalisées.

Les cartes suivantes présentent les valeurs spécifiques de déséquilibres bruts, avant intégration de la ressource stockée, puis nets.

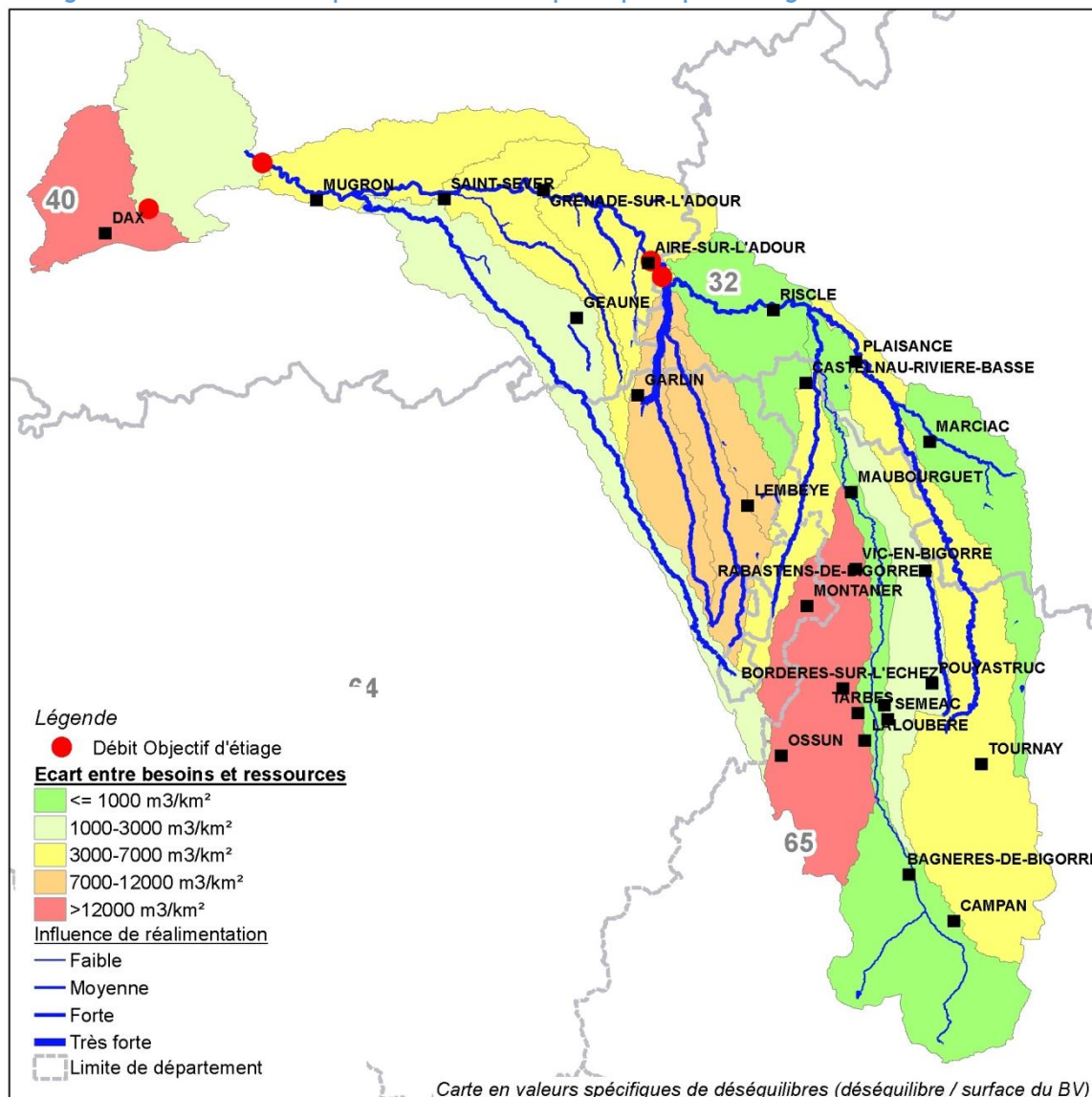
Figure 66 : carte des déséquilibres spécifiques avant intégration de la ressource stockée



Comme en valeurs absolues, cette carte met en évidence les bassins amont de DOE, mais également le Bouès et l'Adour en amont de la confluence de l'Echez.



Figure 67 : carte des déséquilibres en valeurs spécifiques après iintégration de la ressource stockée



Pour cette carte, le déséquilibre est affecté à l'ensemble du sous-bassin en amont de DOE sur les axes réalimentés. Ainsi, le déséquilibre lié au DOE de Bernède est attribué à l'ensemble du bassin du Lées. De même, le déséquilibre à Aire amont est affecté à l'ensemble des bassins de l'axe Adour situés en amont et le déséquilibre lié au DOE d'Audon est réparti sur les 3 bassins situés entre Aire aval Lées et Audon.

En valeurs spécifiques, les sous-bassins de l'Echez et de l'Adour aval sont mis en évidence. Il s'agit de 2 bassins sans ressource stockée.



2 DESEQUILIBRE GLOBAL SUR LE PERIMETRE PT3A

2.1 PRESENTATION DU SOUS-BASSIN

2.1.1 Hydrographie

Le périmètre du projet de territoire en amont d'Aire comprend les sous-bassins de l'Adour en amont d'Aire, de l'Echez, du Louet et de l'Alaric-Estéous.

2.1.2 Usages de l'eau

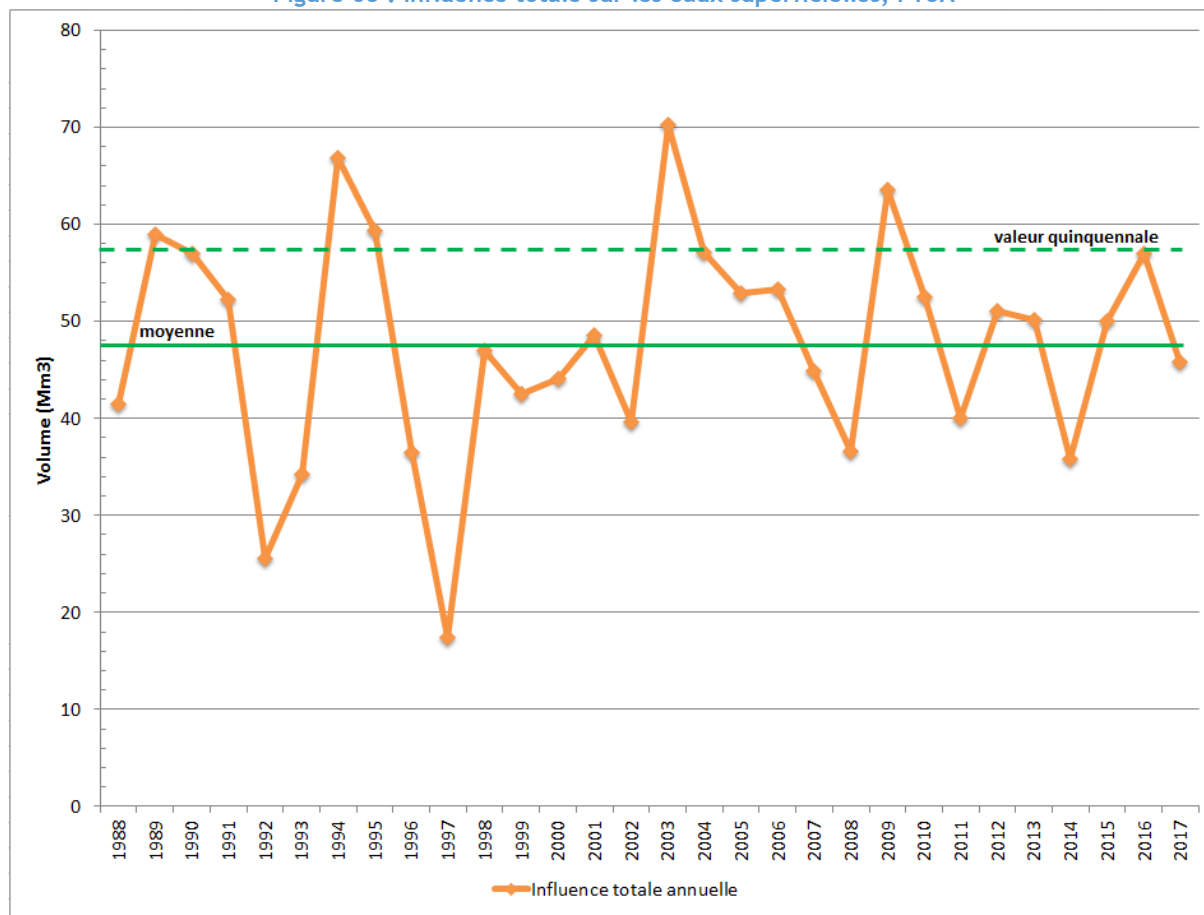
Les usages présents sur ce périmètre représentent :

- Des prélèvements pour l'eau potable à hauteur de 11,58 Mm³ annuels prélevés dans les eaux souterraines,
- Des rejets de stations d'épuration à hauteur de 10,24 Mm³ annuels dont 6,2 Mm³ sur l'axe Adour, 3,5 Mm³ sur l'Echez et 0,5 Mm³ sur Alaric-Esteous,
- Un bilan des prélèvements - rejets industriels bénéficiaire pour le milieu superficiel de 0,156 Mm³,
- Des prélèvements agricoles dépendant de la climatologie utilisés pour irriguer 19142 ha (hors surfaces irriguées à partir des réservoirs individuels et des eaux souterraines hors isochrone 90j) à hauteur de 45 Mm³ en année quinquennale.

L'ensemble des usages du périmètre se traduit par des influences sur les eaux superficielles variables selon l'année considérée. Cf. graphe suivant.



Figure 68 : influence totale sur les eaux superficielles, PT3A



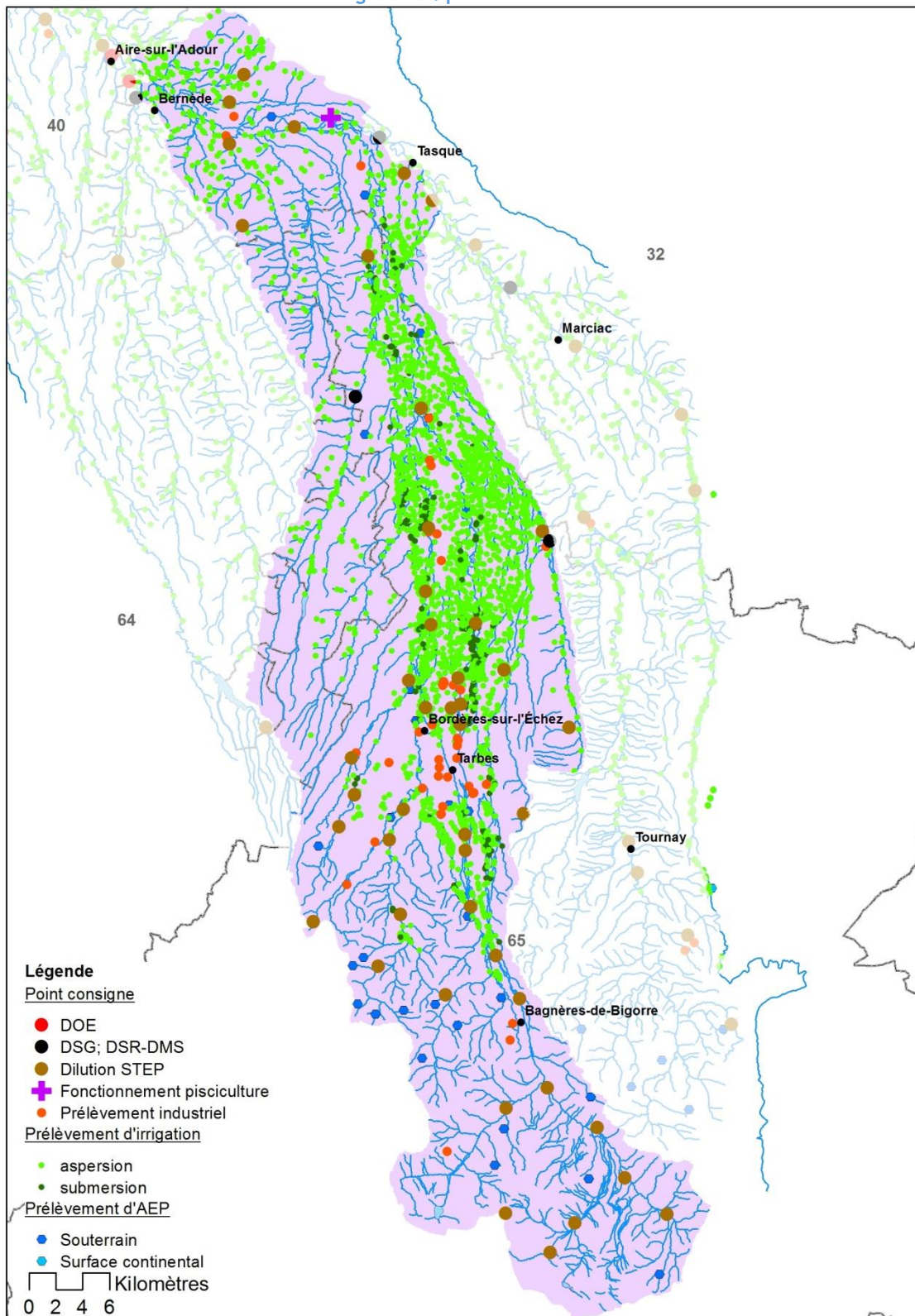
2.1.3 Points consignes

Le DOE est fixé à Aire amont Lées à 4,5 m³/s. Les stations d'épuration les plus importantes sont celles de Tarbes qui imposent de forts débits de dilution.

La carte suivante localise les points consignes et les prélèvements.



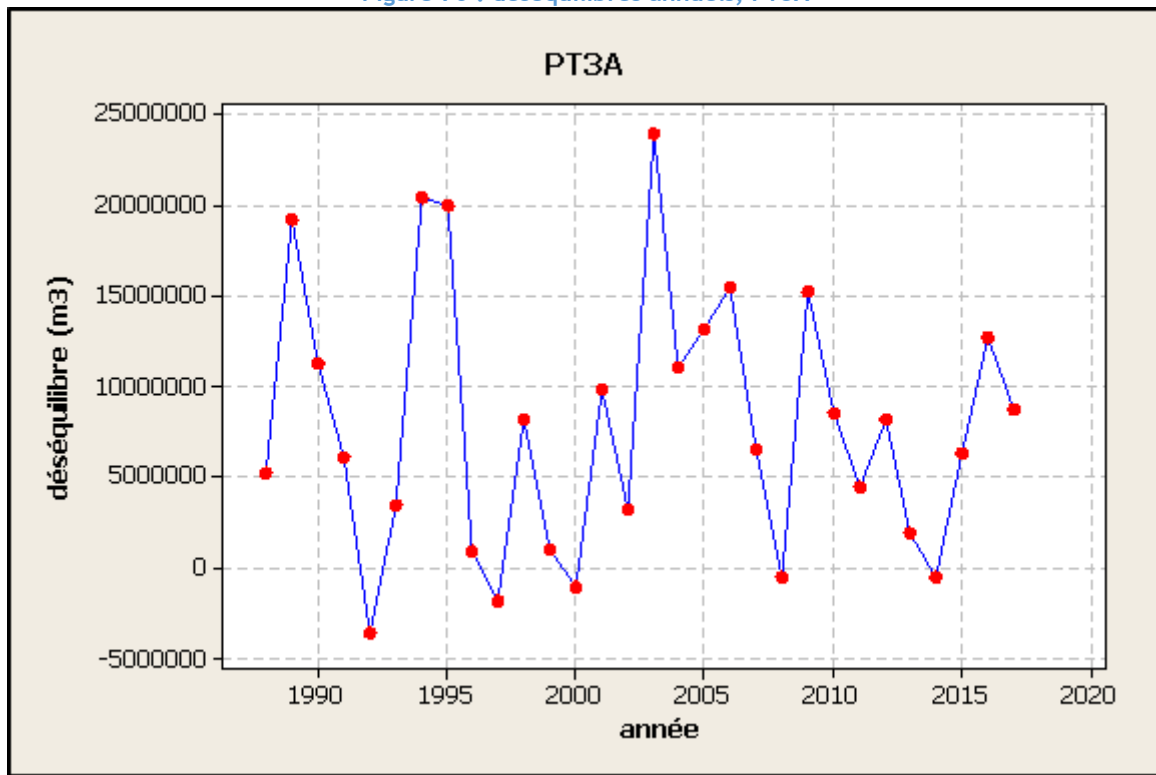
Figure 69 : périmètre PT3A



2.2 CHRONIQUE DES DESEQUILIBRES ET VALEURS STATISTIQUES

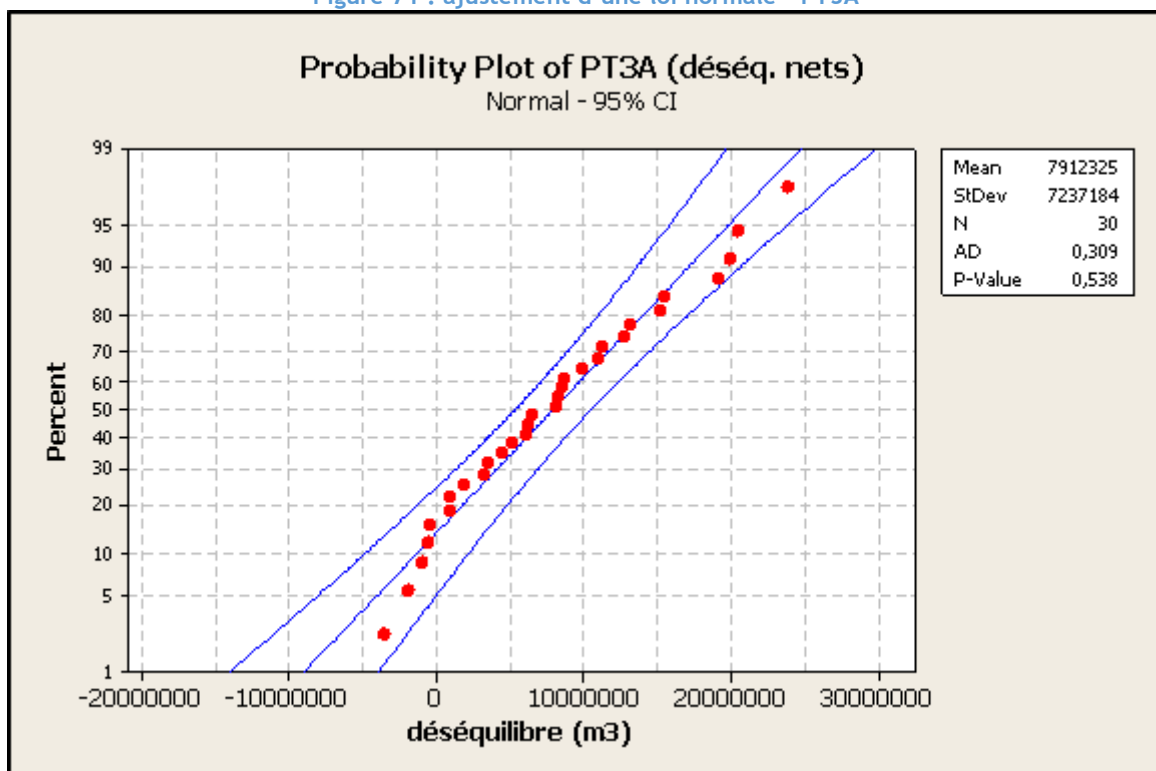
En tenant compte des points consignes du bassin et de la ressource stockée, le déséquilibre du périmètre PT3A varie de 0 à 23,9 Mm³ (débit moyen annuel de 0,76 m³/s).

Figure 70 : déséquilibres annuels, PT3A



Le graphe et le tableau suivants présentent l'ajustement statistique d'une loi normale à la chronique des 30 déséquilibres annuels.

Figure 71 : ajustement d'une loi normale - PT3A



Le test de normalité d'Anderson-Darling montre que l'hypothèse d'une loi normale ne peut pas être rejetée ($p\text{-value} = 0,538 > 0,05$).

Tableau 33 : valeurs statistiques obtenues par ajustement d'une loi normale - PT3A

PT3A	Moyenne	Ecart-type	Valeur quinquennale	Valeur décennale
Déséquilibre en m^3	7 912 325	7 237 184	14 003 294	17 187 150
Débit moyen en m^3/s	0,25	0,23	0,44	0,55

Pour le périmètre PT3A, le déséquilibre atteint $14 Mm^3$ ($0,44 m^3/s$) mais ne se répartit pas uniformément sur le territoire. Il se concentre plutôt en partie aval et sur les affluents en lien avec 2 facteurs influants : d'une part, les activités agricoles, d'autre part, l'urbanisation et les usages de l'eau qui en découlent (prélèvements pour l'eau potable en partie amont du territoire et débits suffisants dans les cours d'eau pour assurer la dilution des rejets de STEP).

2.2.1 Déséquilibres en valeurs absolues

Les cartes suivantes présentent les déséquilibres par sous-bassin sur le périmètre PT3A sans puis avec intégration de la ressources stockée.

Figure 72 : PT3A, déséquilibres avant intégration de la ressource stockée

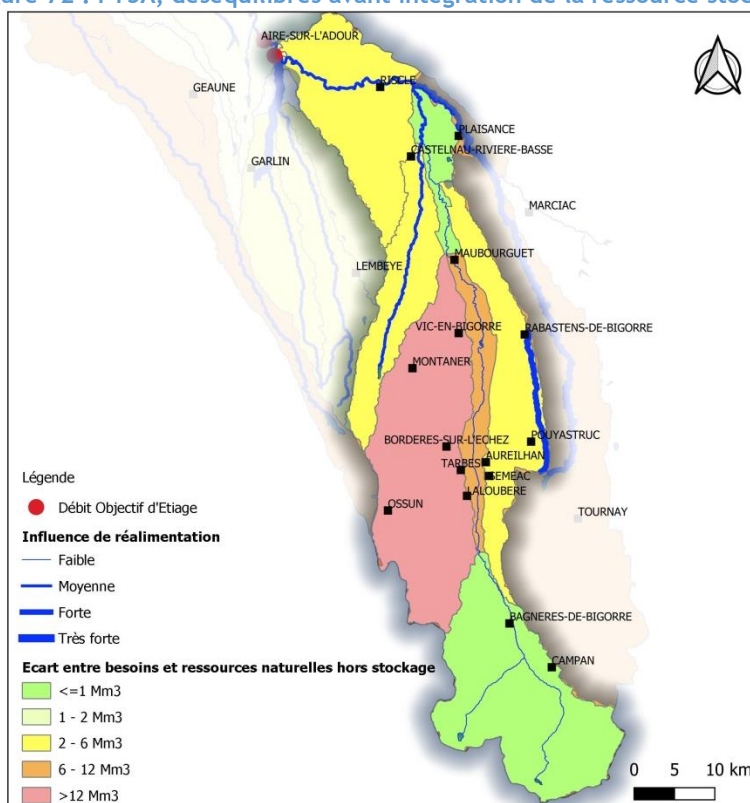
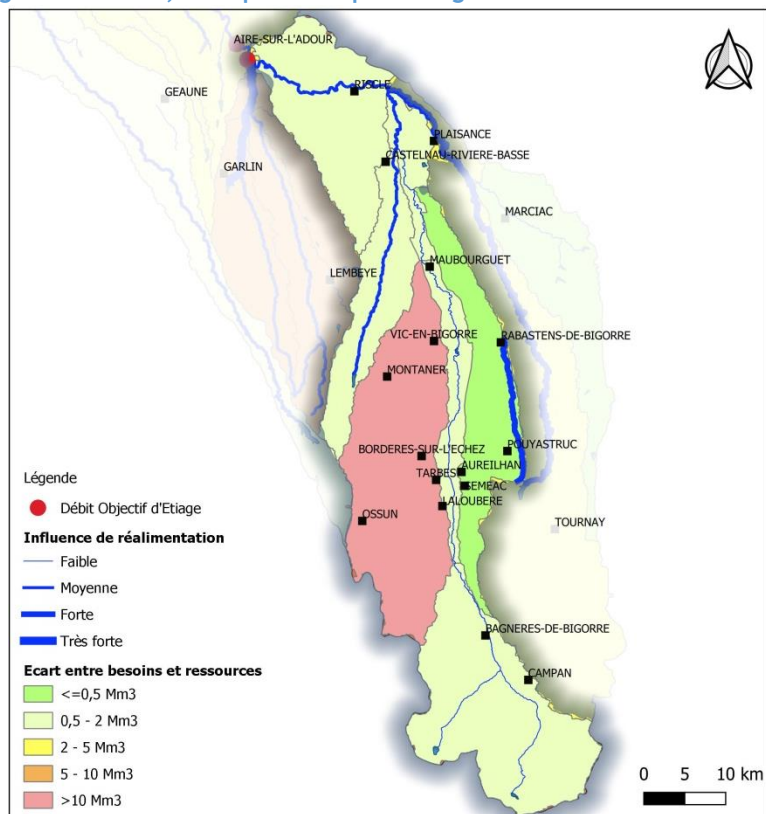


Figure 73 : PT3A, déséquilibres après intégration de la ressource stockée



2.2.2 Déséquilibres en valeurs spécifiques

Figure 74 : PT3A, déséquilibres avant intégration de la ressource stockée - valeurs spécifiques

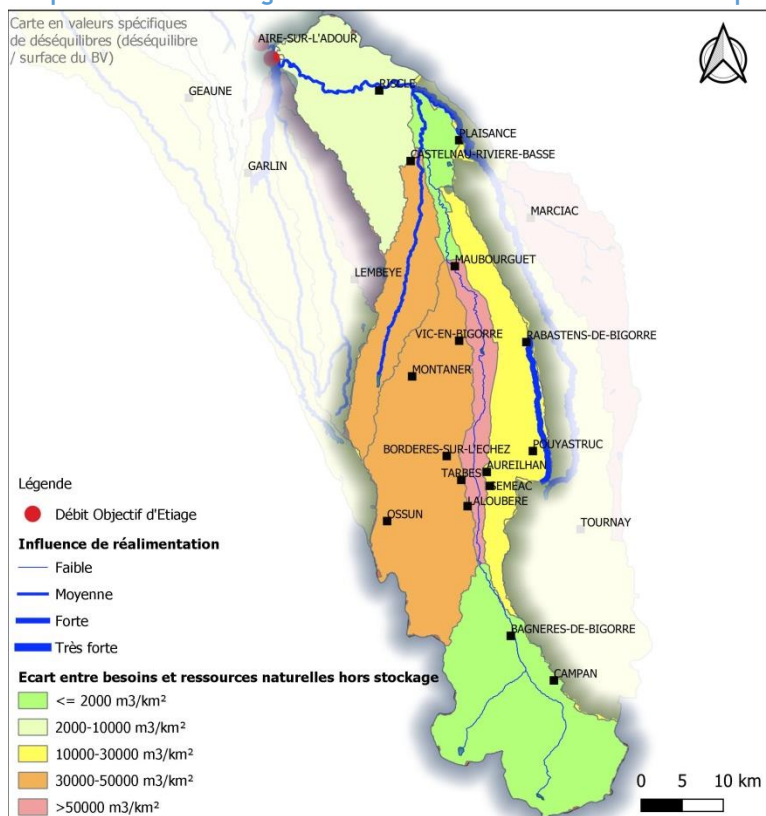
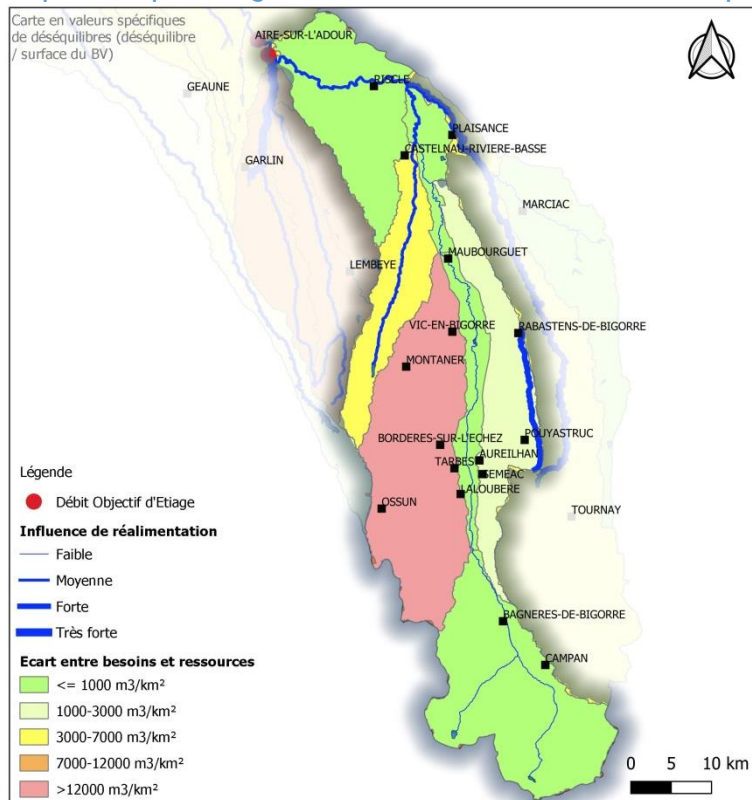


Figure 75 : PT3A, déséquilibres après intégration de la ressource stockée - valeurs spécifiques



3 DESEQUILIBRE PAR SOUS-BASSIN

Afin d'aborder plus en détails les problématiques spécifiques, nous récapitulons, dans les paragraphes suivants, à l'échelle de chaque sous-bassin d'affluent et au niveau des DOE sur l'axe Adour :

- le contexte et les singularités hydrographiques, les points consignes et les usages,
- les résultats du bilan besoins-ressources avec la chronique des déséquilibres, les valeurs statistiques et les périodes d'occurrence des déséquilibres.

La présentation suit un ordre amont - aval en traitant d'abord des affluents, ensuite de l'Adour.

3.1 L'ECHEZ

3.1.1 Présentation du sous-bassin

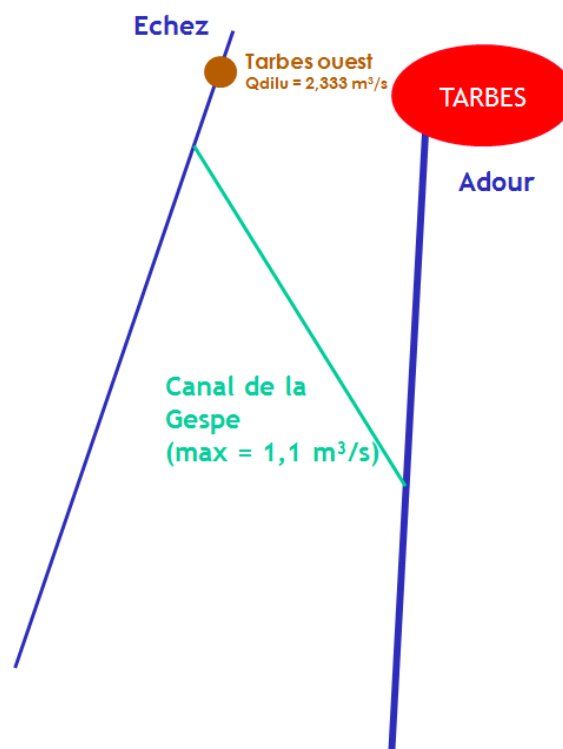
3.1.1.1 Hydrographie

L'Echez prend sa source à 1050 m d'altitude à Germs-sur-l'Oussouet et se jette dans l'Adour à Maubourguet à 170 m d'altitude. Ses affluents majeurs, le Souy et la Géline, se situent en rive gauche et trouvent leur source sur le plateau de Ger à environ 400 m d'altitude. Son régime hydrologique est de type pluvial avec des étiages prononcés.

En rive droite, le canal de la Gespe qui dérive des eaux de l'Adour vers l'Echez conflue en amont de Bordères-sur-l'Echez. Ce canal a une capacité effective limitée à $1,1 \text{ m}^3/\text{s}$.

La STEP de Tarbes Ouest, dont le rejet est situé sur l'Echez à l'aval de la restitution du canal de la Gespe, a été conçue en prenant en compte le débit de l'Echez influencé par la dérivation de la Gespe. Par conséquent, le débit parvenant à l'Echez via le canal de la Gespe doit contribuer à satisfaire la dilution du rejet de la STEP de Tarbes Ouest. Le schéma suivant précise ce fonctionnement

Figure 76: schéma canal de la Gespe (Source : Institution Adour)



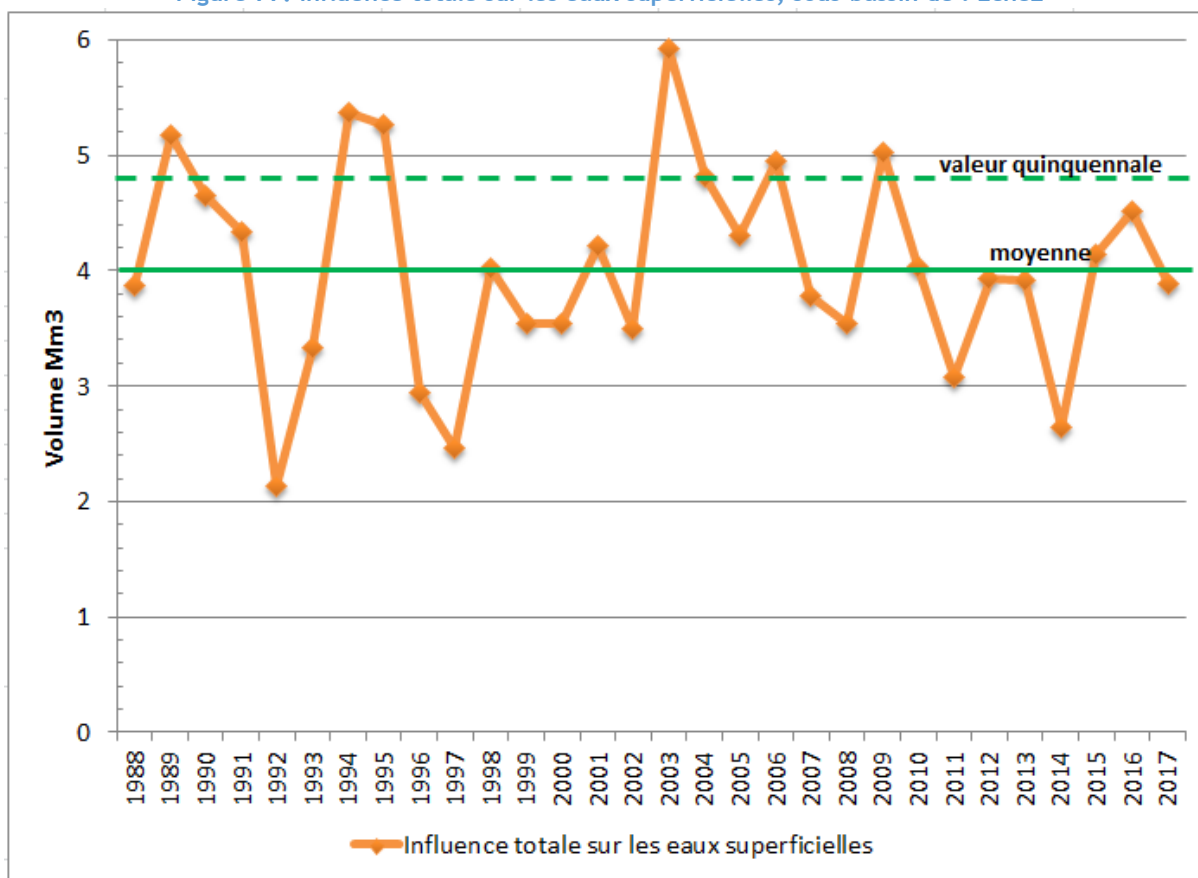
3.1.1.2 Usages de l'eau

Les usages présents sur le sous-bassin représentent :

- Des prélèvements pour l'eau potable à hauteur de 4 Mm³ annuels prélevés en nappe d'accompagnement,
- Des rejets de stations d'épuration à hauteur de 3,5 Mm³ annuels (STEP de Tarbes Ouest, Juillan, Vic-en-Bigorre essentiellement),
- Un bilan prélèvements - rejets industriels bénéficiaire pour les eaux superficielles de 0,068 Mm³,
- Des prélèvements agricoles dépendant de la climatologie utilisés pour irriguer 2749 ha à hauteur de 6,4 Mm³ en année quinquennale.

Ces usages se traduisent par des influences sur les eaux superficielles variables selon l'année considérée. Cf. graphe suivant.

Figure 77: influence totale sur les eaux superficielles, sous-bassin de l'Echez



3.1.1.3 Points consignes

Le sous-bassin de l'Echez comprend de nombreuses stations d'épuration dont les débits de dilution constituent des points consignes. La station d'épuration de Tarbes Ouest localisée sur le bassin de l'Echez a son débit de dilution soutenu par l'Adour via le canal de la Gespe. Le calcul des déséquilibres ne prend pas en compte la capacité limitée du canal de la Gespe et reporte donc le besoin intégral sur l'Adour. Nous évaluerons ci-après la part non réellement dérivable dans l'état actuel.

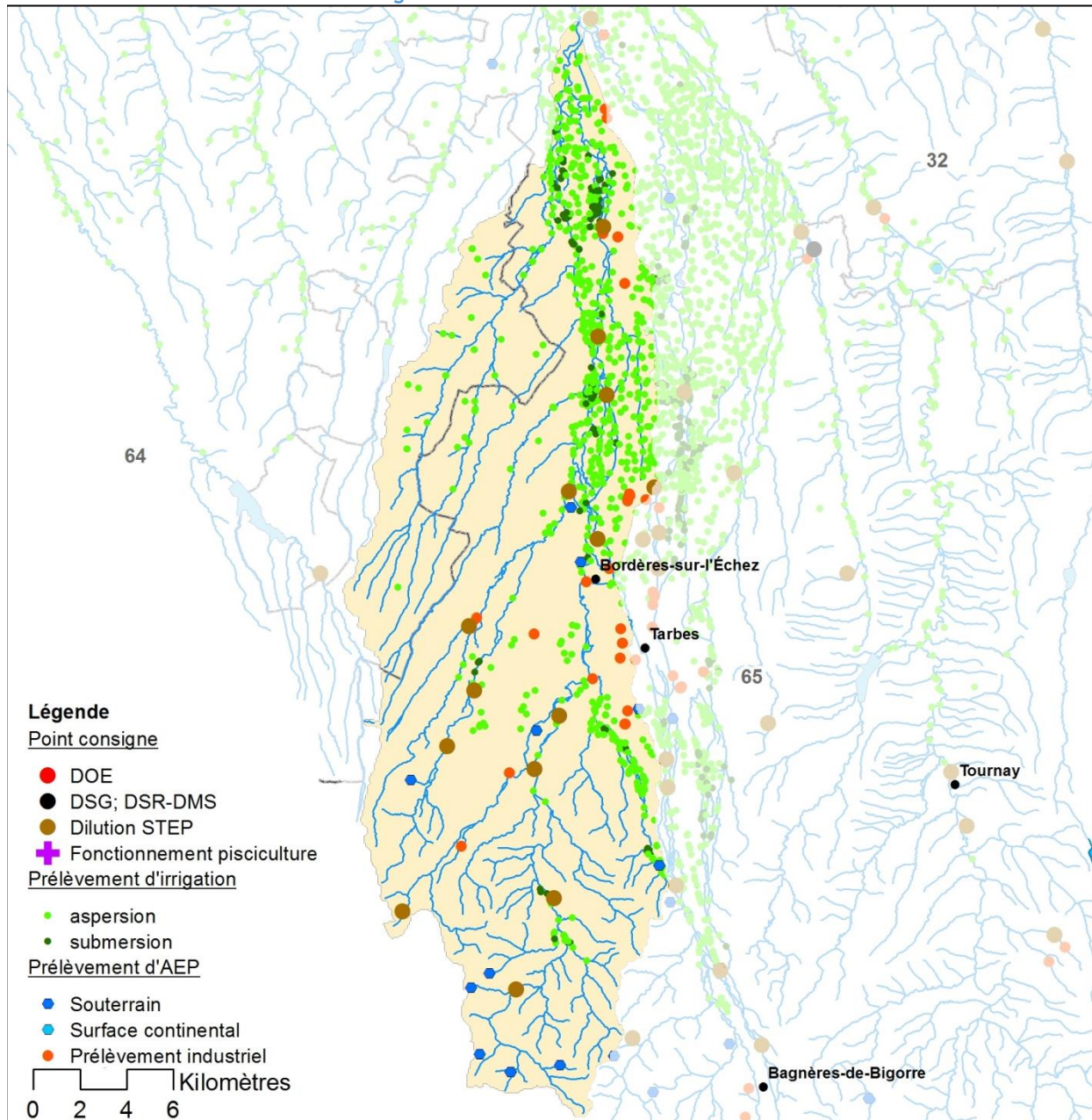
Le bassin de l'Echez ne comporte pas de débit objectif d'étiage, ni de débit seuil de gestion puisqu'il n'est pas réalimenté. Comme expliqué au § III4a, le COTECH a choisi de lui attribuer un débit objectif égal au QMNA5 naturel afin d'évaluer correctement les déséquilibres et d'estimer le poids des débits nécessaires aux stations d'épuration sur ce sous-bassin où l'assainissement collectif constitue une problématique (cf. diagnostic partagé du projet de territoire).



La carte suivante localise les points consignes et les prélèvements.

De nombreux débits consignes pour les stations d'épuration sont localisés en partie amont du bassin, tout comme la plupart des prélèvements d'AEP, tandis que les prélèvements agricoles se trouvent plutôt à l'aval dans la zone de plaine.

Figure 78: sous-bassin de l'Echez

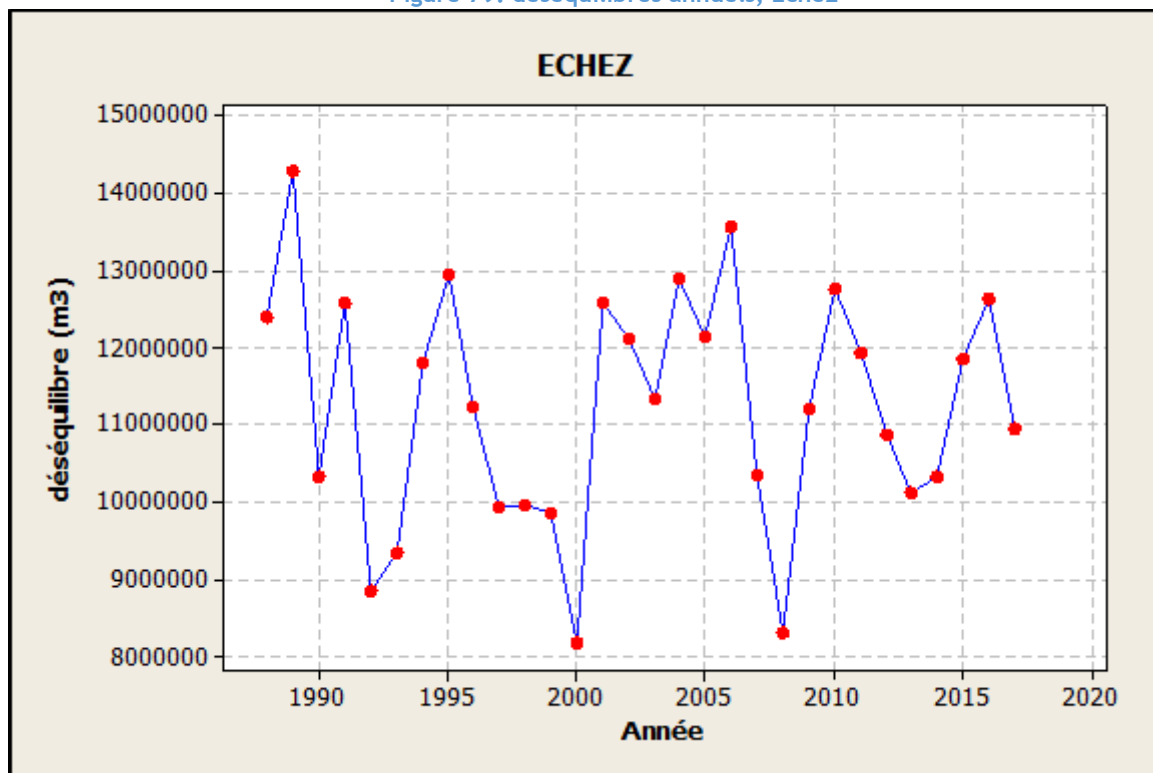


3.1.2 Chronique des déséquilibres et valeurs statistiques

En tenant compte de l'ensemble des points consignes du bassin, le déséquilibre varie de 8,2 (débit moyen annuel de $0,26 \text{ m}^3/\text{s}$) à $14,3 \text{ Mm}^3$ ($0,45 \text{ m}^3/\text{s}$).

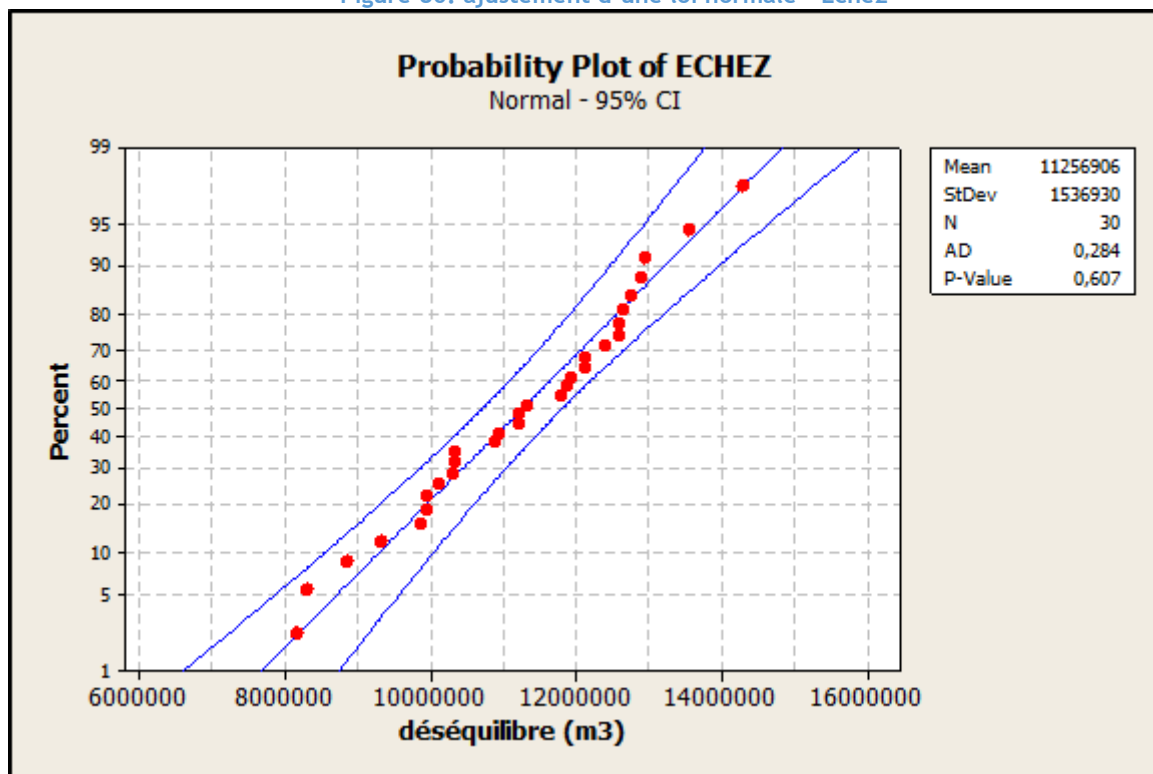


Figure 79: déséquilibres annuels, Echez



Le graphe et le tableau suivants présentent l'ajustement statistique d'une loi normale à la chronique des 30 déséquilibres annuels.

Figure 80: ajustement d'une loi normale - Echez



Le test de normalité d'Anderson-Darling montre que l'hypothèse d'une loi normale ne peut pas être rejetée (p-value = 0,607).



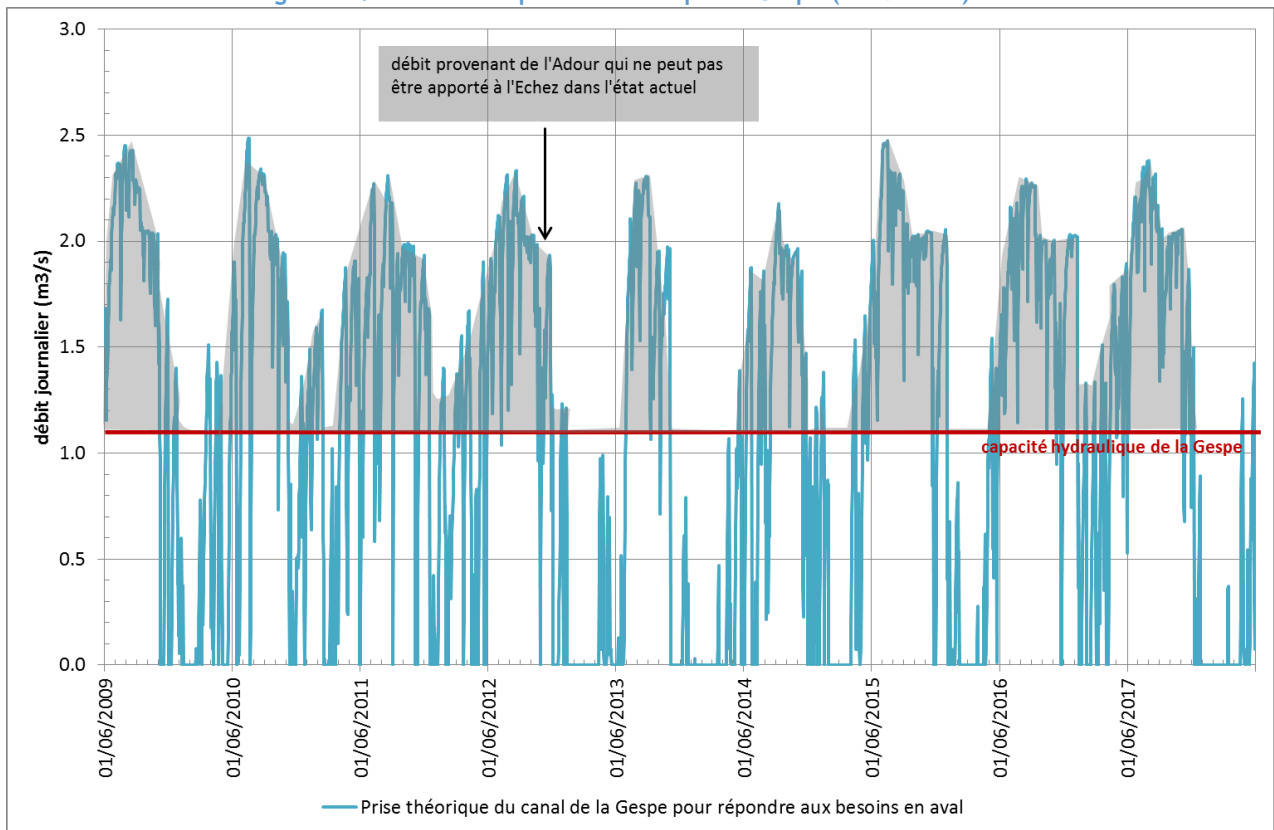
Tableau 34 : valeurs statistiques obtenues par ajustement d'une loi normale - Echez

Echez	Moyenne	Ecart-type	Valeur quinquennale	Valeur décennale
Déséquilibre en m ³	11 256 906	1 536 930	12 550 419	13 226 561
Débit moyen annuel (m ³ /s)	0,36	0,05	0,4	0,42

Dans cette configuration, la partie aval bénéficie des apports de la Gespe et le déséquilibre est généré par les débits imposés aux stations d'épuration de l'amont du bassin (essentiellement station d'épuration d'Ibos et station d'épuration d'Ossun), où les débits naturels ne suffisent pas à assurer la dilution optimale des rejets.

Dans le scénario retenu, une contribution de 42 Mm³ (valeur quinquennale - 1,33 m³/s en moyenne) de l'Adour vers l'Echez est théoriquement nécessaire pour satisfaire les usages et la salubrité sur la partie aval de la Gespe. Cet apport est variable au cours de l'année de telle manière que le débit journalier devrait excéder la capacité de la Gespe à certaines périodes comme le montre le graphe suivant.

Figure 81: débit théorique à transiter par la Gespe (2009-2017)



Avec les équipements en place, la contribution effective de l'Adour à l'Echez est évaluée à 26 Mm³ (valeur quinquennale), ce qui répercute un déséquilibre supplémentaire de 16 Mm³ (42-26) sur l'Echez.

Hormis la problématique du débit de dilution de la STEP de Tarbes Ouest, le bassin de l'Echez doit faire face à la satisfaction de plusieurs débits de salubrité en parties amont de bassins d'affluents dont les débits sont peu soutenus : STEP d'Ibos sur le Souy, STEP d'Ossun sur le Mardaing notamment.



En tenant compte de l'ensemble des débits consignés du bassin de l'Echez et de la capacité limitée du canal de la Gespe, le déséquilibre de ce sous-bassin atteint $28,6 \text{ Mm}^3$ ($0,91 \text{ m}^3/\text{s}$).

Dans cette analyse, le débit de salubrité retenu pour la station Tarbes Ouest de $2,3 \text{ m}^3/\text{s}$ constitue une valeur optimale pour un fonctionnement de la STEP à pleine capacité. Si on utilise la valeur de $1 \text{ m}^3/\text{s}$ correspondant au débit de référence suffisant pour diluer le rejet réel actuel et pour répondre favorablement à la réglementation, le déséquilibre du bassin de l'Echez s'établit à $5,7 \text{ Mm}^3$ ($0,18 \text{ m}^3/\text{s}$).

La valeur du déséquilibre retenue dans ce BBR, $12,6 \text{ Mm}^3$, se situe entre ces 2 extrêmes en tenant compte du débit optimal pour la STEP de Tarbes Ouest et en considérant que l'apport par la Gespe n'est pas limité.

3.1.3 Période de déséquilibre

L'analyse des déséquilibres de chaque année permet de mettre en évidence les périodes où ils apparaissent le plus souvent.

Figure 82: périodes de déséquilibre - Echez

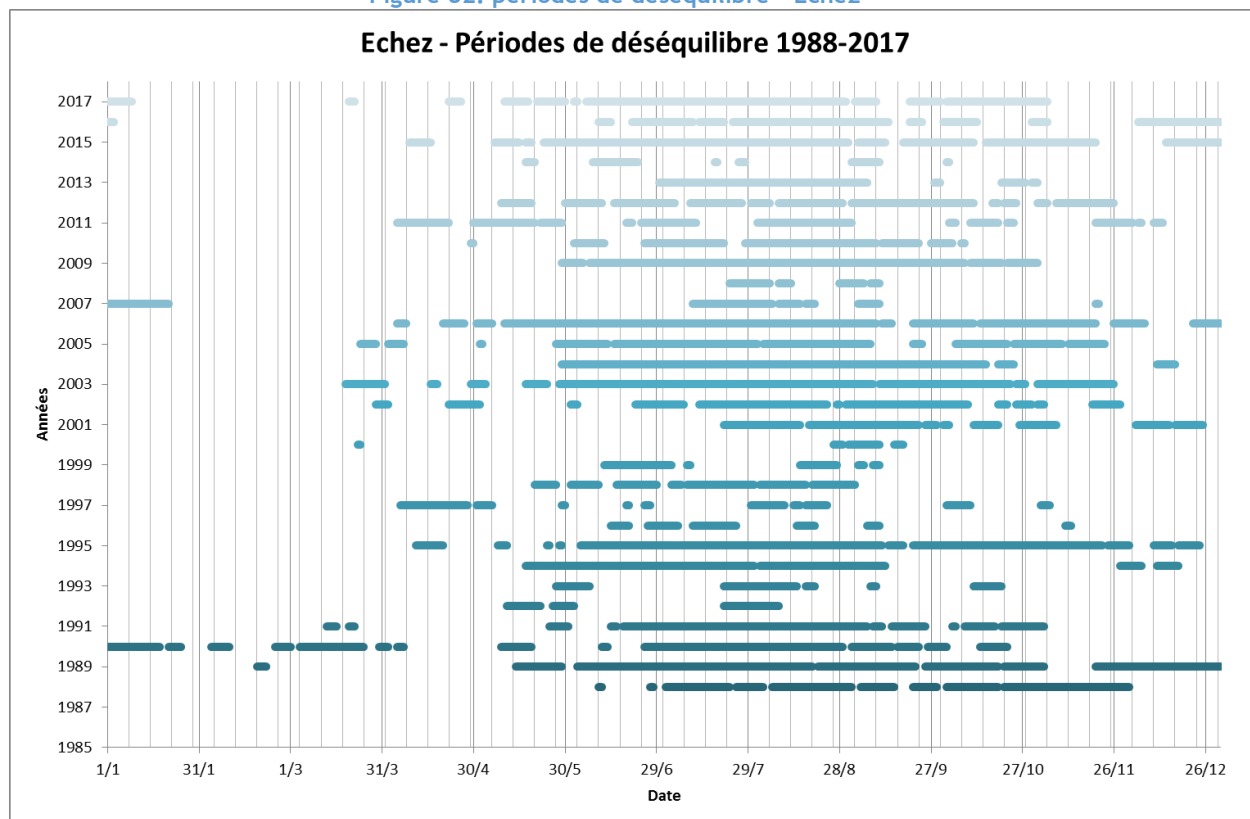


Tableau 35 : fréquence d'apparition des déséquilibres au cours de l'année

fréquence d'apparition des déséquilibres	01/01 - 07/01	08/01 - 14/01	15/01 - 21/01	22/01 - 28/01	29/01 - 04/02	05/02 - 11/02	12/02 - 18/02	19/02 - 25/02	26/02 - 03/03	04/03 - 10/03	11/03 - 17/03	18/03 - 24/03	25/03 - 31/03	01/04 - 07/04	08/04 - 14/04	15/04 - 21/04	22/04 - 28/04	29/04 - 05/05
ECHEZ	11%	8%	6%	2%	1%	3%	0%	2%	2%	3%	5%	10%	10%	10%	12%	13%	12%	15%

fréquence d'apparition des déséquilibres	06/05 - 12/05	13/05 - 19/05	20/05 - 26/05	27/05 - 02/06	03/06 - 09/06	10/06 - 16/06	17/06 - 23/06	24/06 - 30/06	01/07 - 07/07	08/07 - 14/07	15/07 - 21/07	22/07 - 28/07	29/07 - 04/08	05/08 - 11/08	12/08 - 18/08	19/08 - 25/08	26/08 - 01/09	02/09 - 08/09
ECHEZ	18%	29%	28%	42%	46%	50%	57%	67%	69%	67%	73%	78%	82%	82%	81%	80%	72%	77%

fréquence d'apparition des déséquilibres	09/09 - 15/09	16/09 - 22/09	23/09 - 29/09	30/09 - 06/10	07/10 - 13/10	14/10 - 20/10	21/10 - 27/10	28/10 - 03/11	04/11 - 10/11	11/11 - 17/11	18/11 - 24/11	25/11 - 01/12	02/12 - 08/12	09/12 - 15/12	16/12 - 22/12	23/12 - 29/12	30/12 - 01/01
ECHEZ	54%	46%	47%	52%	49%	49%	45%	45%	26%	24%	27%	22%	14%	21%	18%	16%	15%

Sur ce bassin marqué par la problématique des débits de dilution pour les rejets de stations d'épuration en partie amont, des déséquilibres apparaissent toute l'année, avec des fréquences d'apparition nécessairement plus fortes à l'étiage.

3.2 LE LOUET

3.2.1 Présentation du sous-bassin

3.2.1.1 Hydrographie

Le Louet prend sa source à 415 m d'altitude sur le plateau de Ger et se jette dans l'Adour à Castelnau-Rivière-Basse à 130 m d'altitude. Son affluent principal, le Layza se situe en rive droite et conflue au Louet en partie aval, à Hères.

Sur le ruisseau de Carbouère, également affluent rive droite, est construite la retenue du Louet dont le volume s'élève à 5 Mm³. Selon le règlement d'eau, sur ces 5 Mm³, 3 sont dédiés aux usages et au soutien d'étiage du bassin du Louet, les 2 autres sont affectés au DOE de l'Adour à Aire amont Lées.

Son régime hydrologique est de type pluvial avec des étiages prononcés.

En rive droite, le canal de Maubourguet relie l'Adour au Layza en aval de Sombrun.

3.2.1.2 Usages de l'eau

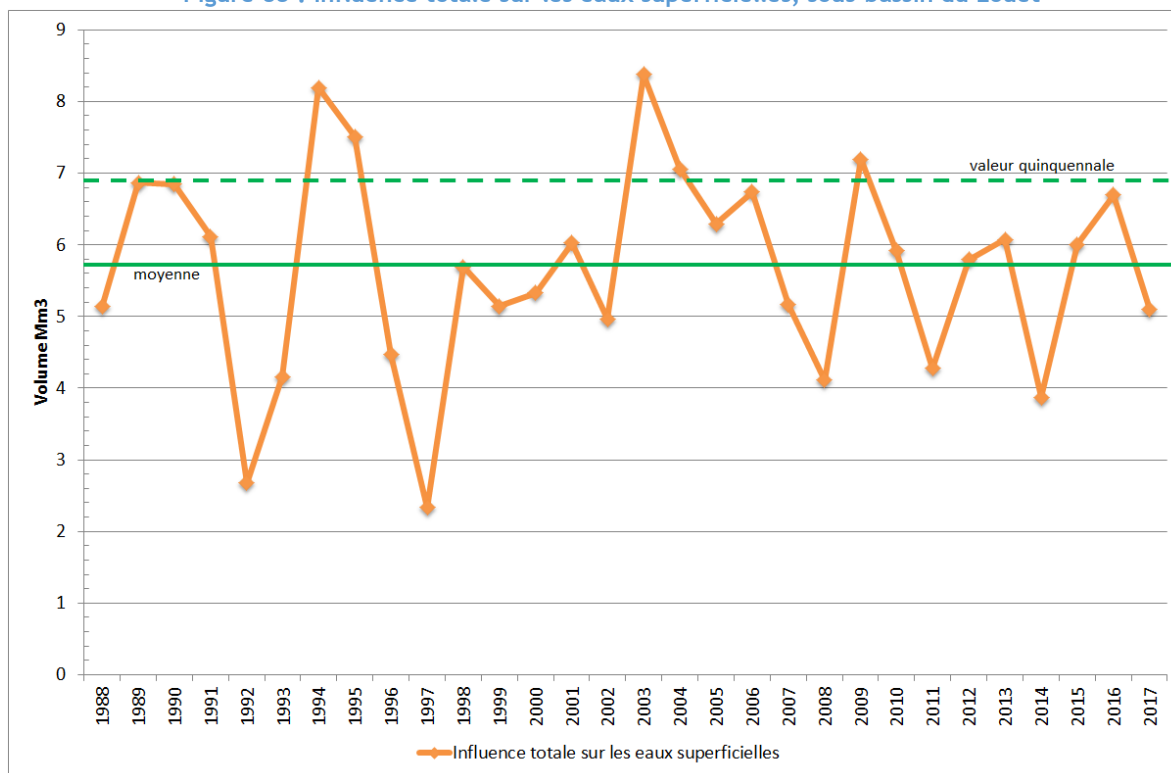
Les usages présents sur le sous-bassin représentent :

- Des prélèvements pour l'eau potable à hauteur de 0,3 Mm³ annuels prélevés dans la nappe d'accompagnement,
- Des rejets de stations d'épuration à hauteur de 0,025 Mm³ annuels,
- Des prélèvements agricoles dépendant de la climatologie utilisés pour irriguer 2601 ha à hauteur de 5,7 Mm³ en année quinquennale.

Ces usages se traduisent par des influences sur les eaux superficielles variables selon l'année considérée. Cf. graphique suivant.



Figure 83 : influence totale sur les eaux superficielles, sous-bassin du Louet



3.2.1.3 Points consignes

Le sous-bassin du Louet comprend un débit seuil de gestion à Sombrun sur l'axe réalimenté. Le règlement d'eau du barrage impose un débit de 400 l/s à Sombrun du 1/07 au 31/08. Mais, dans la pratique, l'Institution Adour et les services de l'Etat appliquent un régime dérogatoire pour adapter au mieux le soutien de l'Adour aux besoins de satisfaction du DOE. Ainsi, ces dernières-années, un soutien variable à 150 l/s tant que les débits de l'Adour sont suffisants puis à 400 l/s quand les prélèvements agricoles sont au maximum a été mis en œuvre.

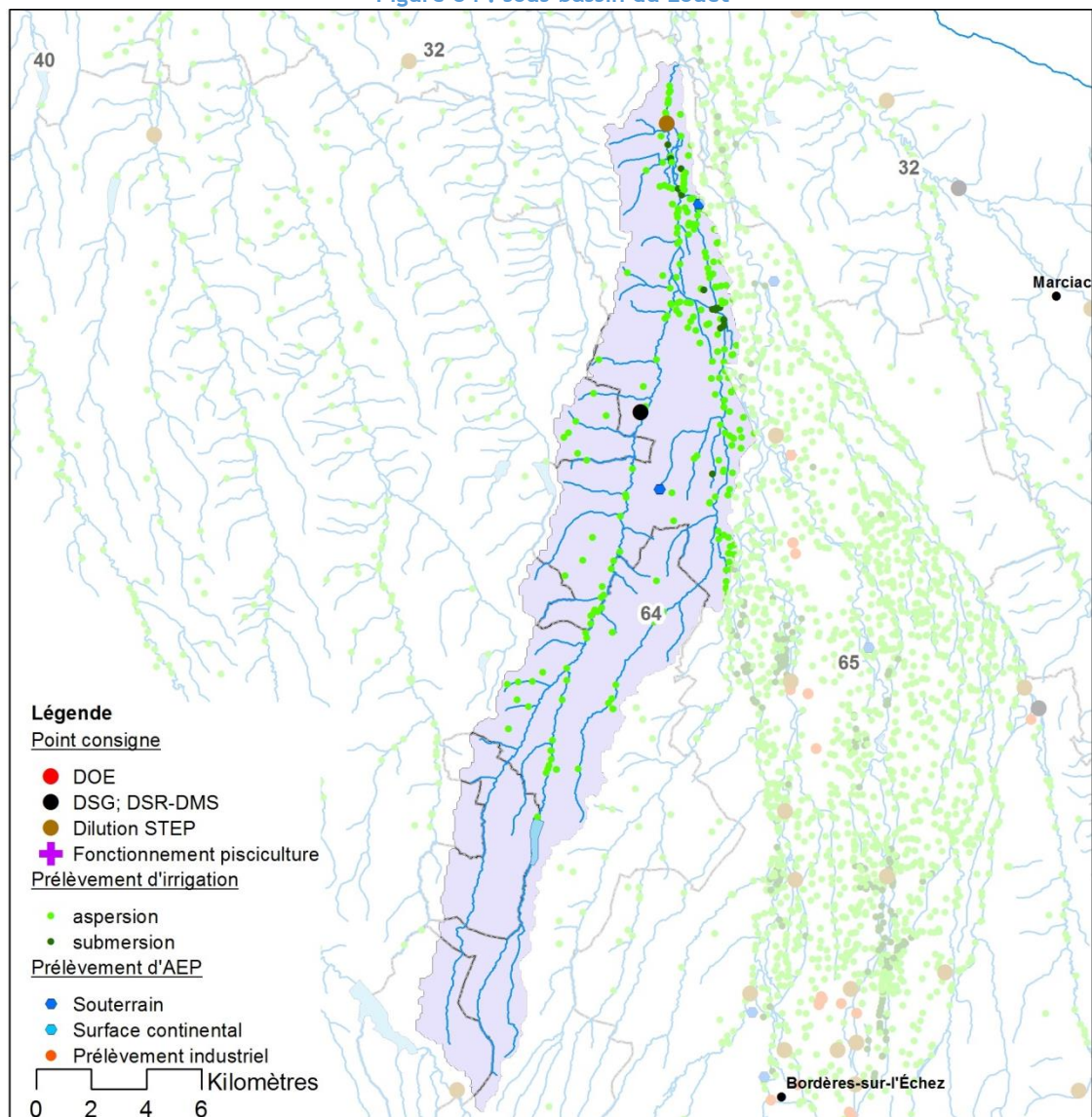
Dans la simulation, nous traduisons cette pratique par la prise en compte d'une consigne à 150 l/s pour les mois de juillet, août, septembre et à 400 l/s pour le mois d'août, ce qui a tendance à minimiser le déséquilibre sur l'Adour.

Par ailleurs, la station d'épuration de Castelnaud-Rivière-Basse a son rejet à l'aval du bassin

La carte suivante localise les points consignes et les prélèvements.



Figure 84 : sous-bassin du Louet

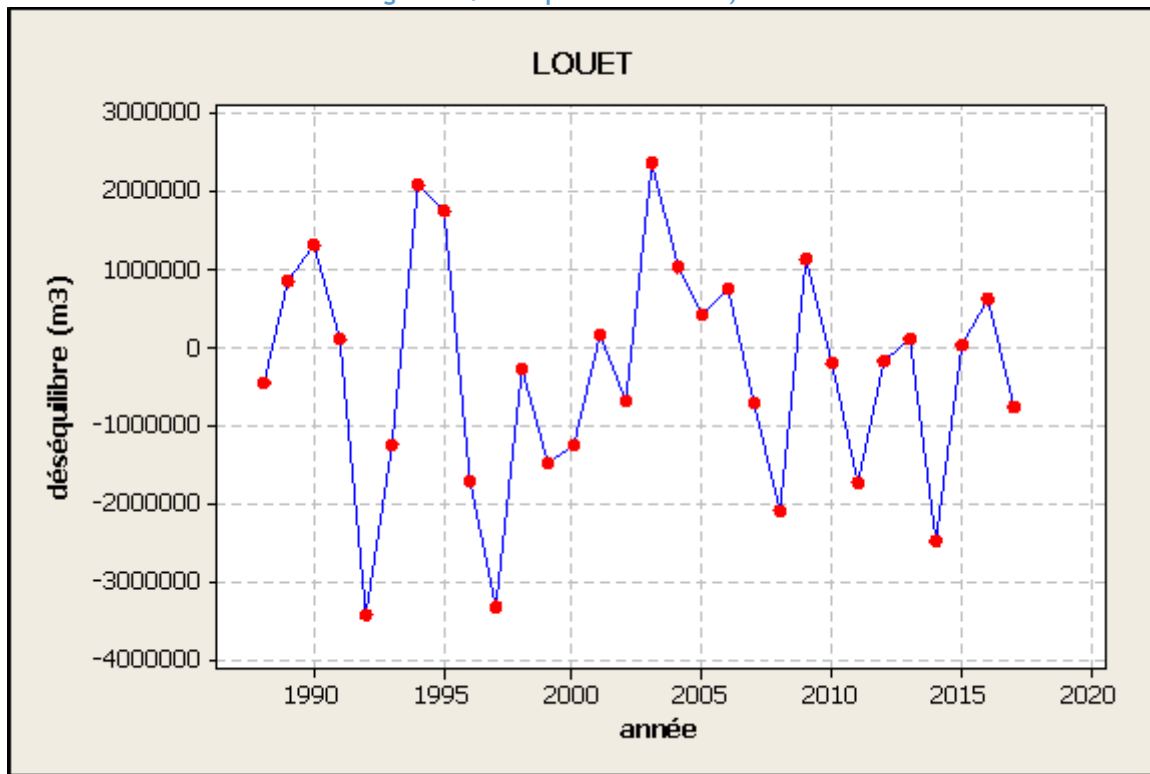


3.2.2 Chronique des déséquilibres et valeurs statistiques

En tenant compte de l'ensemble des points consignes du bassin et de la ressource stockée dans le lac du Louet, le déséquilibre varie de 0 à 2,4 Mm³ (0,08 m³/s).

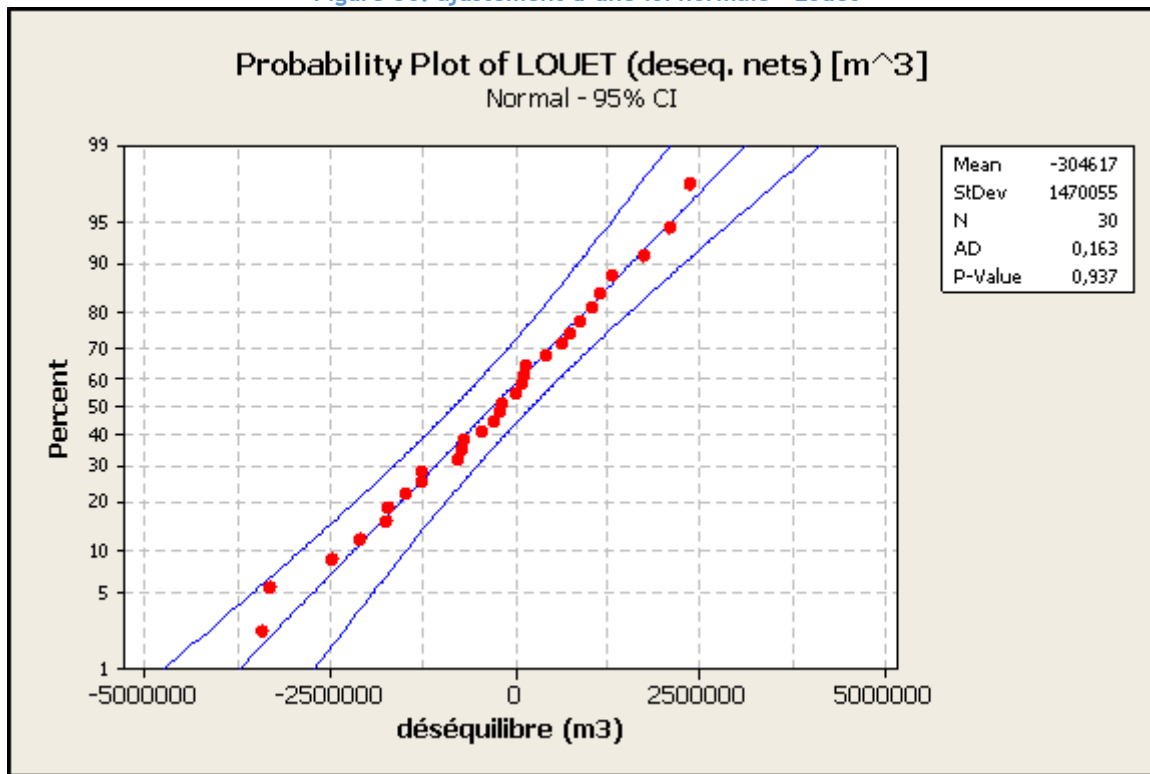


Figure 85: déséquilibres annuels, Louet



Le graphe et le tableau suivants présentent l'ajustement statistique d'une loi normale à la chronique des 30 déséquilibres annuels.

Figure 86: ajustement d'une loi normale - Louet



Le test de normalité d'Anderson-Darling montre que l'hypothèse d'une loi normale ne peut pas être rejetée (p-value = 0,937).



Tableau 36 : valeurs statistiques obtenues par ajustement d'une loi normale - Louet

Louet	Moyenne	Écart-type	Valeur quinquennale	Valeur décennale
Déséquilibre en m ³	-304 617	1 470 055	932 612	1 579 333
Débit moyen annuel (m ³ /s)	-0,01	0,05	0,03	0,05

3.2.3 Période de déséquilibre

L'analyse des déséquilibres de chaque année permet de mettre en évidence les périodes où ils apparaissent le plus souvent.

Figure 87: périodes de déséquilibre - Louet

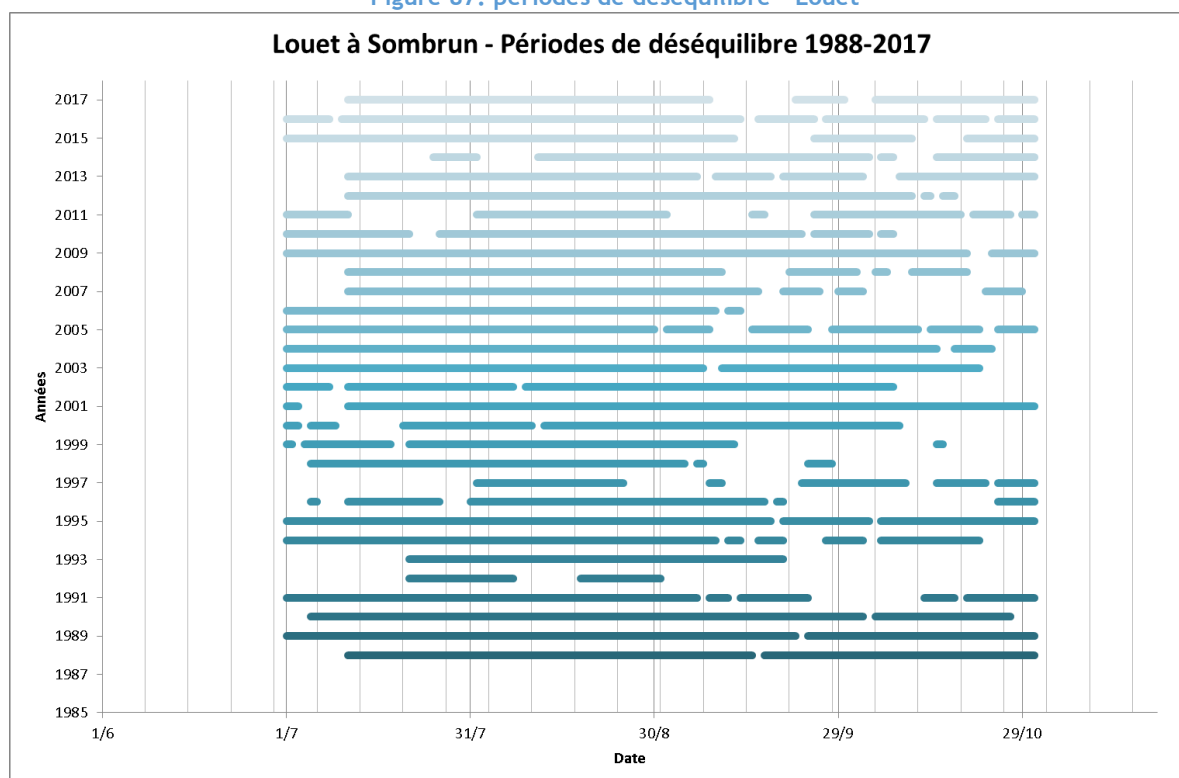


Figure 88: fréquence d'apparition des déséquilibres au cours de l'année

fréquence d'apparition des déséquilibres	01/01 - 07/01	08/01 - 14/01	15/01 - 21/01	22/01 - 28/01	29/01 - 04/02	05/02 - 11/02	12/02 - 18/02	19/02 - 25/02	26/02 - 03/03	04/03 - 10/03	11/03 - 17/03	18/03 - 24/03	25/03 - 31/03	01/04 - 07/04	08/04 - 14/04	15/04 - 21/04	22/04 - 28/04	29/04 - 05/05	
LOUET	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

fréquence d'apparition des déséquilibres	06/05 - 12/05	13/05 - 19/05	20/05 - 26/05	27/05 - 02/06	03/06 - 09/06	10/06 - 16/06	17/06 - 23/06	24/06 - 30/06	01/07 - 07/07	08/07 - 14/07	15/07 - 21/07	22/07 - 28/07	29/07 - 04/08	05/08 - 11/08	12/08 - 18/08	19/08 - 25/08	26/08 - 01/09	02/09 - 08/09
LOUET	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	58%	69%	80%	89%	95%	95%	97%	100%	97%	88%

fréquence d'apparition des déséquilibres	09/09 - 15/09	16/09 - 22/09	23/09 - 29/09	30/09 - 06/10	07/10 - 13/10	14/10 - 20/10	21/10 - 27/10	28/10 - 03/11	04/11 - 10/11	11/11 - 17/11	18/11 - 24/11	25/11 - 01/12	02/12 - 08/12	09/12 - 15/12	16/12 - 22/12	23/12 - 29/12	30/12 - 01/01
LOUET	74%	66%	72%	68%	59%	60%	55%	30%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Sur ce bassin où l'irrigation tient une place importante, les déséquilibres apparaissent pendant la période d'étiage et jusqu'à fin octobre. Sur 0,9 Mm³ de déséquilibre, on estime que 0,6 Mm³ sont liés spécifiquement aux usages du bassin versant du Louet, 0,3 Mm³ à la contribution au DOE de l'Adour à Aire amont.

3.3 L'ARROS

3.3.1 Présentation du sous-bassin

3.3.1.1 Hydrographie

L'Arros prend sa source dans les Hautes Baronnies, au Signal de Bassia qui culmine à 1921 m d'altitude et se jette dans l'Adour à Izotges à 114 m d'altitude. Son affluent principal, le Bouès se situe en rive droite et conflue à Beaumarchés en partie aval du bassin versant.

Sur le ruisseau de l'Arrêt-Darré, affluent rive gauche qui se jette dans l'Arros à Goudon, est construit le barrage de l'Arrêt-Darré dont le volume s'élève à 9,95 Mm³. Ce volume est attribué au bassin versant de l'Arros pour 7,85 Mm³, le reste étant transféré sur l'Estéous.

Le régime hydrologique de l'Arros dont la partie amont est montagneuse est de type pluvio-nival avec des étiages prononcés.

A l'aval de la confluence du Bouès, en rive gauche de l'Arros, le réseau du canal de Cassagnac sillonne la plaine entre l'Adour et l'Arros et dérive une partie des eaux de l'Adour vers l'Arros. Ce réseau complexe interconnecte les 2 bassins. Toutefois, le règlement d'eau de la retenue de la Barne prescrit qu'en période de réalimentation par ce barrage, il ne doit sortir du complexe de Cassagnac que 80 l/s ; c'est-à-dire que les eaux de l'Adour et de la Barne ne doivent pas réalimenter l'Arros.



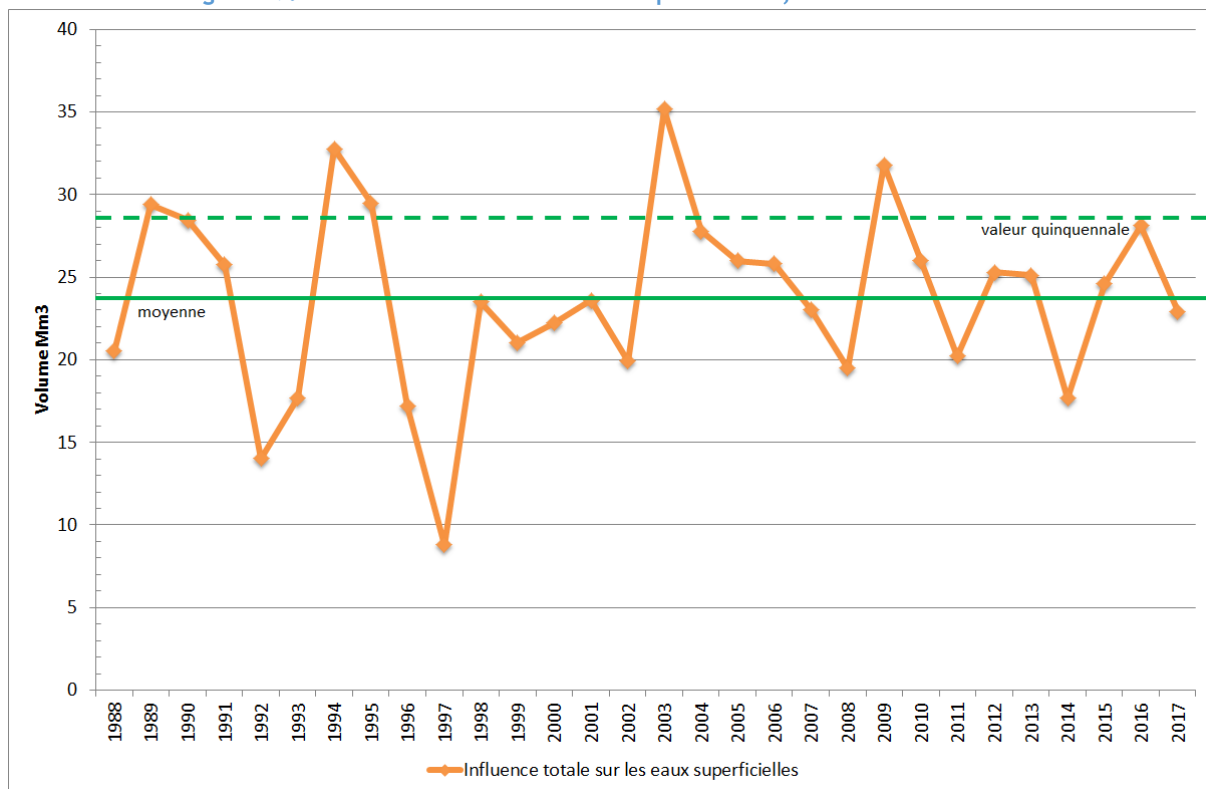
3.3.1.2 Usages de l'eau

Les usages présents sur le sous-bassin représentent :

- Des prélèvements pour l'eau potable à hauteur de 2 Mm³ annuels prélevés dans les eaux souterraines et 1,46 Mm³ prélevés dans les eaux de surface,
- Des rejets de stations d'épuration à hauteur de 0,6 Mm³ annuels,
- Un bilan prélèvements - rejets industriels qui conduit à un prélèvement de 0,058 Mm³ dans les eaux superficielles,
- Des prélèvements agricoles dépendant de la climatologie utilisés pour irriguer 7422 ha à hauteur de 14,6 Mm³ en année quinquennale.

Ces usages se traduisent par des influences sur les eaux superficielles variables selon l'année considérée. Cf. graphe suivant.

Figure 89: influence totale sur les eaux superficielles, sous-bassin de l'Arros



3.3.1.3 Points consignes

Le sous-bassin de l'Arros comprend un débit seuil de gestion à Izotges sur l'axe réalimenté. Le débit seuil de gestion est fixé à 1 m³/s toute l'année.

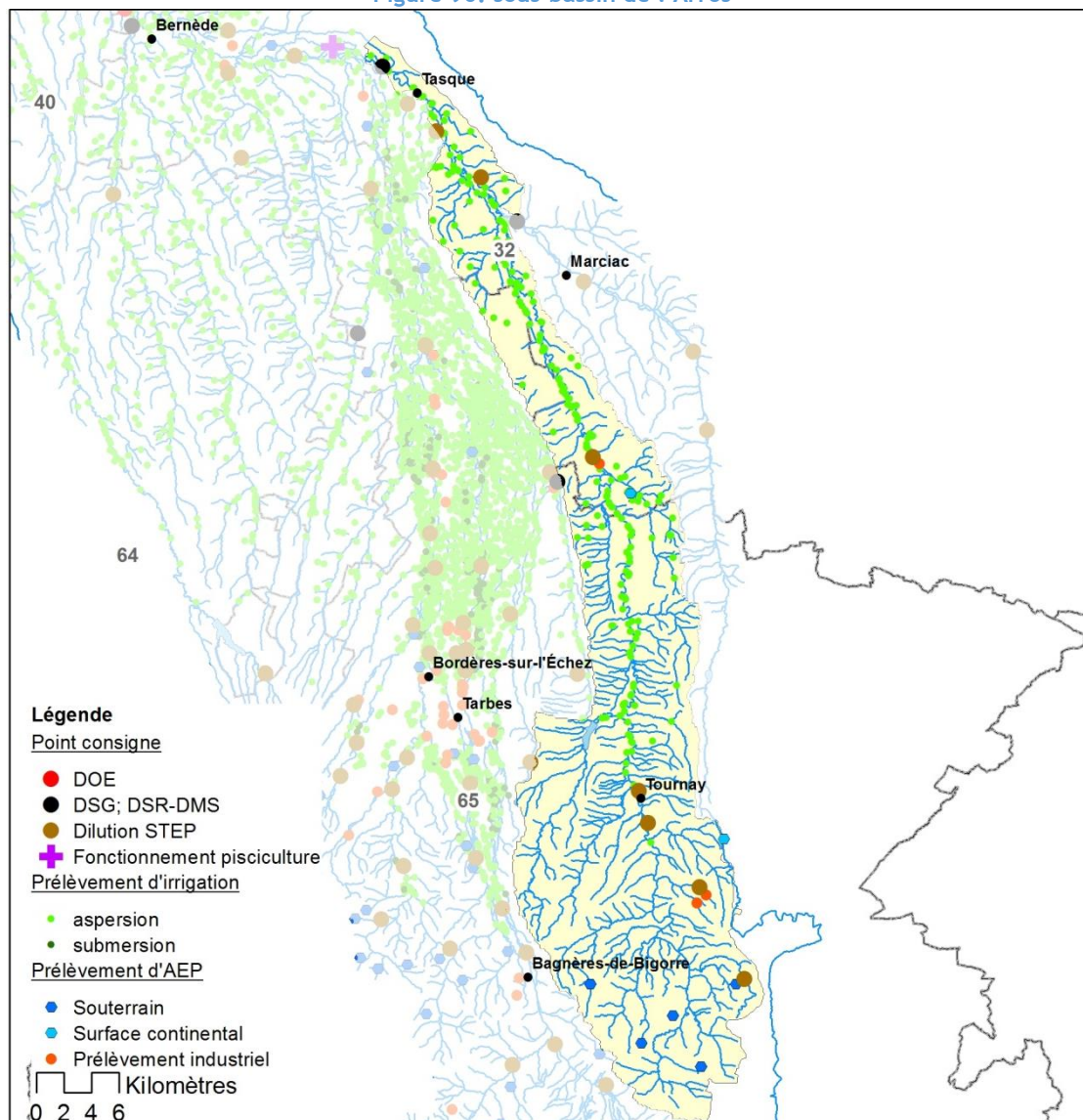
Plusieurs stations d'épuration sont présentes tout au long du cours d'eau. Les plus problématiques se situent en partie amont où les débits naturels sont peu soutenus.

La station d'épuration de Capvern constitue un des cas particuliers non pris en compte dans la modélisation scénario de base.

La carte suivante localise les points consignes et les prélèvements.



Figure 90: sous-bassin de l'Arros

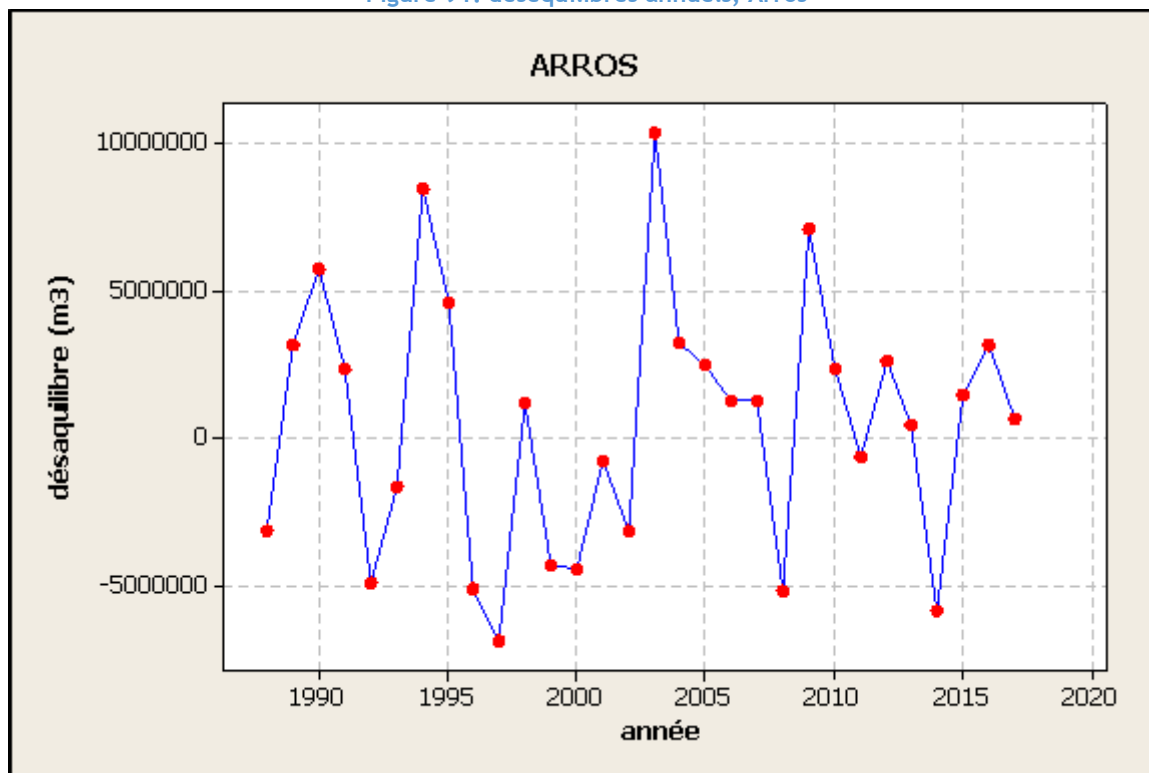


3.3.2 Chronique des déséquilibres et valeurs statistiques

En tenant compte des points consignes du bassin (scénario de base) et de la ressource stockée dans le lac de l'arrêt-Darré dévolue à l'Arros, le déséquilibre varie de 0 à 10,3 Mm³ (0,33 m³/s).

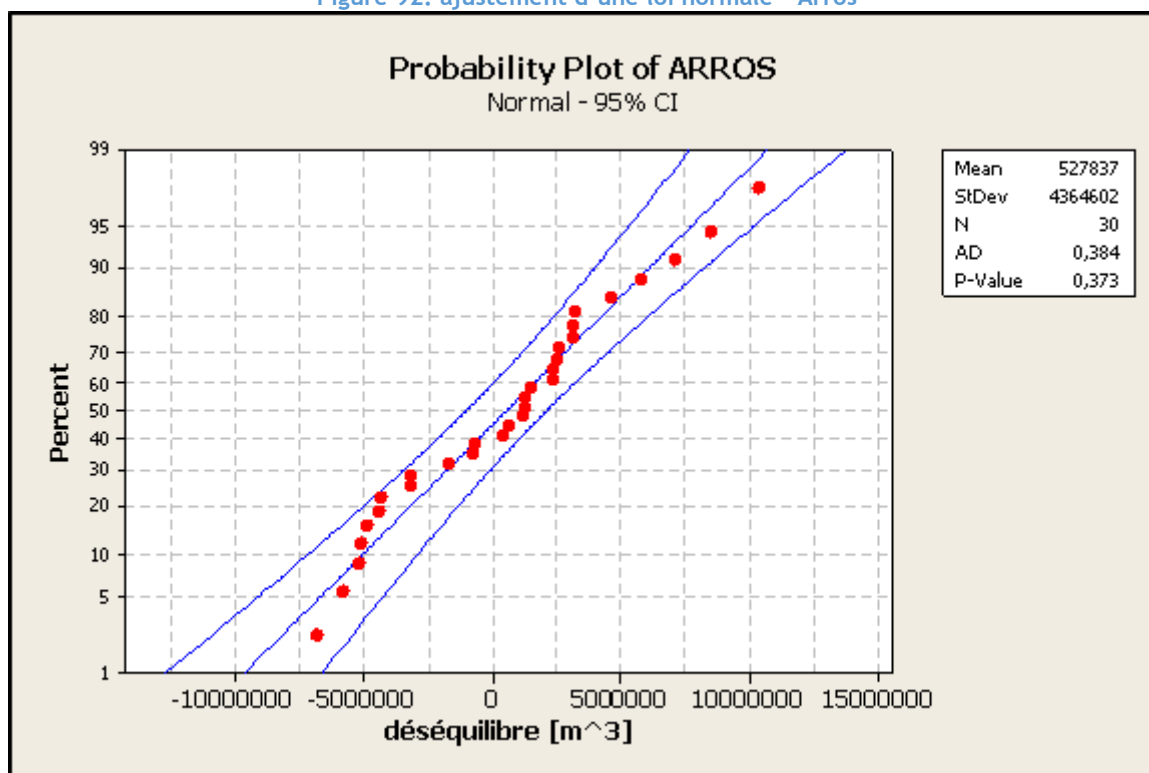


Figure 91: déséquilibres annuels, Arros



Le graphe et le tableau suivants présentent l'ajustement statistique d'une loi normale à la chronique des 30 déséquilibres annuels.

Figure 92: ajustement d'une loi normale - Arros



Le test de normalité d'Anderson-Darling montre que l'hypothèse d'une loi normale ne peut pas être rejetée (p -value = 0,373).



Tableau 37 : valeurs statistiques obtenues par ajustement d'une loi normale - Arros

Arros	Moyenne	Ecart-type	Valeur quinquennale	Valeur décennale
Déséquilibre en m ³	527 837	4 364 602	4 201 179	6 121 300
Débit moyen en m ³ /s	0,02	0,14	0,13	0,19

3.3.3 Période de déséquilibre

L'analyse des déséquilibres de chaque année permet de mettre en évidence les périodes où ils apparaissent le plus souvent.

Figure 93 : périodes de déséquilibre - Arros

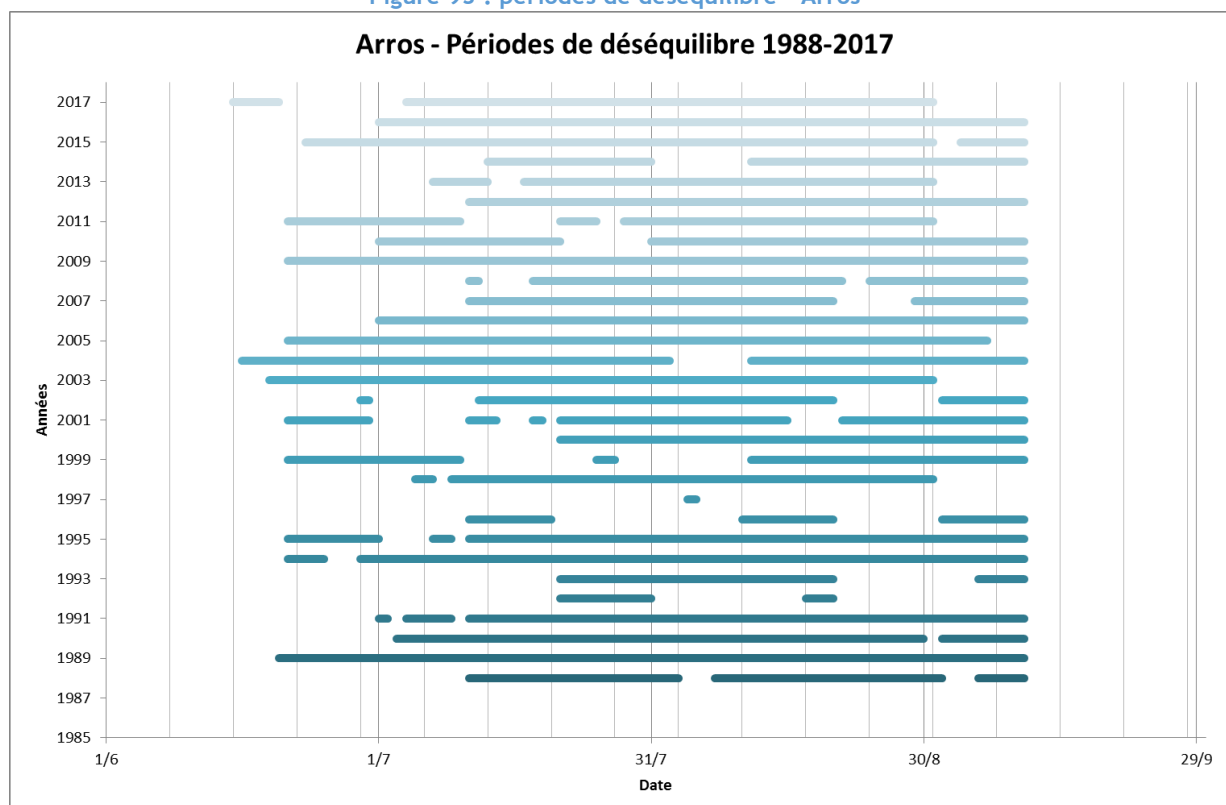


Tableau 38 : fréquence d'apparition des déséquilibres au cours de l'année, Arros

fréquence d'apparition des déséquilibres	01/01 -	07/01	08/01 -	14/01	15/01 -	21/01	22/01 -	28/01	29/01 -	04/02	05/02 -	11/02	12/02 -	18/02	19/02 -	25/02	26/02 -	03/03	04/03 -	10/03	11/03 -	17/03	18/03 -	24/03	25/03 -	31/03	01/04 -	07/04	08/04 -	14/04	15/04 -	21/04	22/04 -	28/04	29/04 -	05/05				
ARROS	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

fréquence d'apparition des déséquilibres	06/05 -	12/05	13/05 -	19/05	20/05 -	26/05	27/05 -	02/06	03/06 -	09/06	10/06 -	16/06	17/06 -	23/06	24/06 -	30/06	01/07 -	07/07	08/07 -	14/07	15/07 -	21/07	22/07 -	28/07	29/07 -	04/08	05/08 -	11/08	12/08 -	18/08	19/08 -	25/08	26/08 -	01/09	02/09 -	08/09
ARROS	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	20%	37%	50%	67%	77%	87%	84%	82%	93%	83%	80%	72%													

fréquence d'apparition des déséquilibres	09/09 -	15/09	16/09 -	22/09	23/09 -	29/09	30/09 -	06/10	07/10 -	13/10	14/10 -	20/10	21/10 -	27/10	28/10 -	03/11	04/11 -	10/11	11/11 -	17/11	18/11 -	24/11	25/11 -	01/12	02/12 -	08/12	09/12 -	15/12	16/12 -	22/12	23/12 -	29/12	30/12 -	01/01			
ARROS	21%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Sur ce bassin où l'irrigation tient une place importante, les déséquilibres apparaissent principalement pendant la période d'étiage.

Le débit de dilution de la station d'épuration de Capvern en amont du bassin génère un déséquilibre propre, en valeur quinquennale, de

- 6,2 Mm³ (débit moyen annuel de 0,2 m³/s) avec la valeur 0,22 m³/s, valeur alternative du débit de dilution (sans prendre en compte les paramètres N et P),
- 22,6 Mm³ (0,72 m³/s) avec la valeur 0,741 m³/s, valeur réglementaire du débit de dilution.

Toutefois, le milieu récepteur, l'Aygue Caoute, est alimenté par des eaux thermales essentiellement (milieu hyperminéralisé et pauvre). La problématique liée à la station d'épuration de Capvern n'est donc pas un enjeu prépondérant sur ce bassin.

Hormis ce cas spécifique, non pris en compte dans le scénario de base (cf. PARTIE I § 4.3), le déséquilibre est créé par les besoins du milieu et l'ensemble des usages, parmi lesquels l'irrigation est prépondérante pendant la période d'étiage.

3.4 LE BOUES

3.4.1 Présentation du sous-bassin

3.4.1.1 Hydrographie

Le Bouès prend sa source à 530 m d'altitude sur le plateau de Lannemezan et se jette dans l'Arros à Beaumarchés à 136 m d'altitude. Il fait partie des cours d'eau alimentés par le système Neste via la rigole Bouès qui a sa prise sur la partie terminale du canal de la Neste sur le plateau de Lannemezan.

Ses affluents principaux le Laüs et le ruisseau de Cabournieu se situent en rive gauche en partie aval du bassin.

Plusieurs retenues sont présentes sur ce bassin versant :



- La principale, connectée à la rigole Bouès, est le barrage de Sère-Rustaing dont le volume s'élève à 2,025 Mm³,
- La retenue d'Antin pour 0,442 Mm³,
- La retenue de Cabournieu pour 1,35 Mm³,
- La retenue de Cassagnaou pour 0,57 Mm³,
- La retenue de Tillac pour 0,9 Mm³,

ce qui représente un total de 5,662 Mm³ de ressource stockée.

Son régime hydrologique naturel est de type pluvial avec des étiages prononcés.

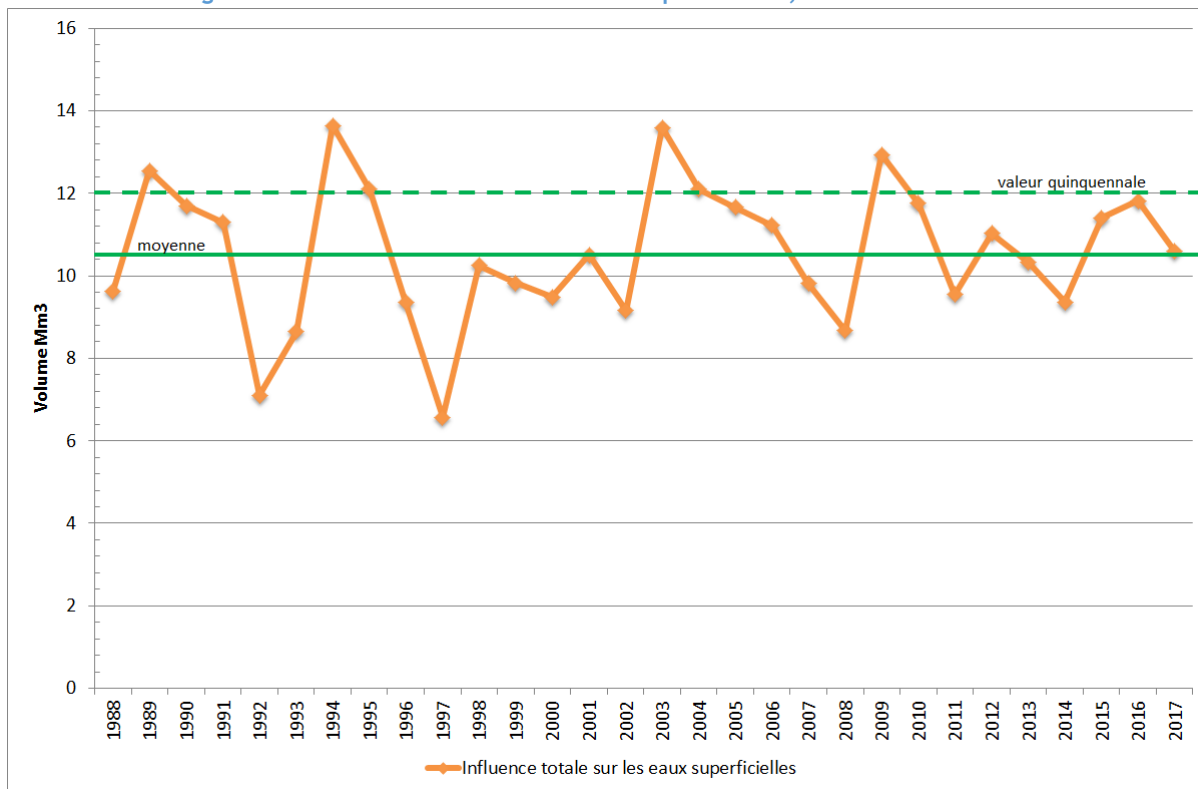
3.4.1.2 Usages de l'eau

Les usages présents sur le sous-bassin représentent :

- Des prélèvements pour l'eau potable à hauteur de 0,727 Mm³ annuels prélevés dans les eaux de surface,
- Des rejets de stations d'épuration à hauteur de 0,155 Mm³ annuels,
- Des prélèvements agricoles dépendant de la climatologie utilisés pour irriguer 4246 ha à hauteur de 9,9 Mm³ en année quinquennale.

Ces usages se traduisent par des influences sur les eaux superficielles variables selon l'année considérée. Cf. graphe suivant.

Figure 94 : influence totale sur les eaux superficielles, sous-bassin du Bouès



3.4.1.3 Points consignes

Le sous-bassin du Bouès comprend un débit objectif d'étiage à Beaumarchés sur l'axe réalimenté. Le débit objectif s'applique en fonction de la période. La valeur est fixée à :

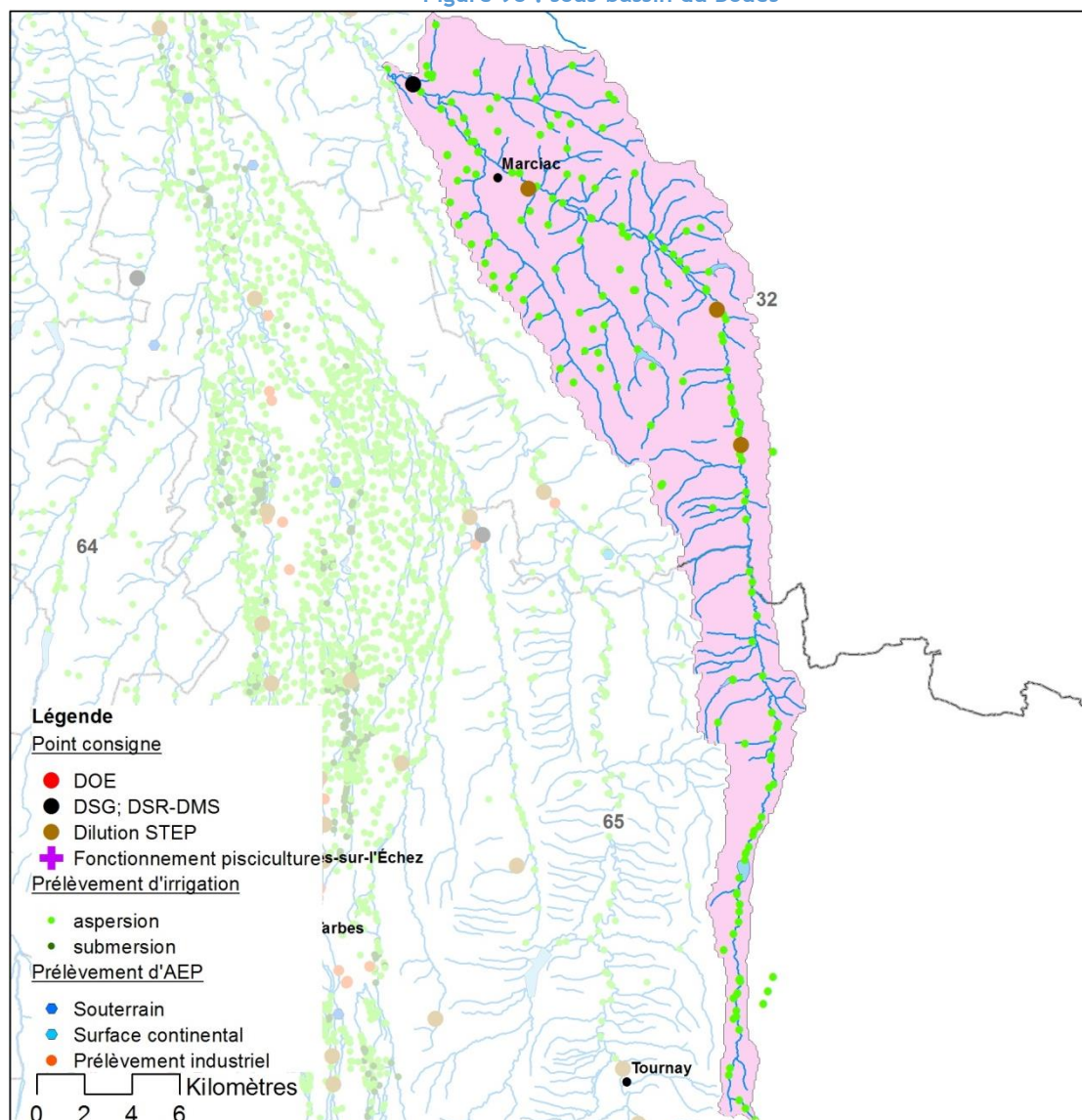
- 0,212 m³/s du 1/06 au 30/09
- 0,3 m³/s du 1/10 au 31/10.

Les 2 stations d'épuration amont ont des débits de dilution faibles. Celui associé à la station d'épuration de Marciac, à l'aval du bassin, crée une redondance (plus contraignante) par rapport au DSG de Beaumarchés puisque sa valeur est de 0,333 m³/s.

La carte suivante localise les points consignes et les prélèvements.



Figure 95 : sous-bassin du Bouès

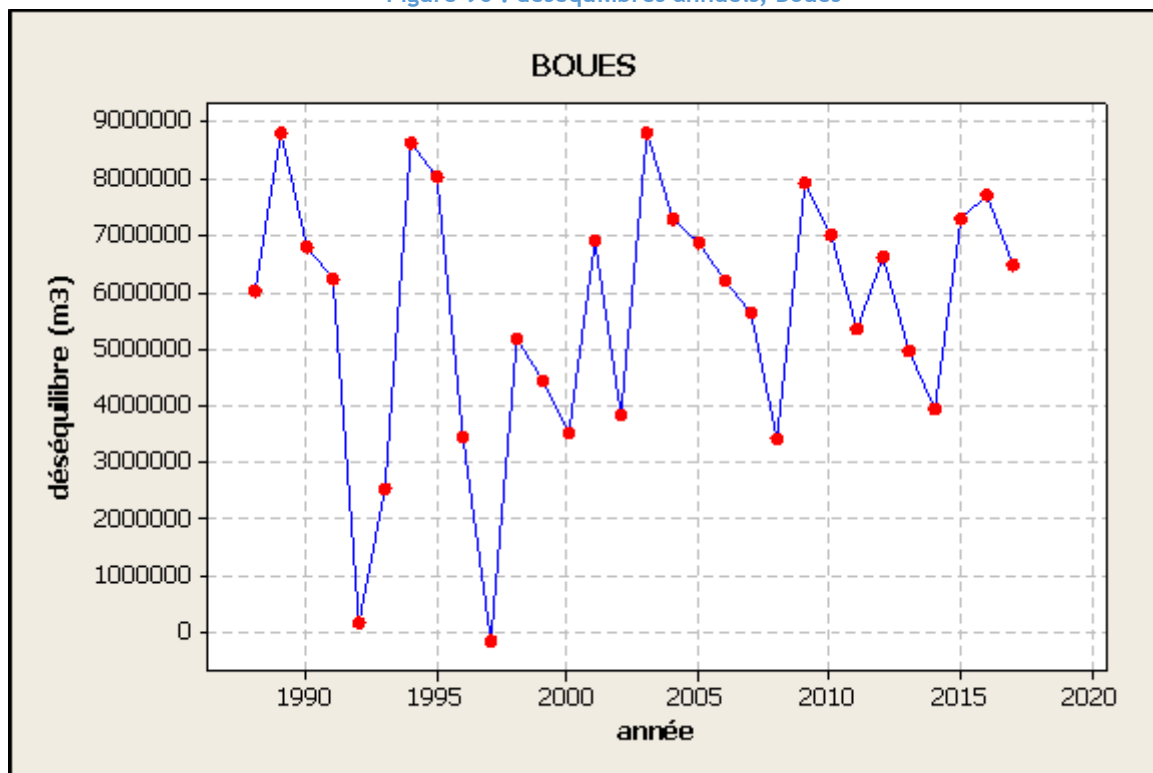


3.4.2 Chronique des déséquilibres et valeurs statistiques

En tenant compte de l'ensemble des points consignés du bassin et uniquement de la ressource stockée dans les retenues, le déséquilibre varie de 0 à 8,8 Mm³ (0,28 m³/s).

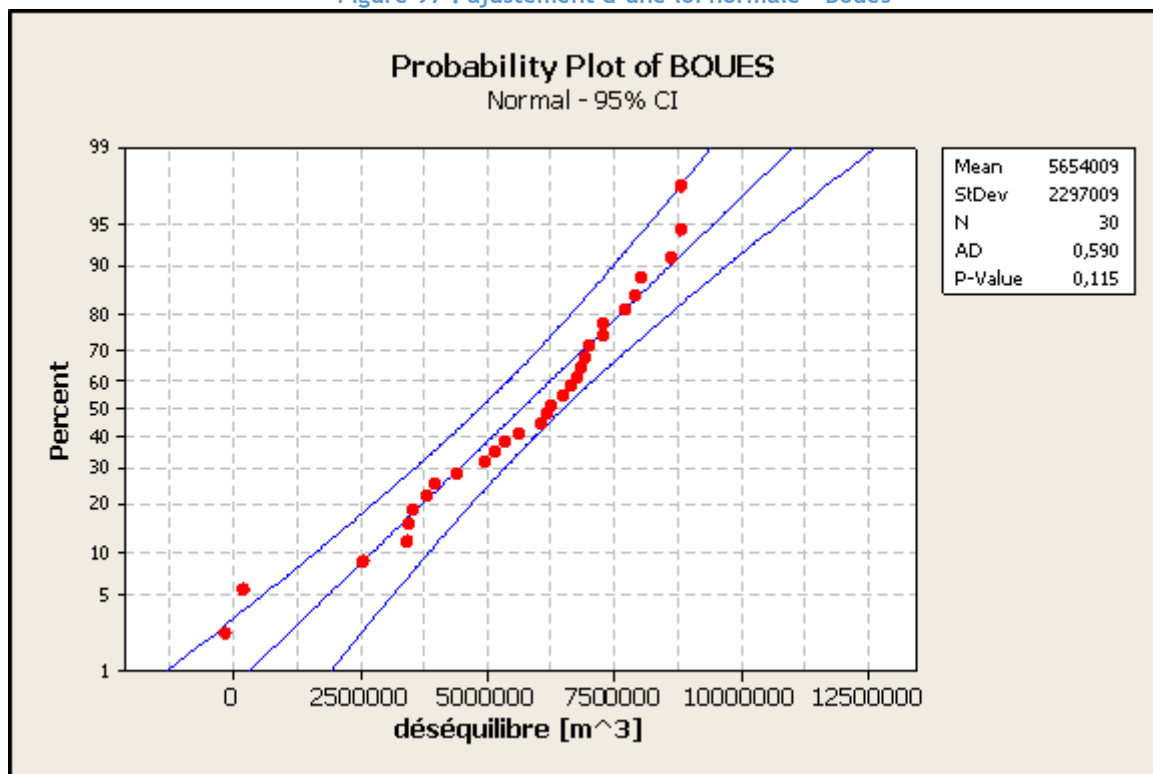


Figure 96 : déséquilibres annuels, Bouès



Le graphe et le tableau suivants présentent l'ajustement statistique d'une loi normale à la chronique des 30 déséquilibres annuels.

Figure 97 : ajustement d'une loi normale - Bouès



Le test de normalité d'Anderson-Darling montre que l'hypothèse d'une loi normale ne peut pas être rejetée (p -value = 0,115).



Tableau 39 : valeurs statistiques obtenues par ajustement d'une loi normale - Bouès

Bouès	Moyenne	Ecart-type	Valeur quinquennale	Valeur décennale
Déséquilibre en m ³	5 654 009	2 297 009	7 587 221	8 597 745
Débit moyen en m ³ /s	0,18	0,07	0,24	0,27

Cette valeur du déséquilibre ne tient pas compte des apports provenant du système Neste. L'analyse des débits transités par la rigole Bouès pour les 24 dernières années montre que le déséquilibre calculé est quasiment comblé par la contribution actuelle de la Neste (5,9 Mm³ en moyenne, 7,1 Mm³ en valeur quinquennale). Cf. Partie II § 3.2

En l'état actuel de la ressource disponible pour le bassin du Bouès (retenues et apports du système Neste), ce bassin est considéré à l'équilibre.

3.5 ALARIC-ESTEUS

3.5.1 Présentation du sous-bassin

3.5.1.1 Hydrographie

L'Alaric est un canal dérivé de l'Adour. Sa prise d'eau est située à Pouzac en rive droite. Au niveau de la prise, le droit d'eau s'établit à 1/3 des débits de l'Adour en amont.

Sur son parcours long d'environ 70 km, l'Alaric reçoit de nombreux affluents de coteaux. A Rabastens, l'Estéous conflue à l'Alaric en rive droite. Ensuite, le cours d'eau commun de l'Alaric se divise en 2 branches principales : l'Estéous aval qui conflue à l'Adour, et la dernière section de l'Alaric qui se jette dans le canal de Cassagnac, au niveau de sa prise sur l'Adour à la digue des Charrutots (commune de Tieste-Urragnoux).

La section amont de l'Estéous (en amont de sa confluence avec l'Alaric) est réalimentée à Souyeaux par un transfert depuis le lac de l'Arrêt Darré pour un volume attribué de 2,1 Mm³.

Le régime hydrologique naturel de ces cours d'eau est de type pluvial avec des étiages prononcés.

3.5.1.2 Usages de l'eau

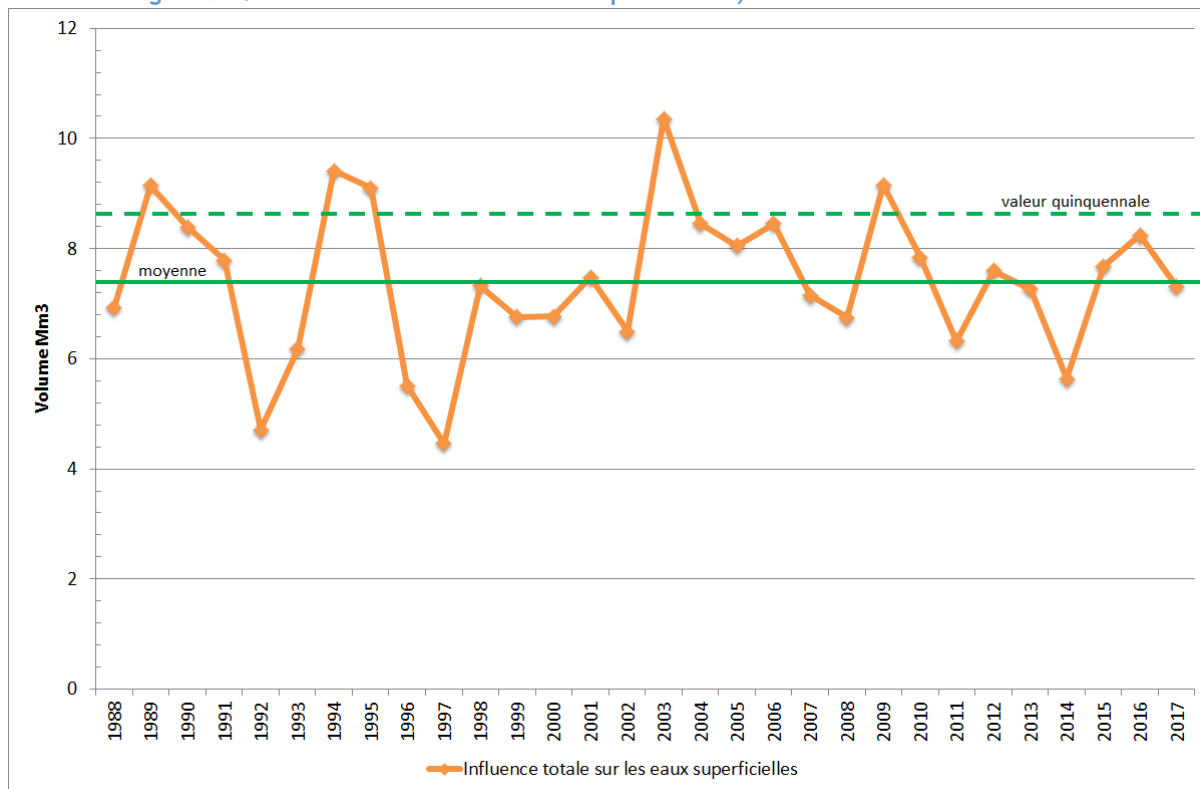
Les usages présents sur le sous-bassin représentent :

- Des prélèvements pour l'eau potable à hauteur de 0,023 Mm³ annuels prélevés dans la nappe superficielle,
- Des rejets de stations d'épuration à hauteur de 0,458 Mm³ annuels,
- Un bilan prélèvements - rejets industriels qui conduit à un prélèvement de 0,002 Mm³ dans les eaux superficielles,
- Des prélèvements agricoles dépendant de la climatologie utilisés pour irriguer 4047 ha à hauteur de 9,8 Mm³ en année quinquennale.

Ces usages se traduisent par des influences sur les eaux superficielles variables selon l'année considérée. Cf. graphe suivant.



Figure 98 : influence totale sur les eaux superficielles, sous-bassin de l'Alaric-Estéous



3.5.1.3 Points consignes

Le sous-bassin de l'Alaric-Estéous comprend un débit seuil de gestion non réglementaire sur l'Estéous à Rabastens sur l'axe réalimenté par le lac de l'Arrêt-Darré, en partie amont du bassin versant. Le débit seuil de gestion fixé par l'Institution Adour est de 0,035 m³/s pendant 4 mois à partir du moment où la réalimentation démarre.

A contrario, il n'existe aucun point consigne sur les sections aval de l'Estéous et de l'Alaric.

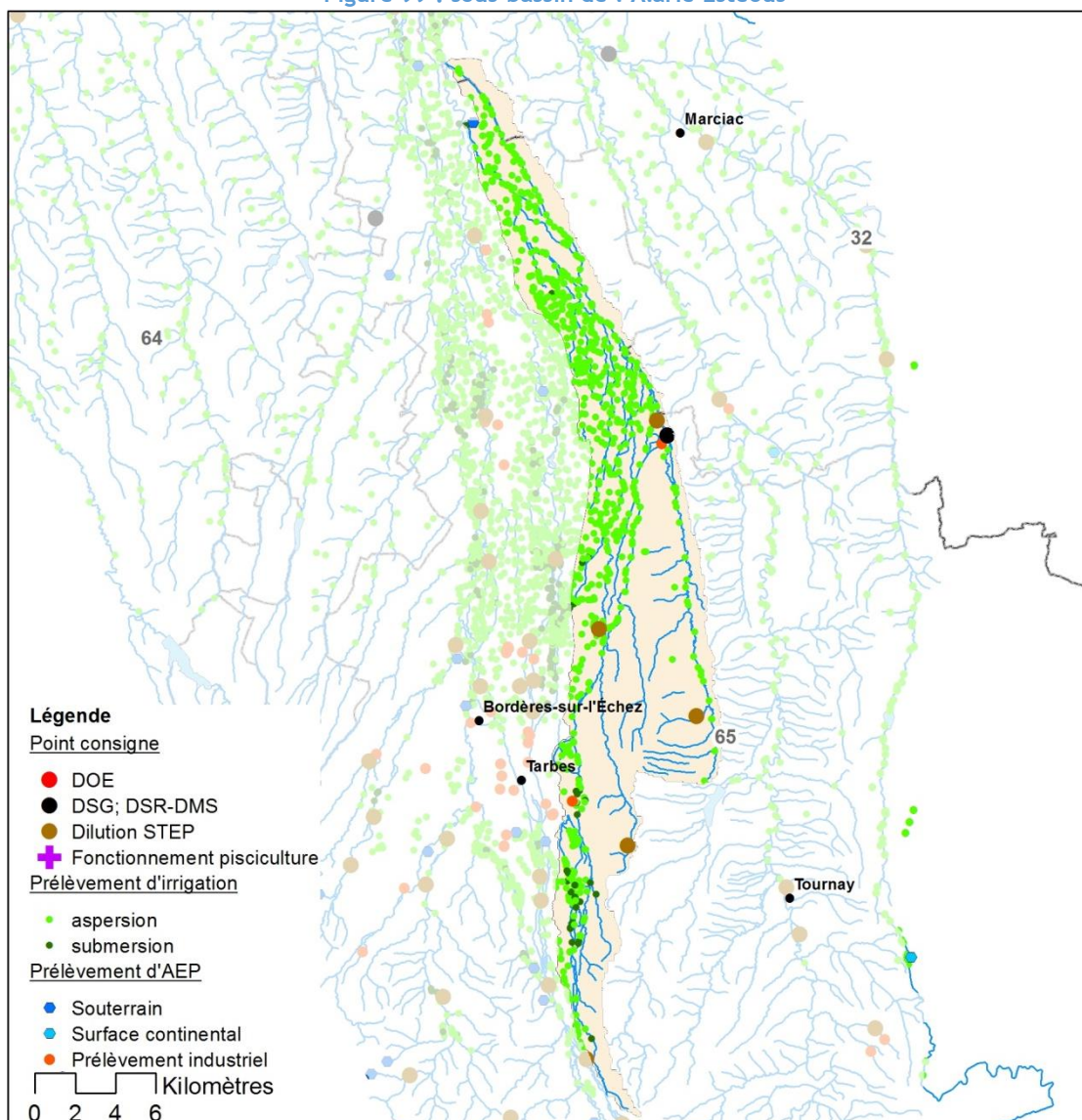
Plusieurs stations d'épuration sont présentes sur le bassin versant, dont 2 en partie amont :

- La station d'épuration de Barbazan Debat Piétat avec un débit de dilution de 38 l/s,
- La station d'épuration de Pouyastruc avec un débit de dilution de 28 l/s.

La carte suivante localise les points consignes et les prélèvements.



Figure 99 : sous-bassin de l'Alaric-Estéous

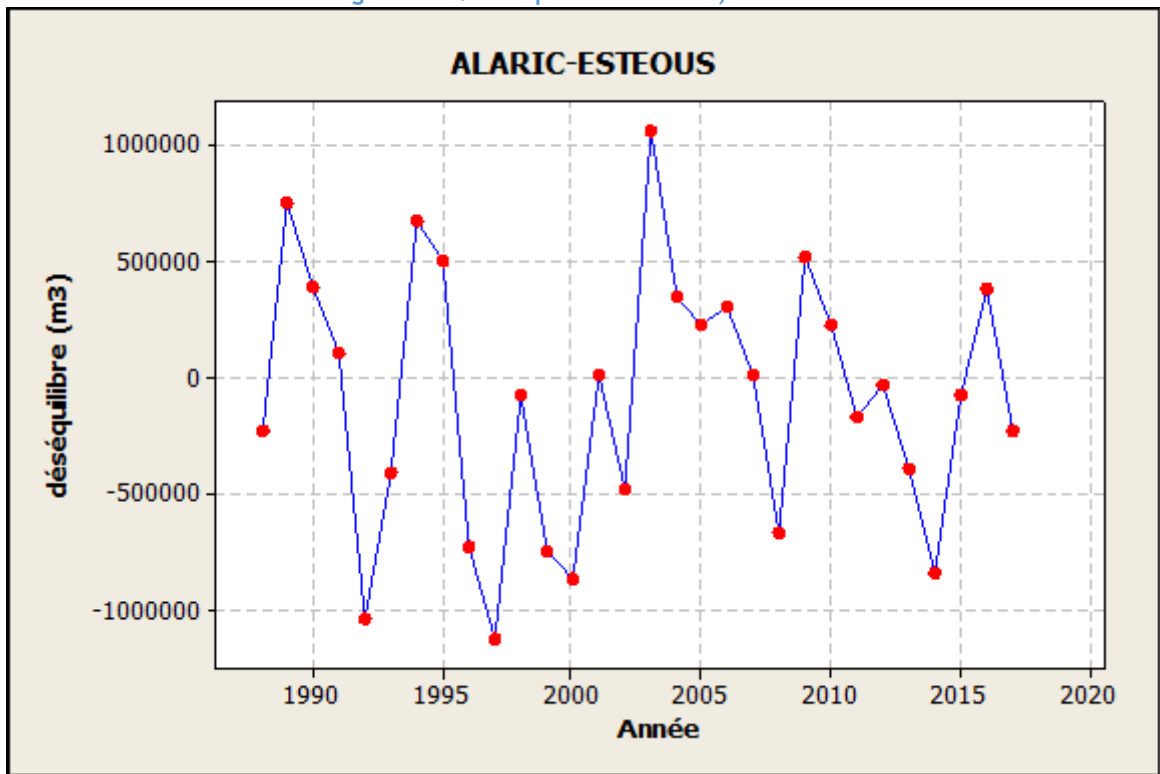


3.5.2 Chronique des déséquilibres et valeurs statistiques

En tenant compte des points consignes du bassin et de la ressource stockée dans le lac de l'Arrêt-Darré dévolue à l'Estéous, le déséquilibre varie de 0 à 1,1 Mm³ (débit moyen annuel de 0,03 m³/s).

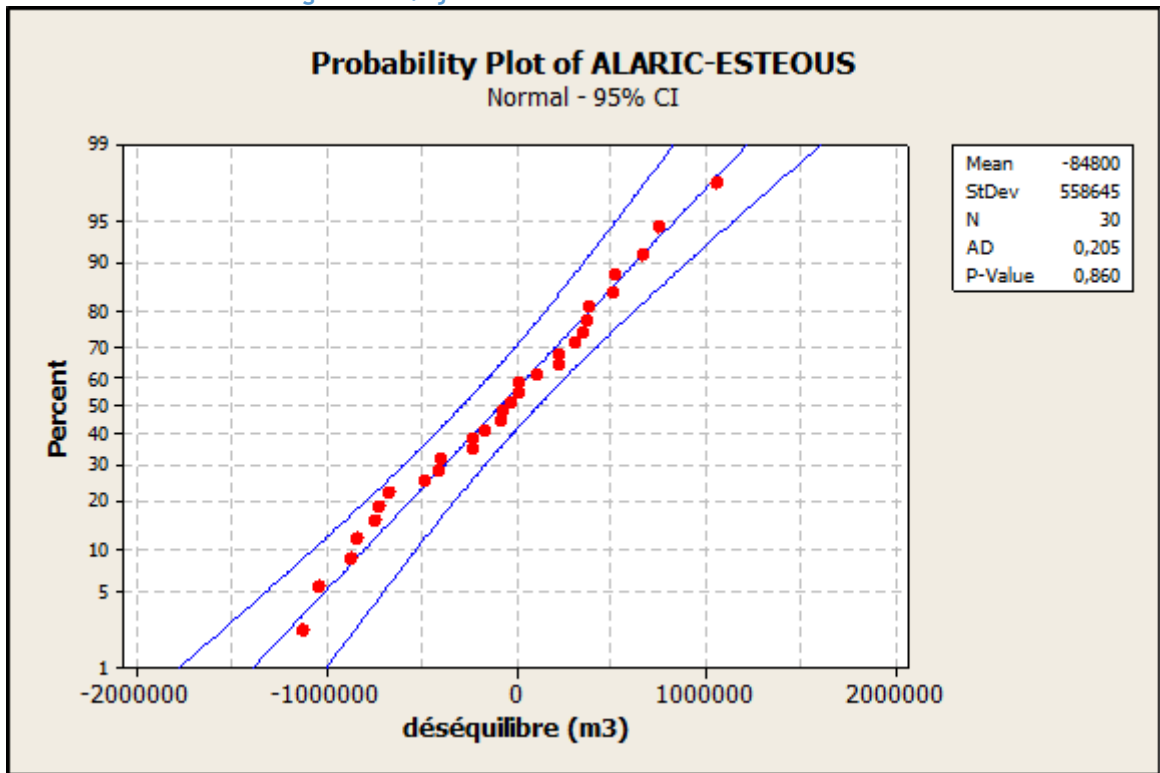


Figure 100 : déséquilibres annuels, Alaric-Estéous



Le graphe et le tableau suivants présentent l'ajustement statistique d'une loi normale à la chronique des 30 déséquilibres annuels.

Figure 101 : ajustement d'une loi normale - Alaric-Estéous



Le test de normalité d'Anderson-Darling montre que l'hypothèse d'une loi normale ne peut pas être rejetée (p -value = 0,86).



Tableau 40 : valeurs statistiques obtenues par ajustement d'une loi normale - Alaric-Estéous

Alaric-Estéous	Moyenne	Ecart-type	Valeur quinquennale	Valeur décennale
Déséquilibre en m^3	-84 800	558 645	385 367	631 132
Débit moyen en m^3/s	-0,003	0,02	0,01	0,02

Ce bassin particulier, complètement interconnecté avec l'Adour, ne fait pas apparaître de déséquilibre. Toutefois, ces résultats particuliers dépendent des hypothèses prises par ailleurs et sont juste le reflet d'un scénario donné. Du fait des interconnexions entre sous-bassins en amont d'Aire-sur-l'Adour, il est plus exact d'évaluer le déséquilibre de l'ensemble du système en amont d'Aire.

3.6 LES LEES

3.6.1 Présentation du sous-bassin

3.6.1.1 Hydrographie

Le sous-bassin des Léés est composé de 3 cours d'eau principaux d'est en ouest : le Larcis, le Léés de Lembeye et le Léés de Garlin qui prennent leur source sur le plateau de Ger à environ 400 m d'altitude. Ces 3 cours d'eau confluent à Lannux pour donner naissance au Léés réunis.

Plusieurs barrages existent sur les différents cours d'eau et la ressource disponible se répartit ainsi :

- 4,96 Mm³ sur le Larcis,
- 1,1 Mm³ sur le Petit Léés ou Léés de Lembeye,
- 2,9 Mm³ sur le Léés de Garlin.

A cette ressource stockée sur le bassin versant, s'ajoute 12 Mm³ dédiés au bassin des Léés et provenant du lac du Gabas. Au total, ce sont 21,76 Mm³ stockés (utiles) qui sont attribués à ce sous-bassin.

3.6.1.2 Usages de l'eau

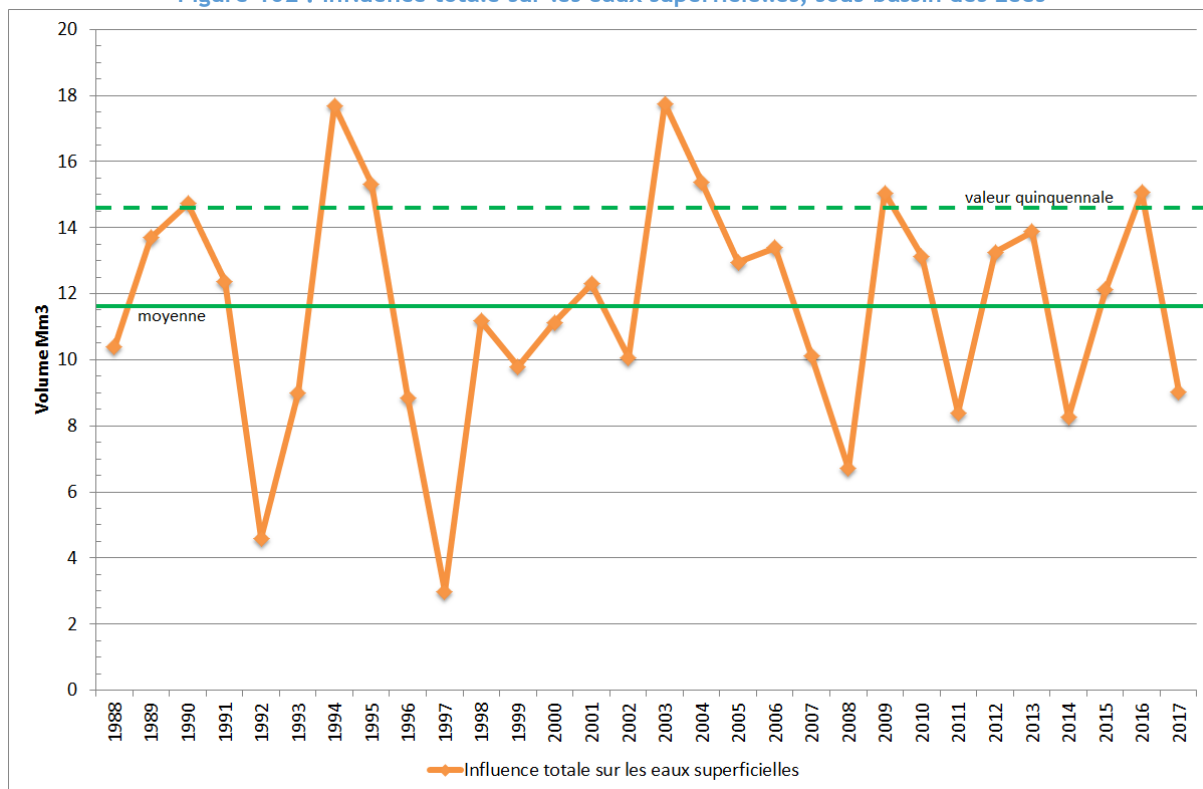
Les usages présents sur le sous-bassin représentent :

- Des prélèvements pour l'eau potable à hauteur de 1,1 Mm³ annuels prélevés dans les eaux souterraines,
- Des rejets de stations d'épuration à hauteur de 0,21 Mm³ annuels,
- Des prélèvements agricoles dépendant de la climatologie utilisés pour irriguer 6232 ha à hauteur de 12,8 Mm³ en année quinquennale.

Ces usages se traduisent par des influences sur les eaux superficielles variables selon l'année considérée. Cf. graphe suivant.



Figure 102 : influence totale sur les eaux superficielles, sous-bassin des Lées



3.6.1.3 Points consignes

Le sous-bassin des Lées comprend un débit seuil de gestion à Bernède à l'aval des réalimentations. Le débit seuil de gestion à Bernède est conditionné par les débits de l'Adour à Aire amont :

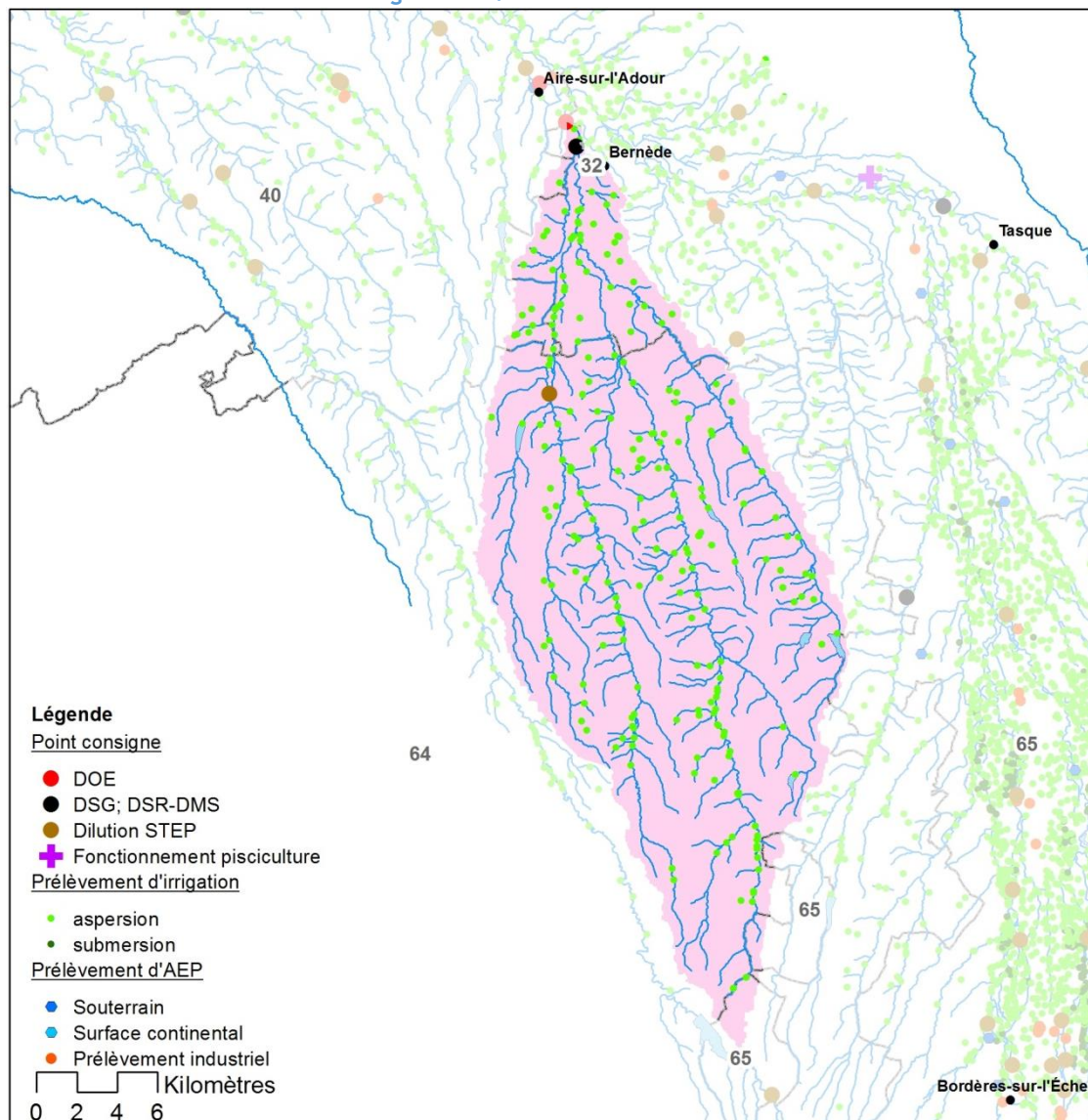
- 0,5 m³/s quand débit à Aire amont > 4,05 m³/s,
- Entre 0,5 et 1,35 m³/s quand 2,7 m³/s < débit à Aire amont < 4,05 m³/s,
- 1,35 m³/s quand débit à Aire amont < 2,7 m³/s.

Un seul débit consigne est dû à un débit de dilution pour une station d'épuration sur ce sous-bassin. Il s'agit de la station d'épuration de Garlin 2 dont le débit consigne est de 0,023 m³/s.

La carte suivante localise les points consignes et les prélèvements.



Figure 103 : sous-bassin des Lées

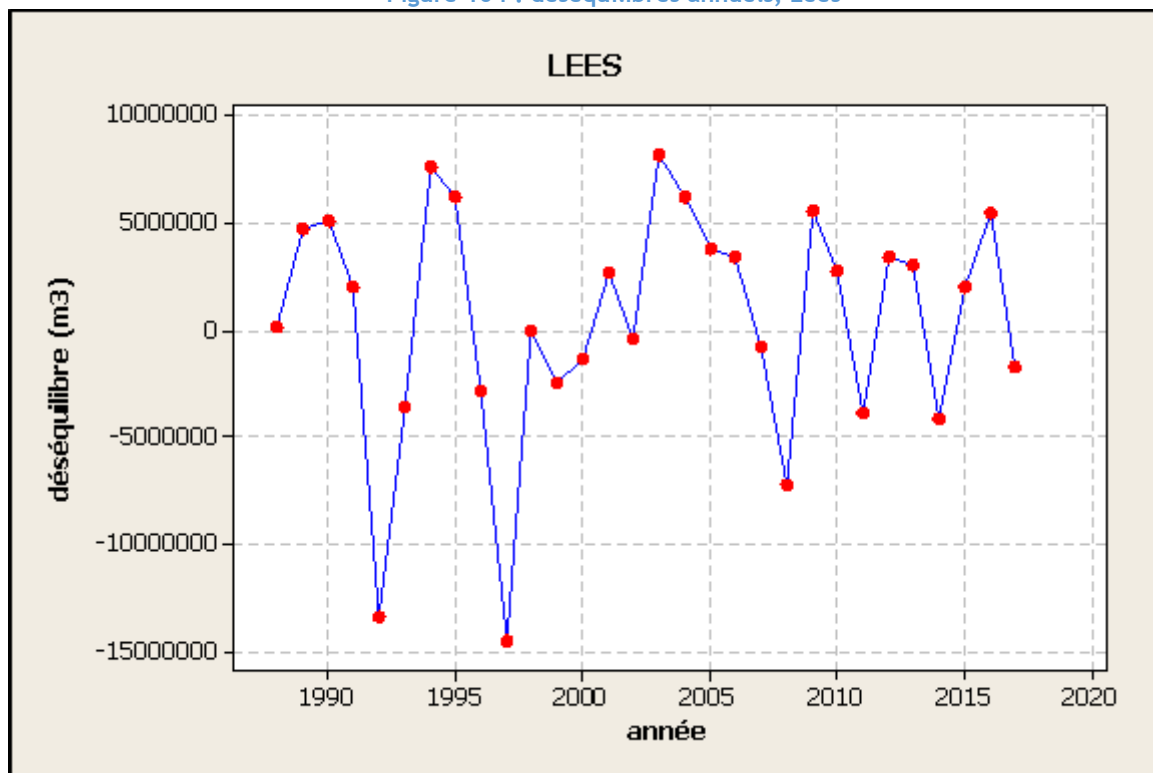


3.6.2 Chronique des déséquilibres et valeurs statistiques

En tenant compte des points consignés du bassin et de la ressource stockée, le déséquilibre varie de 0 à 8,1 Mm³ (débit moyen annuel de 0,26 m³/s).

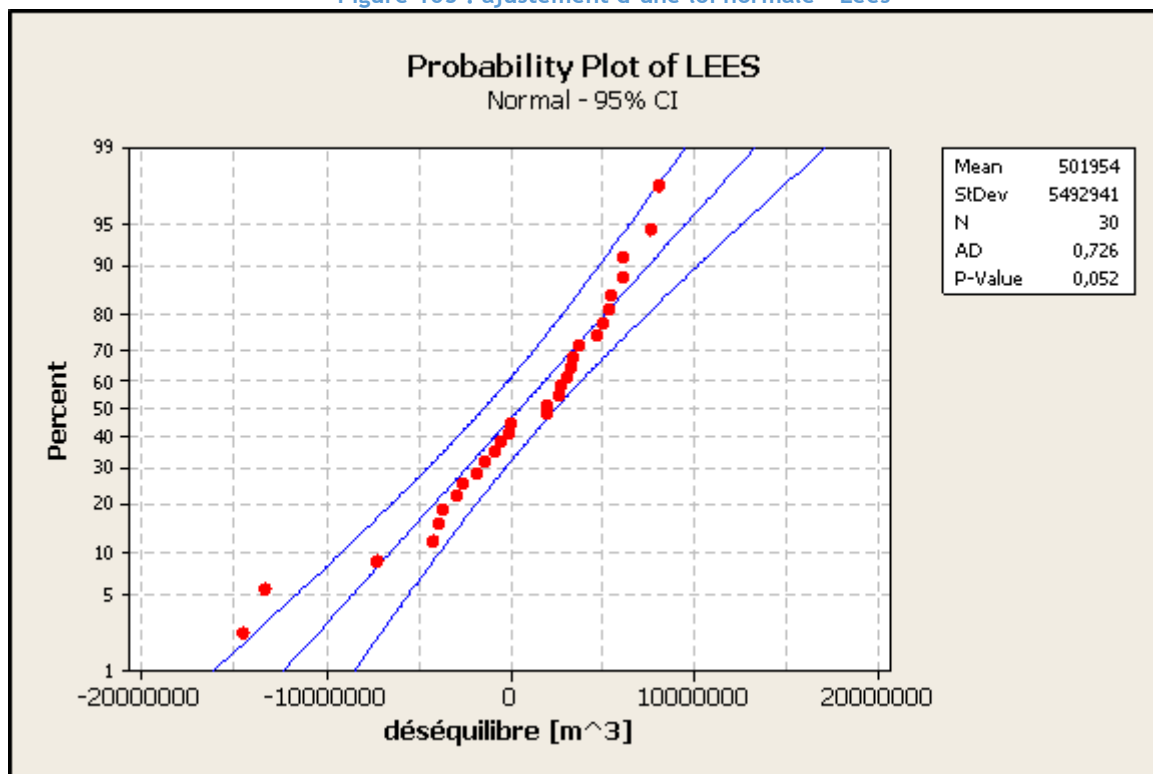


Figure 104 : déséquilibres annuels, Lées



Le graphe et le tableau suivants présentent l'ajustement statistique d'une loi normale à la chronique des 30 déséquilibres annuels.

Figure 105 : ajustement d'une loi normale - Lées



Le test de normalité d'Anderson-Darling montre que l'hypothèse d'une loi normale ne peut pas être rejetée ($p\text{-value} = 0,052 > 0,05$).



Tableau 41 : valeurs statistiques obtenues par ajustement d'une loi normale - Lées

Lées	Moyenne	Ecart-type	Valeur quinquennale	Valeur décennale
Déséquilibre en m ³	501 954	5 492 941	5 124 930	7 541 442
Débit moyen annuel (m ³ /s)	0,02	0,17	0,16	0,24

Le déséquilibre de ce bassin pour lequel la ressource stockée est importante atteint 5,1 Mm³ (0,16 m³/s). Il résulte de 2 facteurs : l'irrigation à usage agricole mais aussi le respect du DSG de Bernède, asservi au débit de l'Adour.

3.6.3 Période de déséquilibre

L'analyse des déséquilibres de chaque année permet de mettre en évidence les périodes où ils apparaissent le plus souvent.

Figure 106 : périodes de déséquilibre - Lées

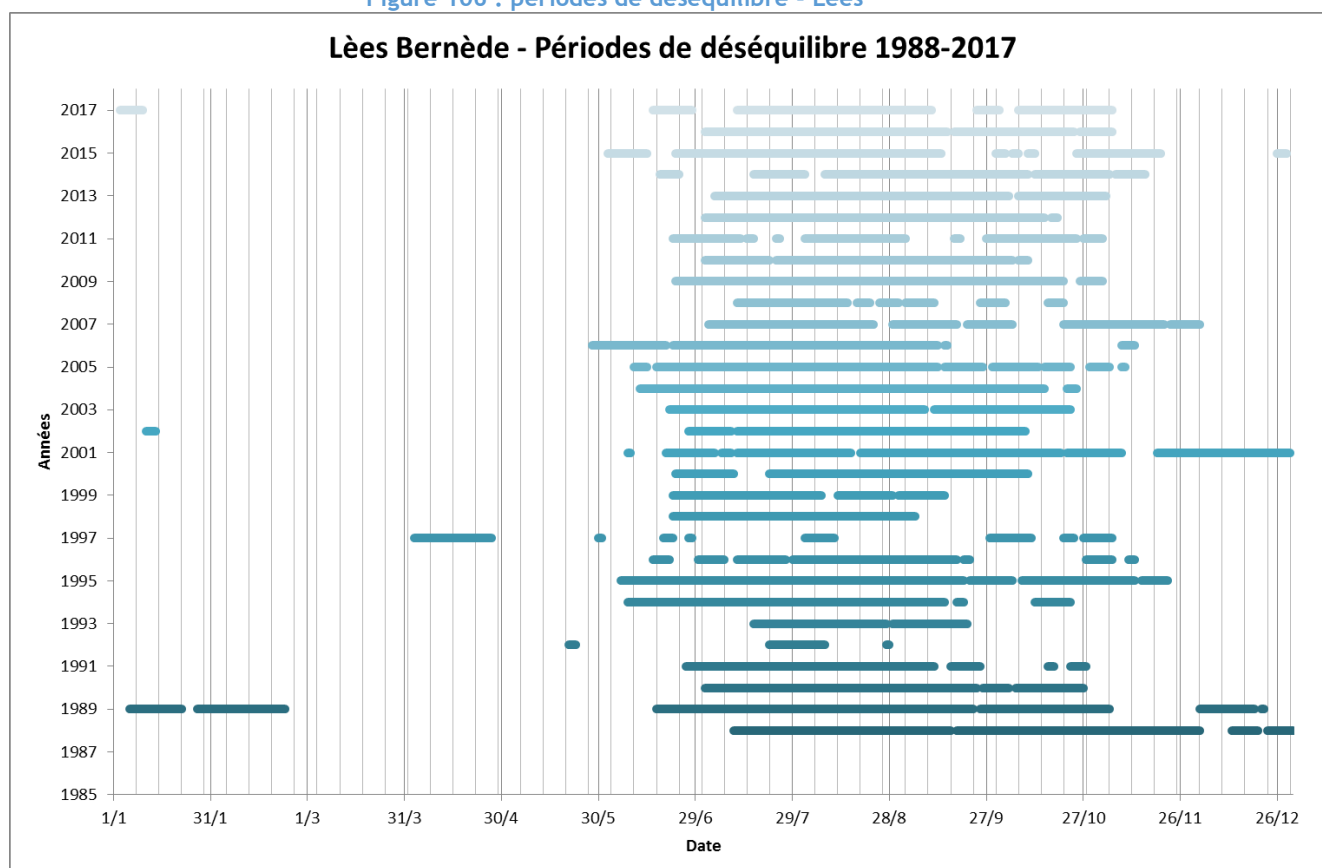


Tableau 42 : fréquence d'apparition des déséquilibres au cours de l'année, Lées

fréquence d'apparition des déséquilibres	01/01 -	07/01 -	08/01 -	14/01 -	15/01 -	21/01 -	22/01 -	28/01 -	29/01 -	04/02 -	05/02 -	11/02 -	12/02 -	18/02 -	19/02 -	25/02 -	26/02 -	03/03 -	04/03 -	10/03 -	11/03 -	17/03 -	18/03 -	24/03 -	25/03 -	31/03 -	01/04 -	07/04 -	08/04 -	14/04 -	15/04 -	21/04 -	22/04 -	28/04 -	29/04 -	05/05 -			
LEES	5%	3%	3%	3%	1%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	2%	2%	0%	0%	0%	0%	0%
fréquence d'apparition des déséquilibres	06/05 -	12/05 -	13/05 -	19/05 -	20/05 -	26/05 -	27/05 -	02/06 -	03/06 -	09/06 -	10/06 -	16/06 -	17/06 -	23/06 -	24/06 -	30/06 -	01/07 -	07/07 -	08/07 -	14/07 -	15/07 -	21/07 -	22/07 -	28/07 -	29/07 -	04/08 -	05/08 -	11/08 -	12/08 -	18/08 -	19/08 -	25/08 -	26/08 -	01/09 -	02/09 -	08/09 -			
LEES	0%	0%	1%	5%	12%	20%	41%	56%	74%	79%	88%	93%	96%	95%	91%	91%	92%	88%	88%	88%	88%	93%	96%	95%	95%	91%	91%	91%	91%	92%	92%	88%	88%	88%	88%	88%	88%	88%	
fréquence d'apparition des déséquilibres	09/09 -	15/09 -	16/09 -	22/09 -	23/09 -	29/09 -	30/09 -	06/10 -	07/10 -	13/10 -	14/10 -	20/10 -	21/10 -	27/10 -	28/10 -	03/11 -	04/11 -	10/11 -	11/11 -	17/11 -	18/11 -	24/11 -	25/11 -	01/12 -	02/12 -	08/12 -	09/12 -	15/12 -	16/12 -	22/12 -	23/12 -	29/12 -	30/12 -	01/01 -					
LEES	74%	66%	66%	65%	58%	54%	50%	48%	24%	16%	12%	10%	7%	9%	8%	9%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%

Sur ce bassin où l'irrigation tient une place importante, la période d'irrigation connaît les plus fortes fréquences d'apparition des déséquilibres. Toutefois, les déséquilibres se poursuivent après la période d'irrigation, aux mois d'octobre, novembre et parfois décembre. Les déséquilibres estimés ici sont entâchés d'incertitude car la prise en compte du DSG de Bernède n'intègre pas de façon aussi dynamique qu'en réalité les débits de l'Adour.

3.7 LE GABAS

3.7.1 Présentation du sous-bassin

3.7.1.1 Hydrographie

Le Gabas prend sa source sur le plateau de Ger à 400 m d'altitude et se jette dans l'Adour à Toulouzette à 25 m d'altitude. Les principaux affluents du Gabas sont le Bas en rive droite et le ruisseau de Laudon en rive gauche à l'aval.

Le barrage du Gabas est construit sur le Gabas en partie amont du bassin versant. Il stocke 20 Mm³ dont 8 Mm³ pour le Gabas. Sur ces 8 Mm³, 2 Mm³ sont actuellement non attribués et ne sont donc pas pris en compte dans les bilans.

Le lac de Coudures stocke 0,9 Mm³ sur un affluent du Bas. A ces réserves du bassin versant, s'ajoutent les volumes de 2 transferts :

- Un transfert du lac de Miramont vers le Bas pour 0,165 Mm³,
- Un transfert depuis le lac d'Agès (hors périmètre d'étude) vers le Laudon pour 0,443 Mm³.

3.7.1.2 Usages de l'eau

Les usages présents sur le sous-bassin représentent :

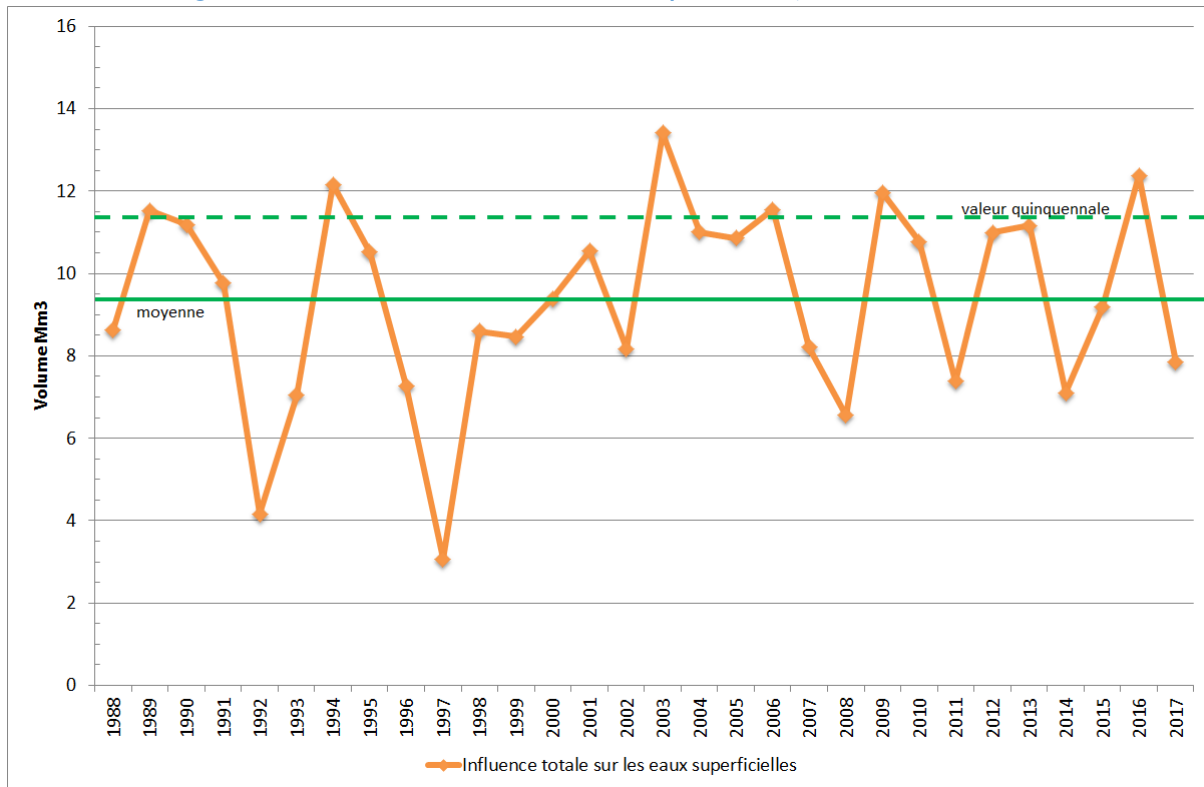
- Des prélèvements pour l'eau potable à hauteur de 1,3 Mm³ annuels prélevés dans la nappe superficielle et 3,7 Mm³ prélevés dans les eaux souterraines,
- Des rejets de stations d'épuration à hauteur de 0,16 Mm³ annuels,



- Des prélèvements agricoles dépendant de la climatologie utilisés pour irriguer 4203 ha à hauteur de 8,9 Mm³ en année quinquennale.

Ces usages se traduisent par des influences sur les eaux superficielles variables selon l'année considérée. Cf. graphe suivant.

Figure 107 : influence totale sur les eaux superficielles, sous-bassin du Gabas



3.7.1.3 Points consignes

Le sous-bassin du Gabas comprend un débit seuil de gestion à Audignon à l'aval de la réalimentation. Le débit seuil de gestion à Audignon est fixé à 0,6 m³/s pendant 3 mois.

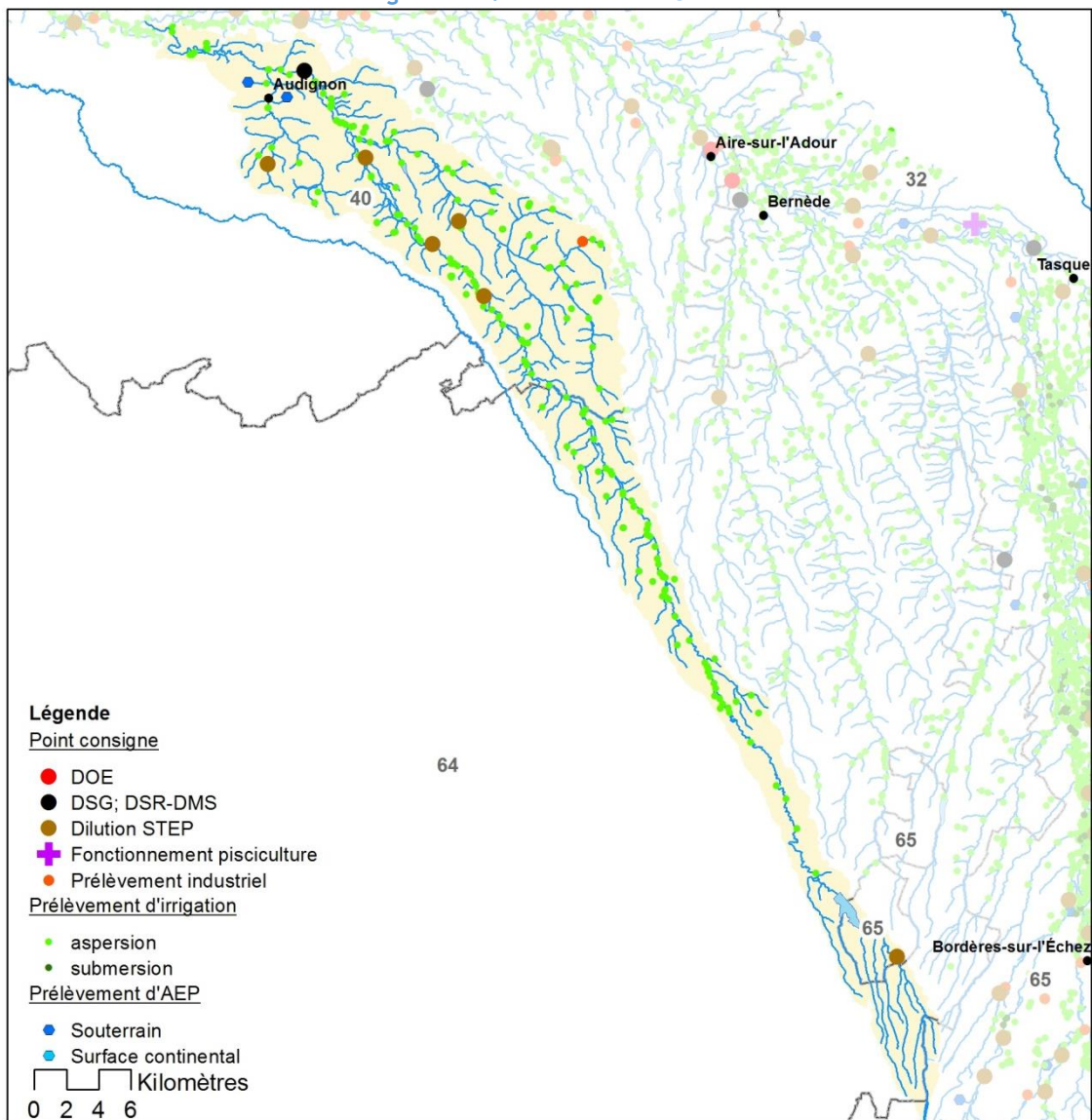
Il y a aussi un point consigne à l'aval du Bas à 20 l/s.

Les points consignes associés aux débits de dilution de stations d'épuration sont essentiellement localisés en partie aval du bassin sur l'axe du Gabas mais aussi sur de petits affluents (stations d'épuration de Bats et d'Horsarrieu).

La carte suivante localise les points consignes et les prélèvements.



Figure 108 : sous-bassin du Gabas

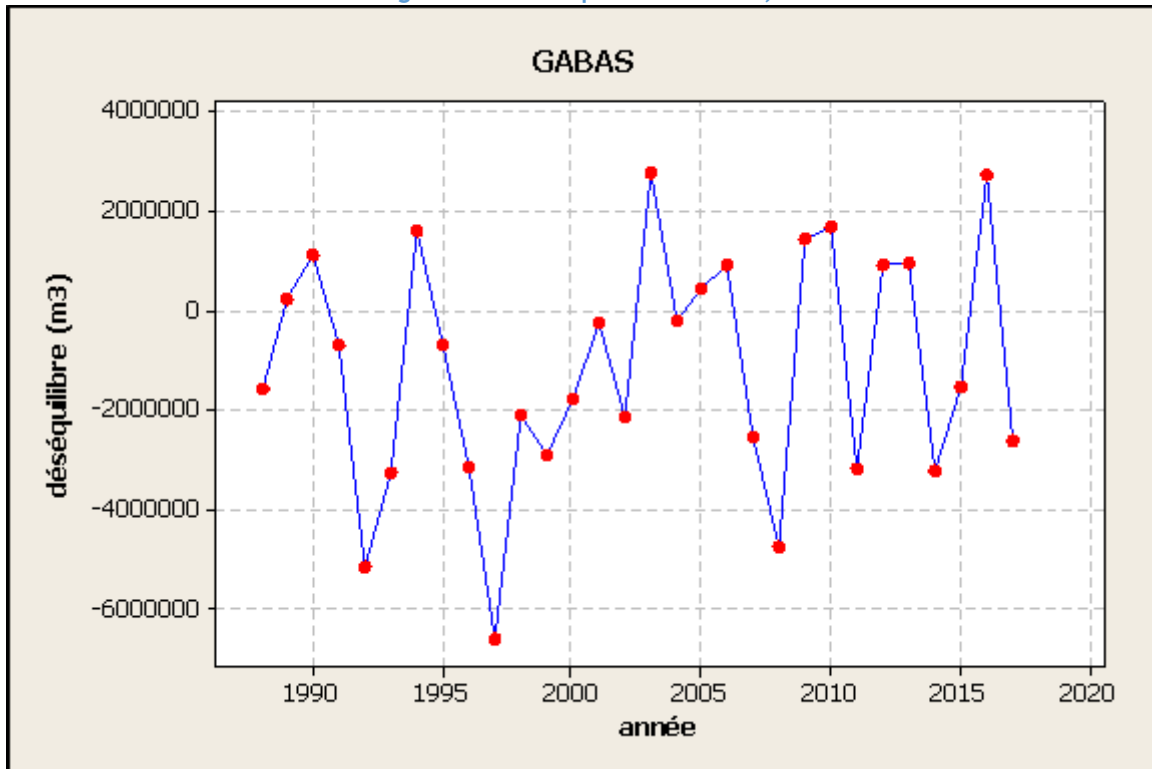


3.7.2 Chronique des déséquilibres et valeurs statistiques

En tenant compte des points consignés du bassin et de la ressource stockée, le déséquilibre varie de 0 à 2,8 Mm³ (débit moyen annuel de 0,09 m³/s).

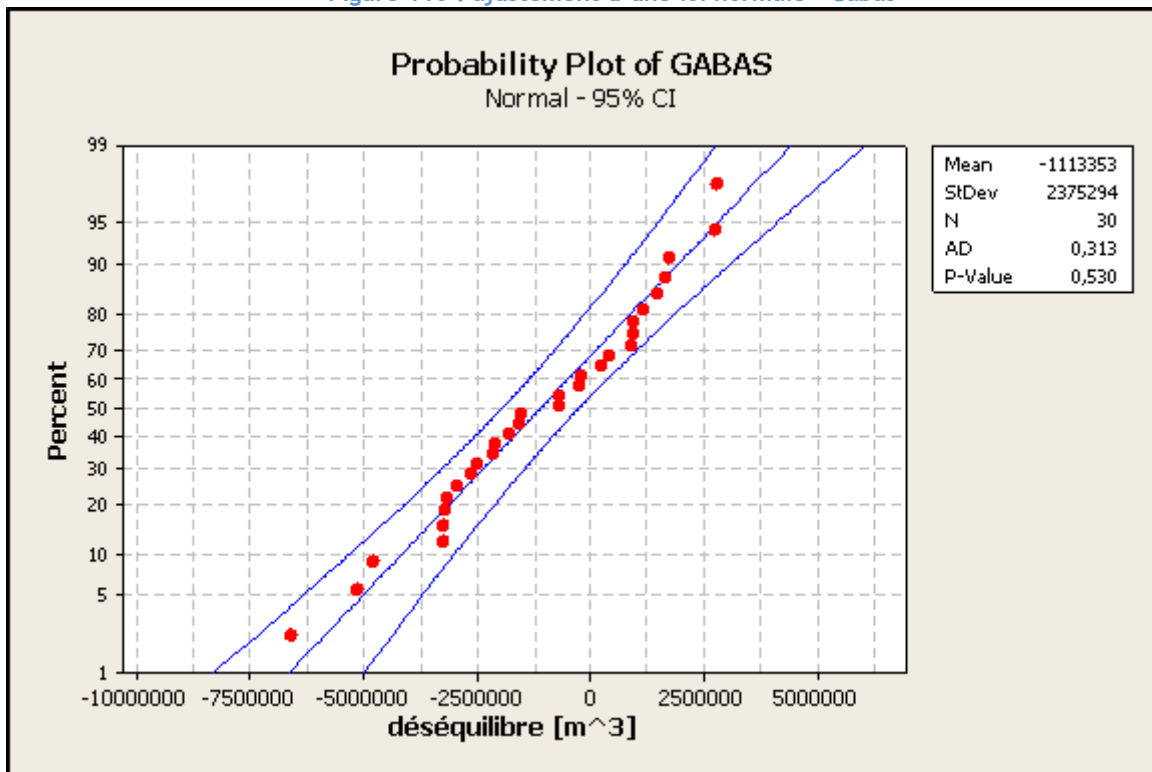


Figure 109 : déséquilibres annuels, Gabas



Le graphe et le tableau suivants présentent l'ajustement statistique d'une loi normale à la chronique des 30 déséquilibres annuels.

Figure 110 : ajustement d'une loi normale - Gabas



Le test de normalité d'Anderson-Darling montre que l'hypothèse d'une loi normale ne peut pas être rejetée ($p\text{-value} = 0,53 > 0,05$).



Tableau 43 : valeurs statistiques obtenues par ajustement d'une loi normale - Gabas

Gabas	Moyenne	Écart-type	Valeur quinquennale	Valeur décennale
Déséquilibre en m ³	-1 113 353	2 375 294	885 745	1 930 709
Débit moyen annuel m ³ /s	-0,04	0,08	0,03	0,06

En l'état actuel des souscriptions, le déséquilibre de ce bassin atteint 0,9 Mm³ (0,03 m³/s).

3.7.3 Période de déséquilibre

L'analyse des déséquilibres de chaque année permet de mettre en évidence les périodes où ils apparaissent le plus souvent.

Figure 111 : périodes de déséquilibre - Gabas

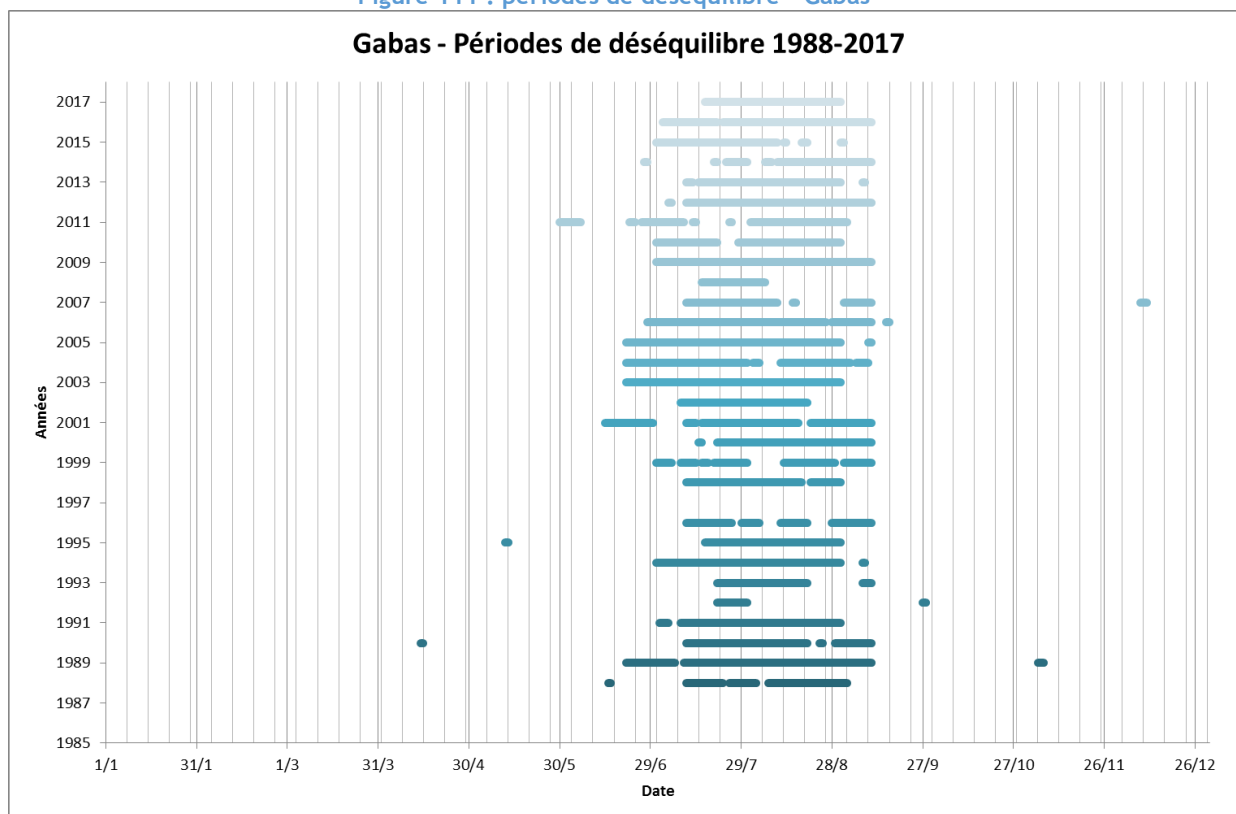


Tableau 44 : fréquence d'apparition des déséquilibres au cours de l'année, Gabas

fréquence d'apparition des déséquilibres	01/01 -	07/01	08/01 -	14/01	15/01 -	21/01	22/01 -	28/01	29/01 -	04/02	05/02 -	11/02	12/02 -	18/02	19/02 -	25/02	26/02 -	03/03	04/03 -	10/03	11/03 -	17/03	18/03 -	24/03	25/03 -	31/03	01/04 -	07/04	08/04 -	14/04	15/04 -	21/04	22/04 -	28/04	29/04 -	05/05
GABAS	0%	0%	2%	0%	0%	1%	0%	0%	1%	0%	0%	1%	0%	0%	1%	0%	1%	0%	0%	0%	1%	0%	1%	0%	0%	0%	2%	2%	3%	1%						
fréquence d'apparition des déséquilibres	06/05 -	12/05	13/05 -	19/05	20/05 -	26/05	27/05 -	02/06	03/06 -	09/06	10/06 -	16/06	17/06 -	23/06	24/06 -	30/06	01/07 -	07/07	08/07 -	14/07	15/07 -	21/07	22/07 -	28/07	29/07 -	04/08	05/08 -	11/08	12/08 -	18/08	19/08 -	25/08	26/08 -	01/09	02/09 -	08/09
GABAS	2%	2%	2%	2%	4%	3%	12%	22%	42%	60%	80%	89%	89%	80%	86%	75%	70%	48%																		
fréquence d'apparition des déséquilibres	09/09 -	15/09	16/09 -	22/09	23/09 -	29/09	30/09 -	06/10	07/10 -	13/10	14/10 -	20/10	21/10 -	27/10	28/10 -	03/11	04/11 -	10/11	11/11 -	17/11	18/11 -	24/11	25/11 -	01/12	02/12 -	08/12	09/12 -	15/12	16/12 -	22/12	23/12 -	29/12	30/12 -	01/01		
GABAS	15%	2%	3%	0%	2%	1%	1%	1%	3%	0%	1%	1%	0%	1%	0%	1%	1%	1%	0%	1%	1%	0%	1%	1%	0%	0%										

Sur ce bassin où l'usage d'irrigation constitue la principale pression sur la ressource, les déséquilibres se concentrent de mi-juillet au 25 août. La fréquence d'apparition maximale de ce sous-bassin est moins forte que sur d'autres sous-bassins, comme les Lées par exemple. Les déséquilibres estimés ici sont entâchés d'un peu d'incertitude car le démarrage de la période de 3 mois de réalimentation est réalisé à date fixe.

3.8 L'ADOUR A AIRE AMONT

3.8.1 Présentation du sous-bassin

3.8.1.1 Hydrographie

L'Adour prend sa source au Pic du Midi de Bigorre, à 2800m d'altitude. A Aire-sur-l'Adour, son bassin versant s'étend sur 2245 km² et il a parcouru 130 km. Son régime hydrologique de type pluvio-nival est influencé par la partie amont du bassin en zone montagneuse.

Des ressources sont stockées en haute-montagne : le lac bleu pour un volume dédié de 4,7 Mm³ et le lac de Gréziolles dont le volume dédié à l'Adour est de 2,8 Mm³. Plus à l'aval,

- La gravière de Vic-en-Bigorre permet un apport de 0,5 Mm³ à l'Adour,
- sur le bassin versant de l'Arros, le lac de la Barne stocke 0,95 Mm³.

3.8.1.2 Usages de l'eau

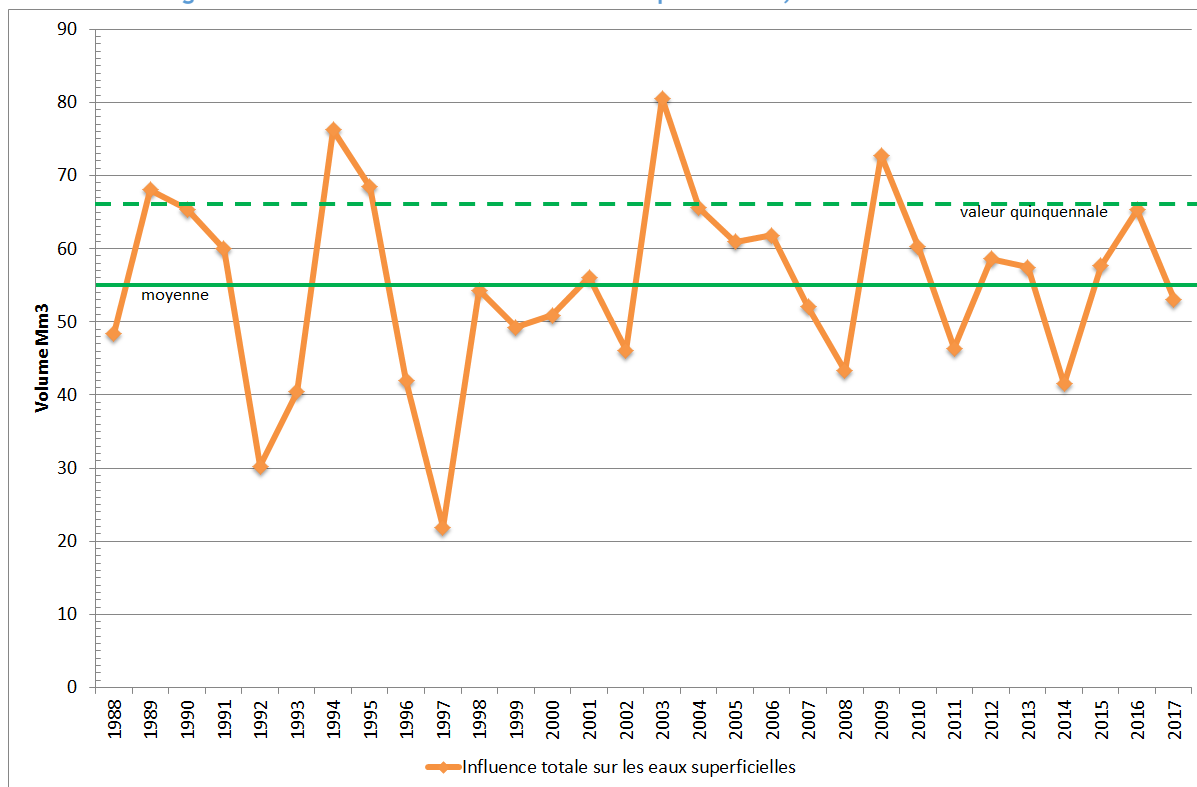
Les usages présents **spécifiquement** sur l'axe Adour représentent :

- Des prélèvements pour l'eau potable à hauteur de 7,221 Mm³ annuels prélevés dans les eaux souterraines,
- Des rejets de stations d'épuration à hauteur de 6,211 Mm³ annuels,
- Un bilan prélèvements - rejets industriels bénéficiaire pour le milieu superficiel à hauteur de 0,098 Mm³,
- Des prélèvements agricoles dépendant de la climatologie utilisés pour irriguer 9745 ha (hors surfaces irriguées sur affluents, hors réserves individuelles et hors eaux souterraines au-delà de l'isochrone 90 j) à hauteur de 23,2 Mm³ en année quinquennale ; les surfaces irriguées sont surtout présentes en aval d'Hiis, pas sur la partie amont du bassin, montagneuse.



L'ensemble des usages des sous-bassins en amont d'Aire se traduit par des influences sur les eaux superficielles variables selon l'année considérée. Cf. graphe suivant.

Figure 112 : influence totale sur les eaux superficielles, Adour en amont d'Aire



3.8.1.3 Points consignes

Le DOE est fixé à Aire amont Lées à 4,5 m³/s. En amont de ce point, le débit consigne d'Estirac est pris en compte à 3,3 m³/s, de même que l'ensemble des débits de dilution des stations d'épuration du bassin parmi lesquelles les stations d'épuration de Tarbes sont les plus importantes avec des débits de dilution de 2,333 m³/s pour Tarbes Ouest (dont le rejet est dans l'Echez, à l'aval de la Gespe qui dérive des eaux de l'Adour vers l'Echez) et 2,5 m³/s pour Tarbes Est.

En partie amont, des cas particuliers comme la station d'épuration de la Mongie ou celle du Pic du Midi ne sont pas pris en compte dans le scénario de base en raison de leurs spécificités et de leur fonctionnement saisonnier (la STEP de la Mongie ne fonctionne à plus de 50% de sa capacité que 2 mois dans l'année).

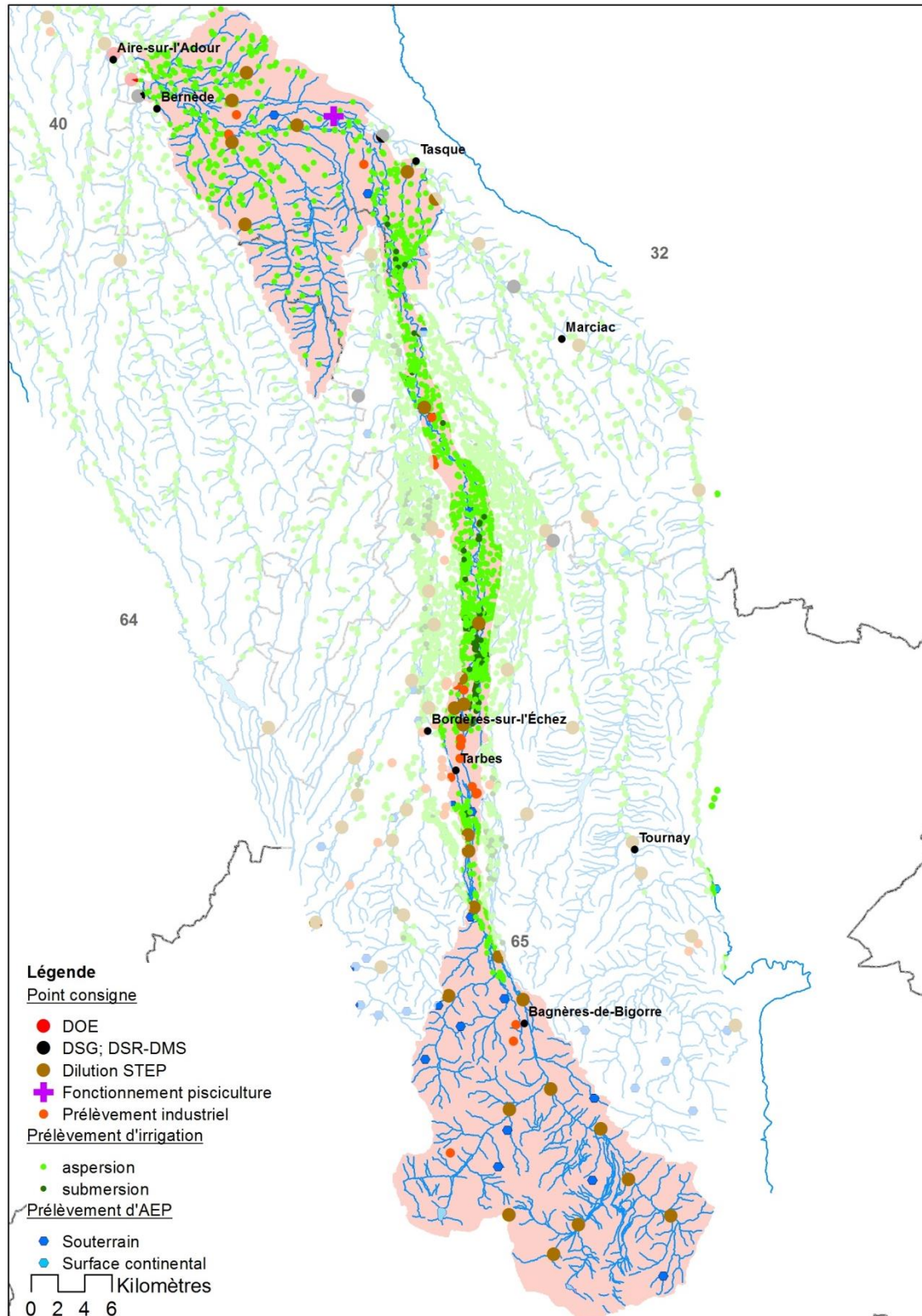
La station d'épuration de Bagnères-de-Bigorre Ville est également considérée comme un cas particulier et prise en compte avec son débit de dilution alternatif dans le scénario de base.

Par ailleurs, le débit minimum de fonctionnement de la pisciculture de Riscle (0,8 m³/s) est pris en compte au niveau du canal de Tarsaguet.

La carte suivante localise les points consignes et les prélèvements des sous-bassins de l'Adour spécifiquement.



Figure 113 : sous-bassin de l'Adour (hors affluents) en amont d'Aire



Le bassin de l'Adour en amont d'Aire et ses affluents (Echez, Arros, Louet, Alaric) sont interconnectés : des canaux dérivent une partie de l'eau de l'Adour vers les affluents, si bien que les résultats de déséquilibres qui suivent sont présentés pour l'ensemble du bassin de l'Adour en amont d'Aire.

Les affluents ayant déjà été abordés précédemment, la carte ci-dessus focalise sur l'axe Adour.

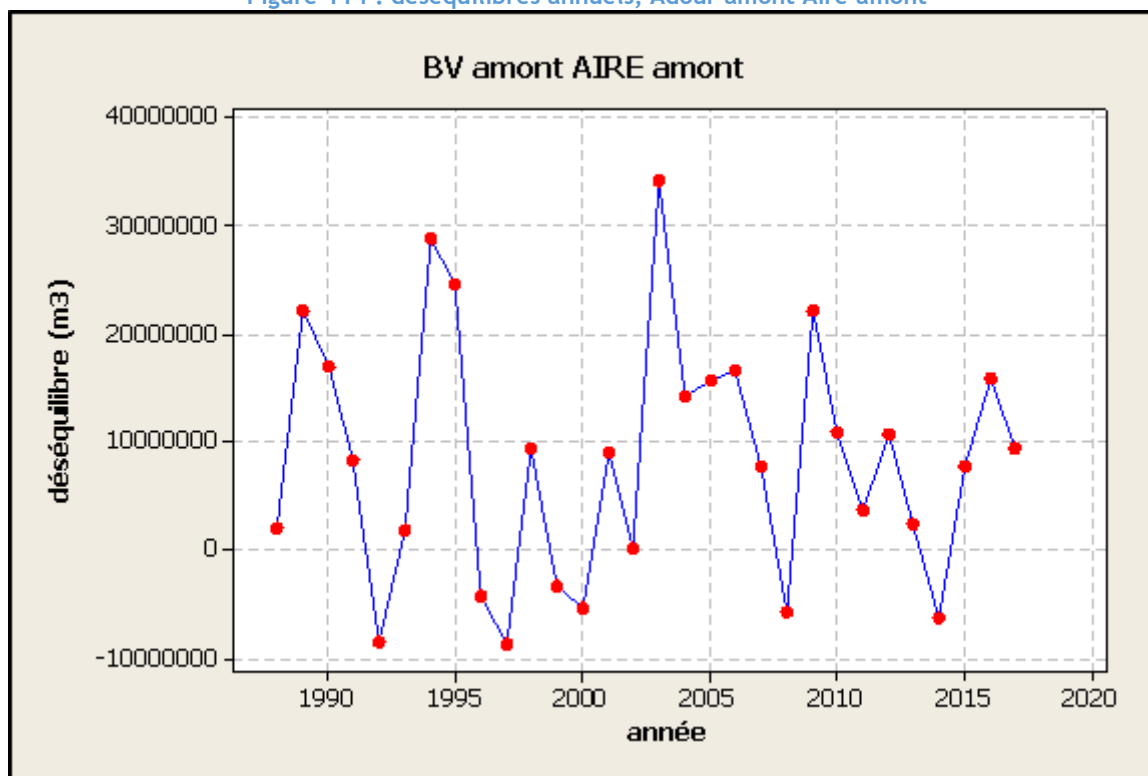


3.8.2 Chronique des déséquilibres et valeurs statistiques

Le sous-bassin du Bouès possède un fonctionnement particulier avec les apports de la Neste. Nous avons vu précédemment qu'il est ainsi actuellement à l'équilibre. Aussi, il est exclu du bilan en amont d'Aire.

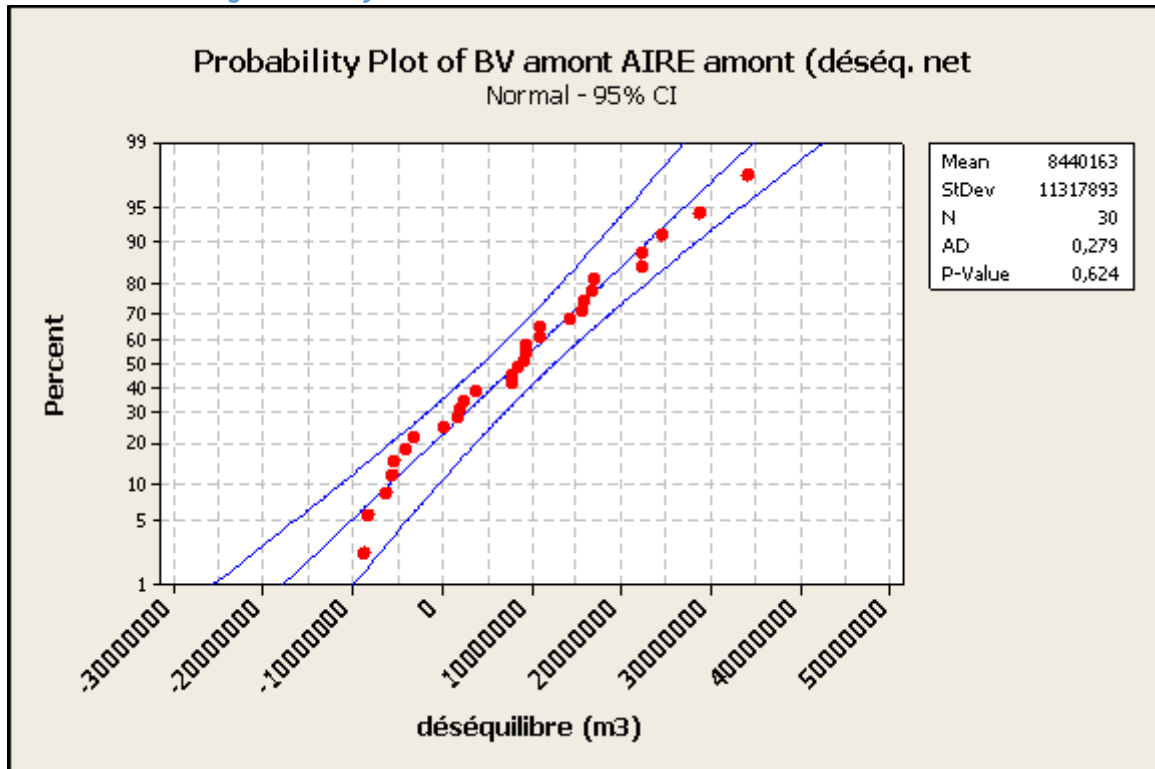
En tenant compte des points consignes du bassin et de la ressource stockée, le déséquilibre de l'ensemble du bassin en amont d'Aire amont Lées (intégrant les affluents Arros, Echez, Louet notamment) varie de 0 à 34,2 Mm³ (débit moyen annuel de 1,1 m³/s).

Figure 114 : déséquilibres annuels, Adour amont Aire amont



Le graphe et le tableau suivants présentent l'ajustement statistique d'une loi normale à la chronique des 30 déséquilibres annuels.

Figure 115 : ajustement d'une loi normale - Adour en amont d'Aire



Le test de normalité d'Anderson-Darling montre que l'hypothèse d'une loi normale ne peut pas être rejetée (p-value = 0,624 > 0,05).

Tableau 45 : valeurs statistiques obtenues par ajustement d'une loi normale - Adour amont Aire

Adour amont Aire	Moyenne	Ecart-type	Valeur quinquennale	Valeur décennale
Déséquilibre en m^3	8 440 163	11 317 893	17 965 542	22 944 627
Débit moyen annuel en m^3/s	0,27	0,36	0,57	0,73

L'intégration de la station d'épuration de Bagnères-Ville à son débit de dilution réglementaire ($5,556 m^3/s$) génère un déséquilibre propre à l'amont du bassin de $32 Mm^3$ (débit moyen annuel de $1,01 m^3/s$).

Par ailleurs, on estime que le respect du débit de dilution pour la station d'épuration de la Mongie ($0,556 m^3/s$) crée un déséquilibre propre de $8,8 Mm^3$ (valeur quinquennale). Toutefois, pour ce petit bassin versant montagneux, des précautions par rapport à l'évaluation des débits naturels qui se base sur la reconstitution faite à Tarbes par modèle pluie-débit doivent être prises.

Le déséquilibre atteint à Aire amont en tenant compte de l'ensemble du bassin s'élève à $18 Mm^3$ ($0,57 m^3/s$). Cette valeur intègre les déséquilibres des affluents, en particulier l'Arros, l'Echez et le Louet qui y contribuent largement. Mais, du fait des interconnexions de cette partie du bassin versant, les valeurs particulières résultent d'un scénario basé sur des hypothèses qui influencent la répartition des déséquilibres.

3.8.3 Période de déséquilibre

L'analyse des déséquilibres de chaque année permet de mettre en évidence les périodes où ils apparaissent le plus souvent.



Figure 116 : périodes de déséquilibre - Adour amont Aire

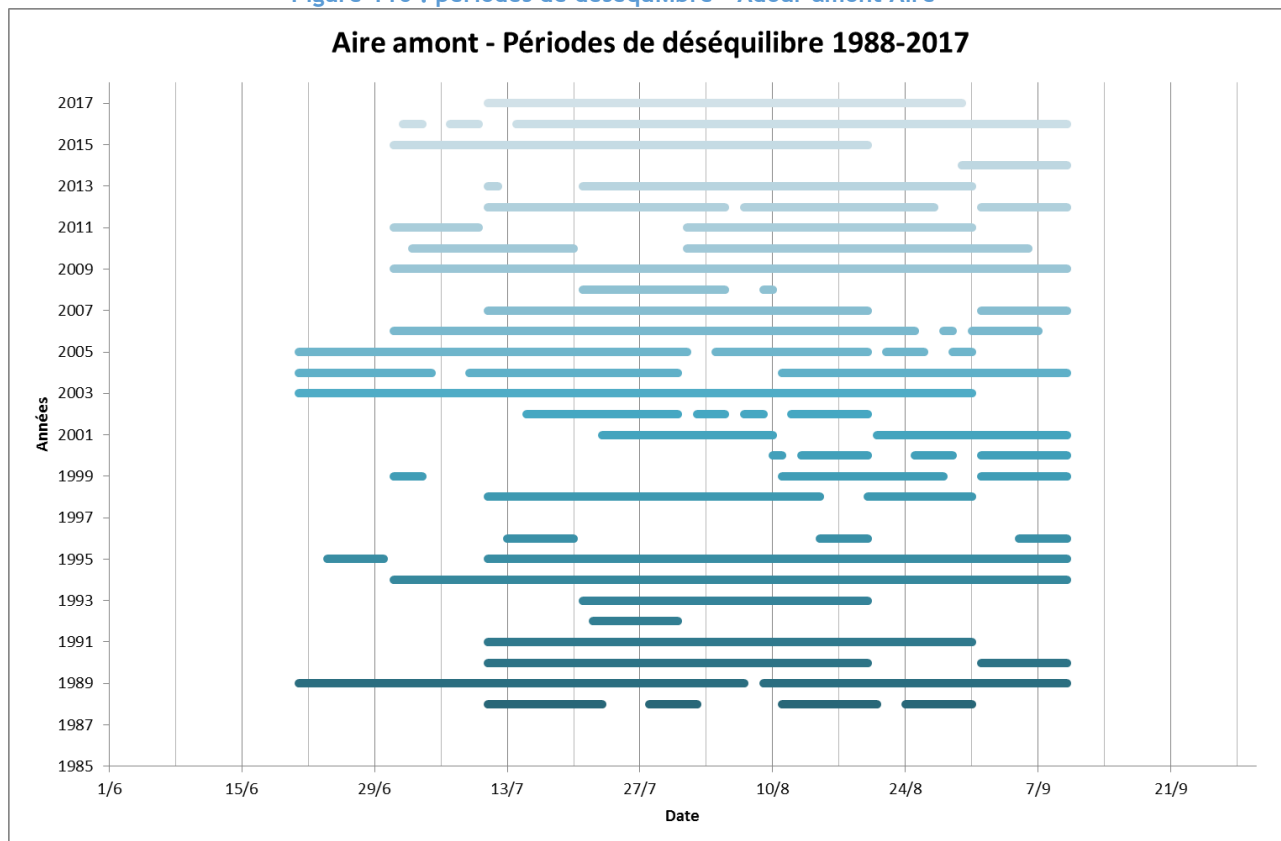


Tableau 46 : fréquence d'apparition des déséquilibres au cours de l'année, Adour Aire amont

fréquence d'apparition des déséquilibres	01/01 - 07/01	08/01 - 14/01	15/01 - 21/01	22/01 - 28/01	29/01 - 04/02	05/02 - 11/02	12/02 - 18/02	19/02 - 25/02	26/02 - 03/03	04/03 - 10/03	11/03 - 17/03	18/03 - 24/03	25/03 - 31/03	01/04 - 07/04	08/04 - 14/04	15/04 - 21/04	22/04 - 28/04	29/04 - 05/05
ADOUR AIRE AMONT	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

fréquence d'apparition des déséquilibres	06/05 - 12/05	13/05 - 19/05	20/05 - 26/05	27/05 - 02/06	03/06 - 09/06	10/06 - 16/06	17/06 - 23/06	24/06 - 30/06	01/07 - 07/07	08/07 - 14/07	15/07 - 21/07	22/07 - 28/07	29/07 - 04/08	05/08 - 11/08	12/08 - 18/08	19/08 - 25/08	26/08 - 01/09	02/09 - 08/09
ADOUR AIRE AMONT	0%	0%	0%	0%	0%	6%	17%	35%	50%	67%	74%	75%	71%	80%	68%	58%	50%	

fréquence d'apparition des déséquilibres	09/09 - 15/09	16/09 - 22/09	23/09 - 29/09	30/09 - 06/10	07/10 - 13/10	14/10 - 20/10	21/10 - 27/10	28/10 - 03/11	04/11 - 10/11	11/11 - 17/11	18/11 - 24/11	25/11 - 01/12	02/12 - 08/12	09/12 - 15/12	16/12 - 22/12	23/12 - 29/12	30/12 - 01/01
ADOUR AIRE AMONT	14%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%



Le respect du DOE à Aire amont est problématique pendant la période d'étiage. Les déséquilibres apparaissent le plus fréquemment de mi-juillet au 25 août, période durant laquelle la satisfaction des usages et des besoins du milieu est la plus difficile.

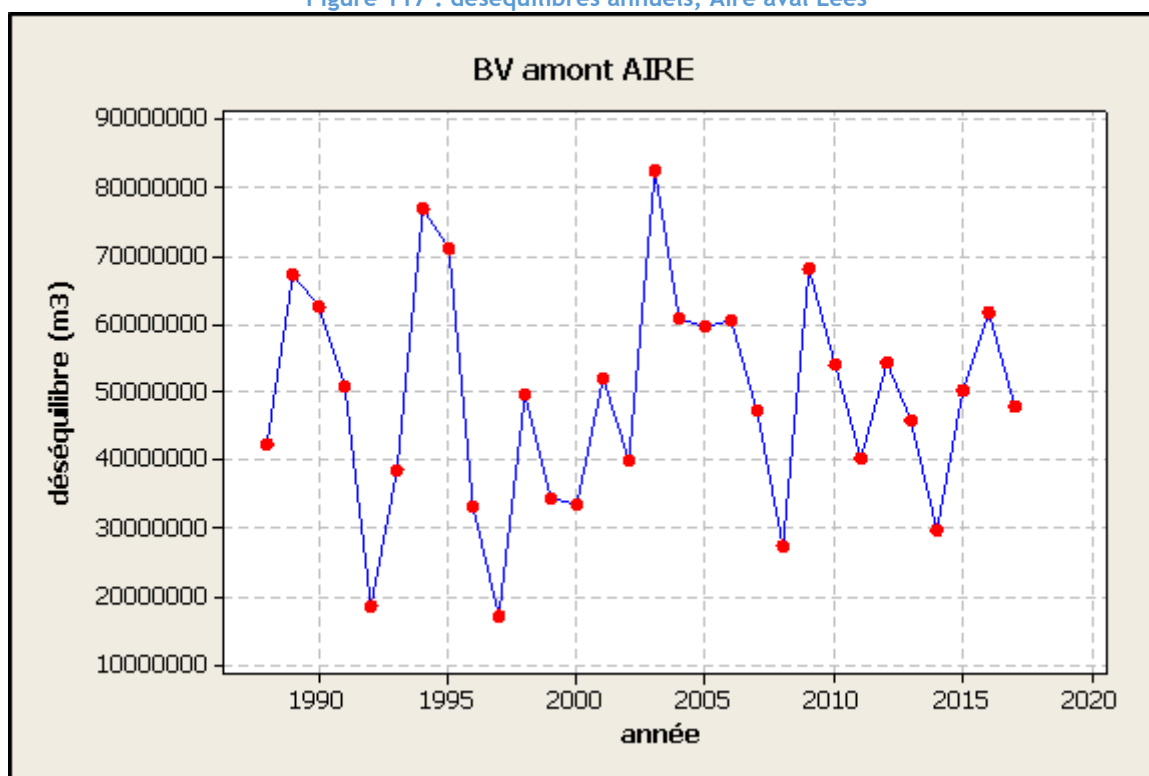
3.9 L'ADOUR A AIRE AVAL LEES

Le périmètre comprend le bassin de l'Adour à Aire amont auquel s'ajoute le sous-bassin des Lées. Le DOE à Aire aval Lées s'établit à 5,8 m³/s.

3.9.1 Chronique des déséquilibres et valeurs statistiques

En tenant compte des points consignés du bassin et de la ressource stockée, le déséquilibre au DOE Aire aval Lées varie de 0 à 42,3 Mm³ (débit moyen annuel de 1,34 m³/s).

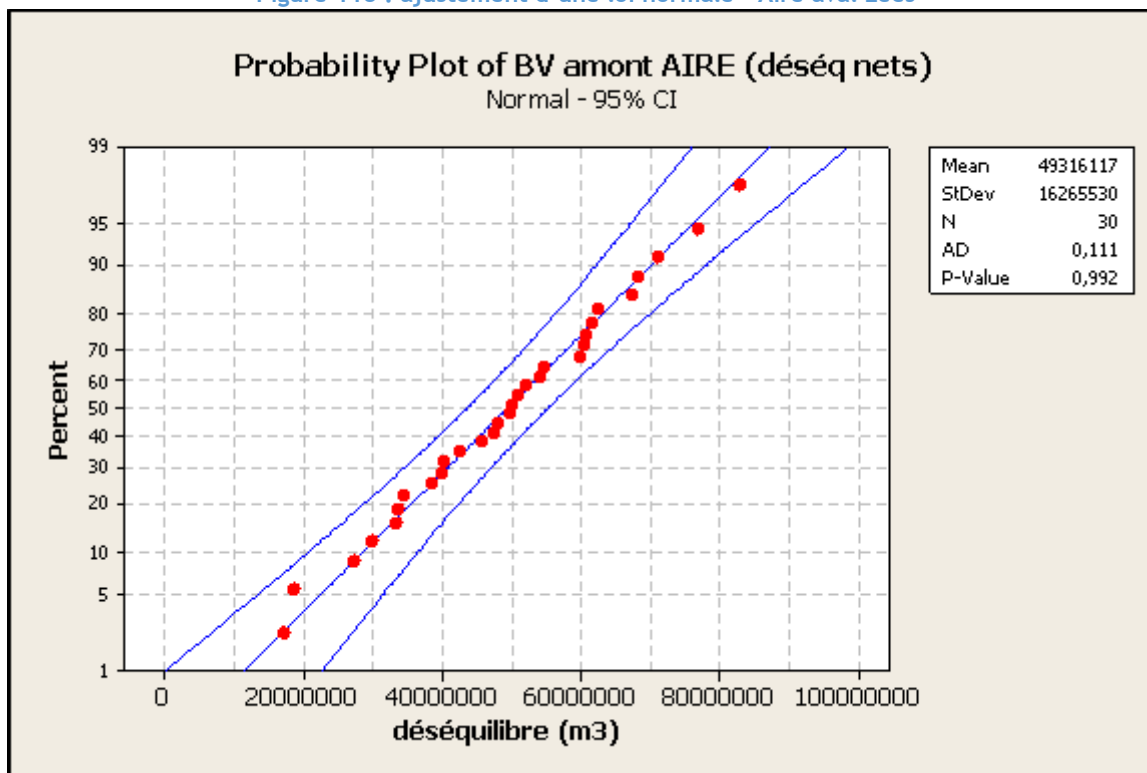
Figure 117 : déséquilibres annuels, Aire aval Lées



Le graphe et le tableau suivants présentent l'ajustement statistique d'une loi normale à la chronique des 30 déséquilibres annuels.



Figure 118 : ajustement d'une loi normale - Aire aval Lées



Le test de normalité d'Anderson-Darling montre que l'hypothèse d'une loi normale ne peut pas être rejetée ($p\text{-value} = 0,992 > 0,05$).

Tableau 47 : valeurs statistiques obtenues par ajustement d'une loi normale - Adour à Aire aval Lées

Adour à Aire aval Lées	Moyenne	Ecart-type	Valeur quinquennale	Valeur décennale
Déséquilibre en m ³	9 942 117	16 265 530	22 631 532	29 787 232
Débit moyen annuel en m ³ /s	0,28	0,52	0,72	0,94

3.9.2 Période de déséquilibre

L'analyse des déséquilibres de chaque année permet de mettre en évidence les périodes où ils apparaissent le plus souvent.



Figure 119 : périodes de déséquilibre - Adour à Aire aval Lées

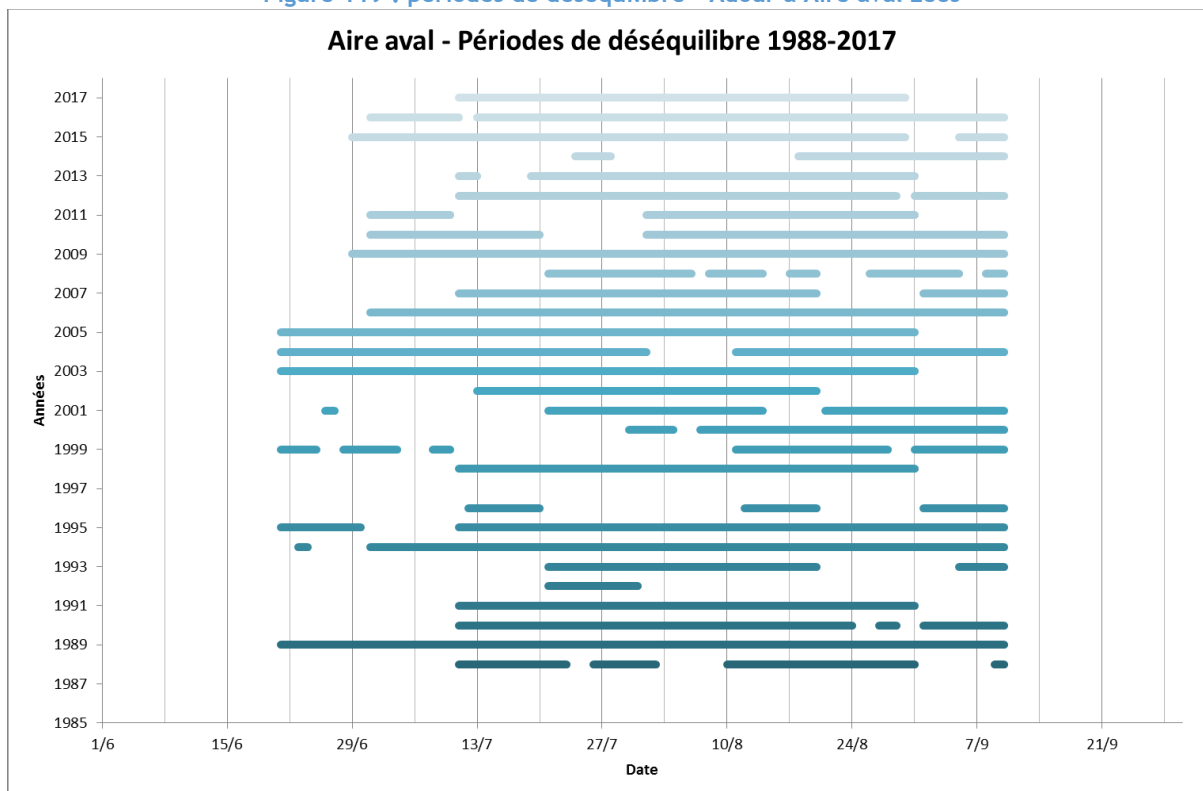


Tableau 48 : fréquence d'apparition des déséquilibres au cours de l'année, Adour Aire aval Lées

fréquence d'apparition des déséquilibres	01/01 -	07/01	08/01 -	14/01	15/01 -	21/01	22/01 -	28/01	29/01 -	04/02	05/02 -	11/02	12/02 -	18/02	19/02 -	25/02	26/02 -	03/03	04/03 -	10/03	11/03 -	17/03	18/03 -	24/03	25/03 -	31/03	01/04 -	07/04	08/04 -	14/04	15/04 -	21/04	22/04 -	28/04	29/04 -	05/05			
ADOUR AIRE AVAL LEES	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
fréquence d'apparition des déséquilibres	06/05 -	12/05	13/05 -	19/05	20/05 -	26/05	27/05 -	02/06	03/06 -	09/06	10/06 -	16/06	17/06 -	23/06	24/06 -	30/06	01/07 -	07/07	08/07 -	14/07	15/07 -	21/07	22/07 -	28/07	29/07 -	04/08	05/08 -	11/08	12/08 -	18/08	19/08 -	25/08	26/08 -	01/09	02/09 -	08/09			
ADOUR AIRE AVAL LEES	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	9%	23%	39%	55%	69%	78%	80%	77%	88%	80%	73%	60%																				
fréquence d'apparition des déséquilibres	09/09 -	15/09	16/09 -	22/09	23/09 -	29/09	30/09 -	06/10	07/10 -	13/10	14/10 -	20/10	21/10 -	27/10	28/10 -	03/11	04/11 -	10/11	11/11 -	17/11	18/11 -	24/11	25/11 -	01/12	02/12 -	08/12	09/12 -	15/12	16/12 -	22/12	23/12 -	29/12	30/12 -	01/01					
ADOUR AIRE AVAL LEES	19%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	

Le respect du DOE à Aire aval est problématique pendant la période d'étiage. Les déséquilibres apparaissent le plus fréquemment de mi-juillet au 1^{er} septembre, période durant laquelle la satisfaction des usages et des besoins du milieu est la plus difficile à atteindre.



3.10 L'ADOUR ENTRE AIRE AVAL ET AUDON

3.10.1 Présentation du sous-bassin

3.10.1.1 Hydrographie

Entre Aire-sur-l'Adour et Audon, l'Adour s'écoule dans sa vaste plaine entre 78 et 14 m d'altitude. A Audon, l'influence maritime n'est pas encore sensible.

Sur ce tronçon, le Gabas constitue un des principaux affluents en rive gauche.

Des ressources sont stockées sur les affluents (en rive gauche : Brousseau, Bahus, Lourden, Bayle ; en rive droite : Gioulé) pour un total de 17 Mm³, et sur le Gabas (cf. § dédié).

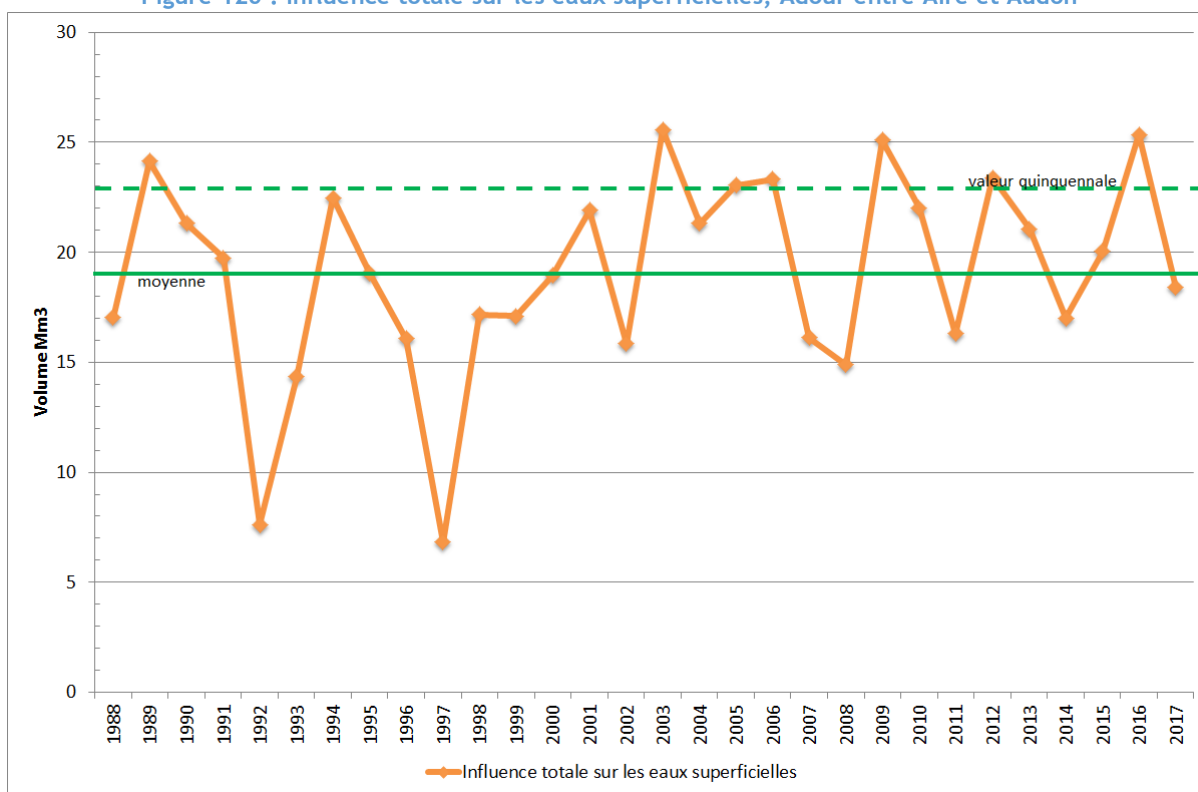
3.10.1.2 Usages de l'eau

Les usages présents spécifiquement sur l'axe Adour représentent :

- Des prélèvements pour l'eau potable à hauteur de 1,65 Mm³ annuels prélevés dans les eaux souterraines,
- Des rejets de stations d'épuration à hauteur de 1,57 Mm³ annuels,
- Un bilan prélèvements - rejets industriels bénéficiaire pour le milieu superficiel à hauteur de 0,114 Mm³,
- Des prélèvements agricoles dépendant de la climatologie utilisés pour irriguer 8859 ha à hauteur de 21 Mm³ en année quinquennale.

L'ensemble des usages entre Aire et Audon se traduit par des influences sur les eaux superficielles variables selon l'année considérée. Cf. graphe suivant.

Figure 120 : influence totale sur les eaux superficielles, Adour entre Aire et Audon



3.10.1.3 Points consignes

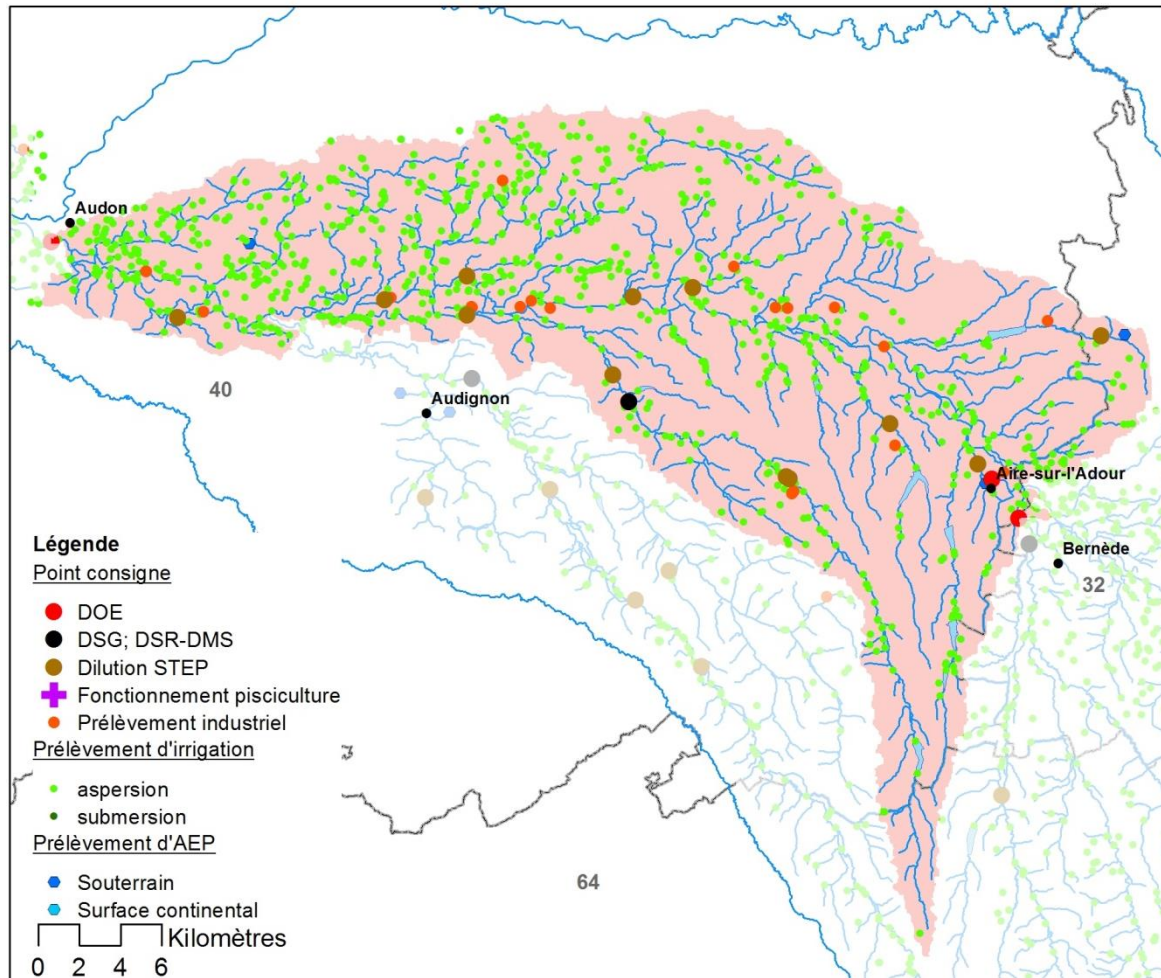
Le DOE est fixé à Audon à 8,2 m³/s.

Il existe également un point consigne sur la Bahus à Fargues à 0,6 m³/s.

Plusieurs stations d'épuration jalonnent le parcours de l'Adour mais les débits de dilution sont faibles comparés à l'hydraulicité du cours d'eau principal. Par contre, certains débits de dilution sur de petits affluents créent des consignes parfois contraignantes (station d'épuration du Houga sur le Gioulé, station d'épuration d'Aurice sur le Bos,...).

La carte suivante localise les points consignes et les prélèvements.

Figure 121 : sous-bassin de l'Adour entre Aire et Audon

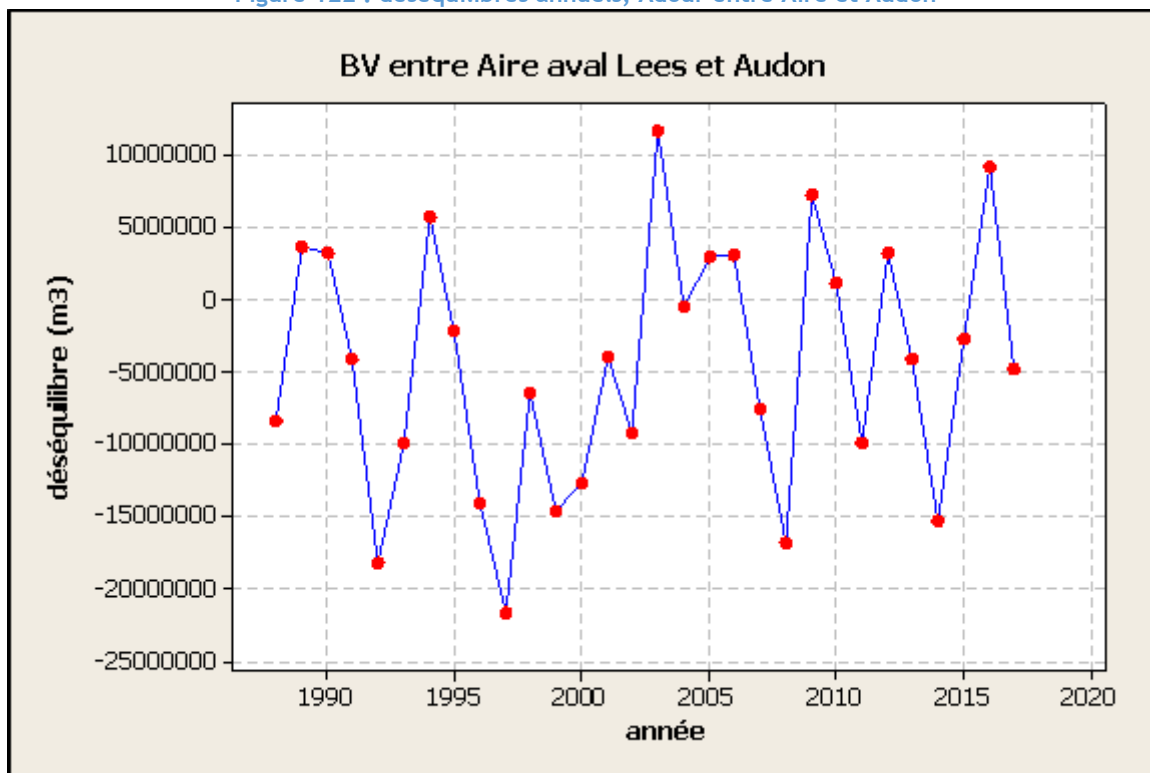


3.10.2 Chronique des déséquilibres et valeurs statistiques

En tenant compte des points consignes du bassin et de la ressource stockée, le déséquilibre de cette partie du bassin varie de 0 à 11,5 Mm³ (débit moyen annuel de 0,36 m³/s).

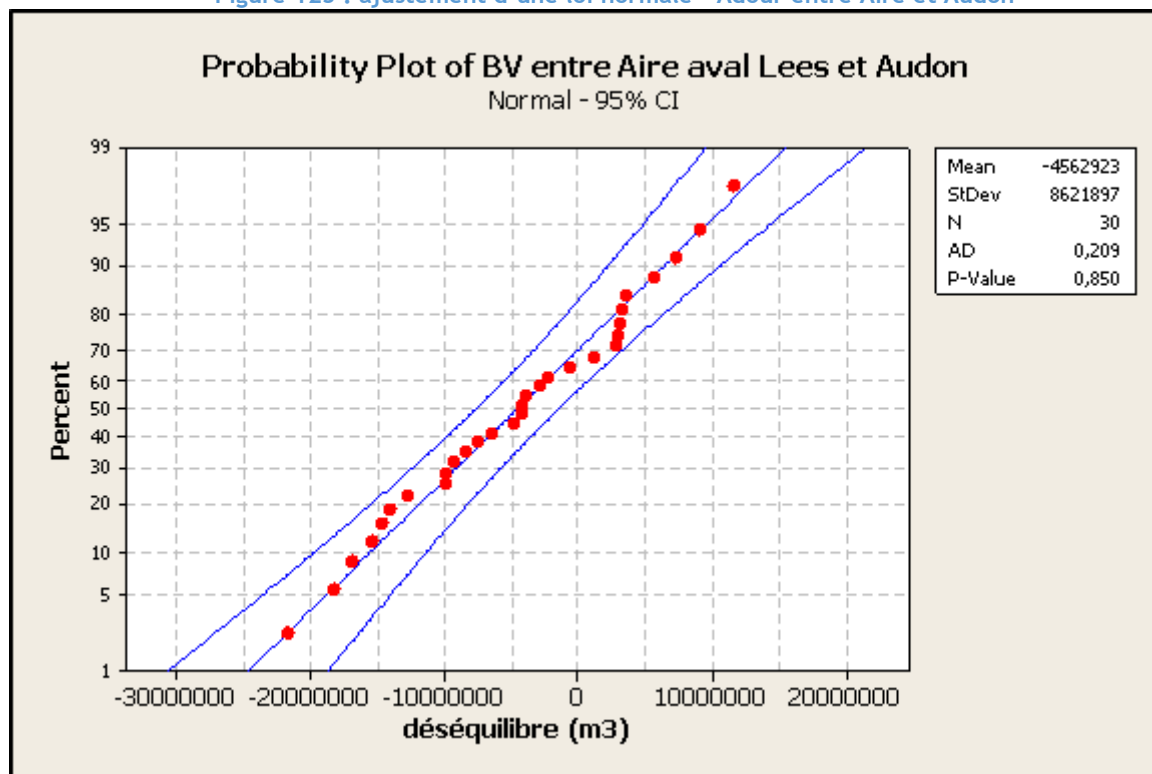


Figure 122 : déséquilibres annuels, Adour entre Aire et Audon



Le graphe et le tableau suivants présentent l'ajustement statistique d'une loi normale à la chronique des 30 déséquilibres annuels.

Figure 123 : ajustement d'une loi normale - Adour entre Aire et Audon



Le test de normalité d'Anderson-Darling montre que l'hypothèse d'une loi normale ne peut pas être rejetée ($p\text{-value} = 0,850 > 0,05$).



Tableau 49 : valeurs statistiques obtenues par ajustement d'une loi normale - Adour entre Aire et Audon

Adour entre Aire et Audon	Moyenne	Ecart-type	Valeur quinquennale	Valeur décennale
Déséquilibre en m ³	-4 562 923	8 621 897	2 693 448	6 486 482
Débit moyen annuel en m ³ /s	-0,15	0,27	0,09	0,21

Ces valeurs de déséquilibres tiennent compte des retenues pleines en début de période d'étiage. Or, sur cette partie du bassin, les remplissages hivernaux peuvent présenter des difficultés. Les déséquilibres seraient alors augmentés.

Entre Aire aval et Audon, le déséquilibre créé est partiellement compensé par l'intégration de la ressource stockée sur cette partie du territoire. Il subsiste un déséquilibre de 2,7 Mm³ (0,09 m³/s).

3.10.3 Période de déséquilibre

L'analyse des déséquilibres de chaque année permet de mettre en évidence les périodes où ils apparaissent le plus souvent.

Figure 124 : périodes de déséquilibre - Adour à Audon

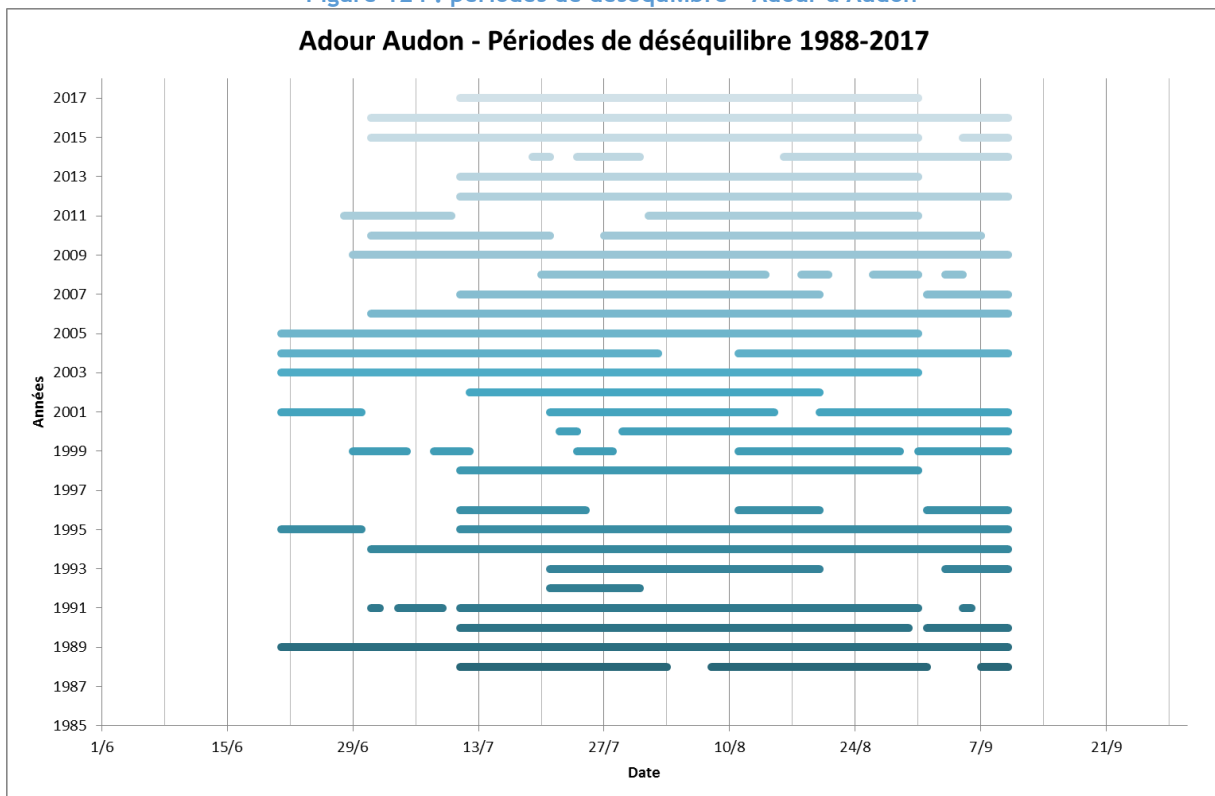


Tableau 50 : fréquence d'apparition des déséquilibres au cours de l'année, Adour à Audon

fréquence d'apparition des déséquilibres	01/01 -	07/01	08/01 -	14/01	15/01 -	21/01 -	22/01 -	28/01	29/01 -	04/02	05/02 -	11/02	12/02 -	18/02	19/02 -	25/02	26/02 -	03/03	04/03 -	10/03	11/03 -	17/03	18/03 -	24/03	25/03 -	31/03	01/04 -	07/04	08/04 -	14/04	15/04 -	21/04	22/04 -	28/04	29/04 -	05/05			
ADOUR AUDON	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
fréquence d'apparition des déséquilibres	06/05 -	12/05	13/05 -	19/05	20/05 -	26/05	27/05 -	02/06	03/06 -	09/06	10/06 -	16/06	17/06 -	23/06	24/06 -	30/06	01/07 -	07/07	08/07 -	14/07	15/07 -	21/07	22/07 -	28/07	29/07 -	04/08	05/08 -	11/08	12/08 -	18/08	19/08 -	25/08	26/08 -	01/09	02/09 -	08/09			
ADOUR AUDON	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	9%	9%	24%	24%	42%	42%	60%	60%	74%	74%	86%	86%	84%	84%	80%	80%	89%	89%	89%	89%	81%	81%	81%	76%	76%	61%	61%	61%	61%	61%	61%	
fréquence d'apparition des déséquilibres	09/09 -	15/09	16/09 -	22/09	23/09 -	29/09	30/09 -	06/10	07/10 -	13/10	14/10 -	20/10	21/10 -	27/10	28/10 -	03/11	04/11 -	10/11	11/11 -	17/11	18/11 -	24/11	25/11 -	01/12	02/12 -	08/12	09/12 -	15/12	16/12 -	22/12	23/12 -	29/12	30/12 -	01/01					
ADOUR AUDON	18%	18%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	

Le respect du DOE à Audon est problématique pendant la période d'étiage jusqu'à mi-septembre. Les déséquilibres apparaissent le plus fréquemment de mi-juillet à début septembre, période durant laquelle la satisfaction des usages et des besoins du milieu est la plus difficile à atteindre.

3.11 L'ADOUR A ST-VINCENT-DE-PAUL

3.11.1 Présentation du sous-bassin

3.11.1.1 Hydrographie

Entre Audon et Saint-Vincent de Paul, l'Adour entre dans la zone d'influence maritime. Il reçoit 2 affluents importants, la Midouze et le Louts, hors périmètre d'étude.

3.11.1.2 Usages de l'eau

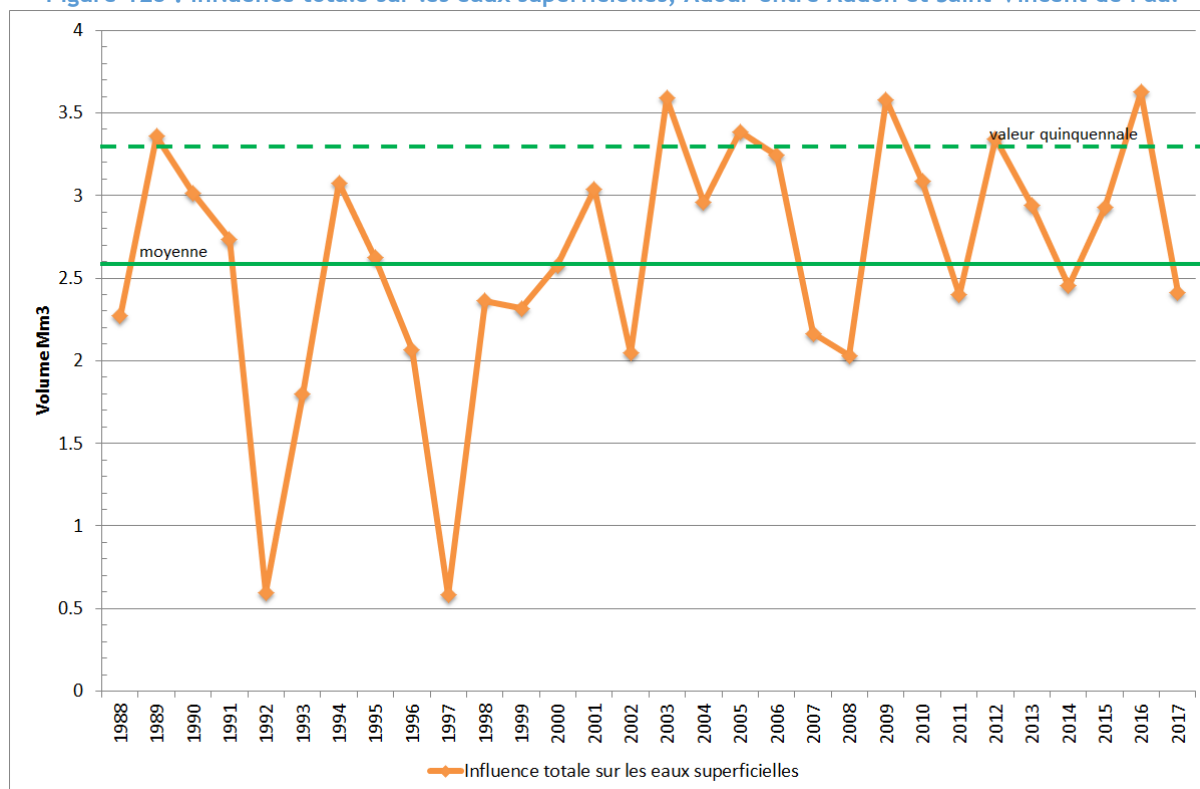
Les usages présents spécifiquement sur l'axe Adour représentent :

- Des prélèvements pour l'eau potable à hauteur de 0,6 Mm³ annuels prélevés dans les eaux souterraines,
- Des rejets de stations d'épuration à hauteur de 0,414 Mm³ annuels,
- Un bilan prélèvements - rejets industriels bénéficiaire pour le milieu superficiel à hauteur de 0,436 Mm³,
- Des prélèvements agricoles dépendant de la climatologie utilisés pour irriguer 1642 ha à hauteur de 4 Mm³ en année quinquennale.

L'ensemble des usages entre Audon et Saint-Vincent se traduit par des influences sur les eaux superficielles variables selon l'année considérée. Cf. graphe suivant.



Figure 125 : influence totale sur les eaux superficielles, Adour entre Audon et Saint-Vincent de Paul



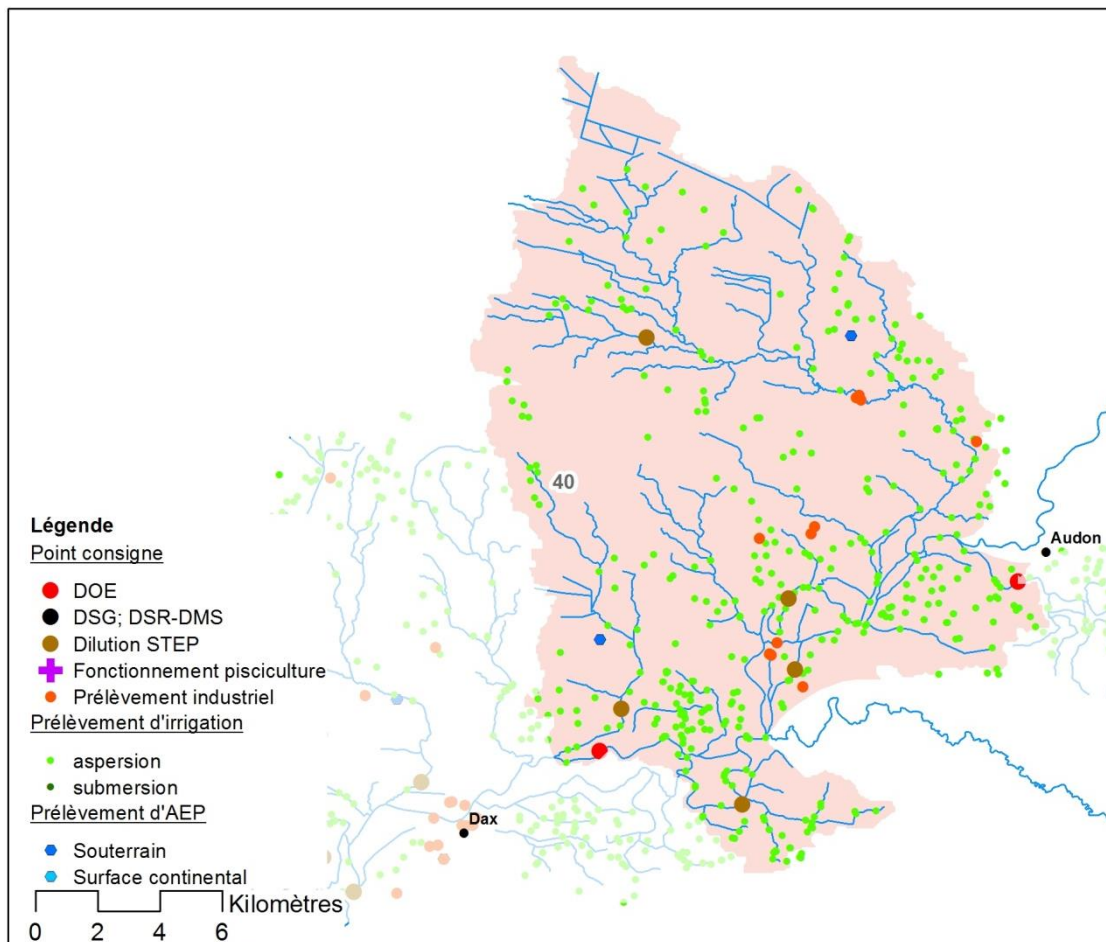
3.11.1.3 Points consignes

Le DOE est fixé à Saint-Vincent de Paul à 18 m³/s. Plusieurs stations d'épuration jalonnent le parcours de l'Adour mais les débits de dilution sont cohérents avec le DOE ou plus faibles. Par contre, certains débits de dilution sur de petits affluents créent des consignes parfois contraignantes (station d'épuration du Préchacq sur le Bahurat, station d'épuration de Laluque sur le Bourg).

La carte suivante localise les points consignes et les prélèvements.



Figure 126 : sous-bassin de l'Adour entre Audon et Saint-Vincent de Paul

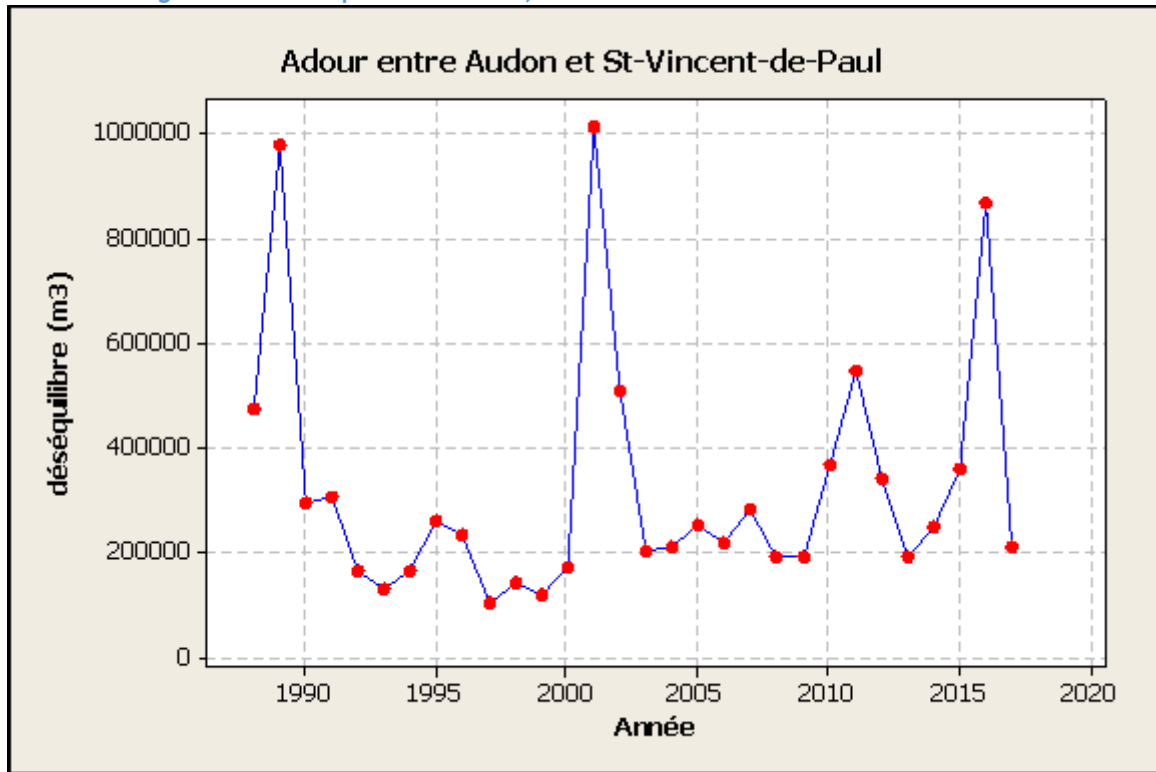


3.11.2 Chronique des déséquilibres et valeurs statistiques

En tenant compte des points consignes du bassin et de la ressource stockée, le déséquilibre de cette partie du bassin varie de 0,1 (débit moyen annuel de 0,003 m³/s) à 1 Mm³ (0,03 m³/s).

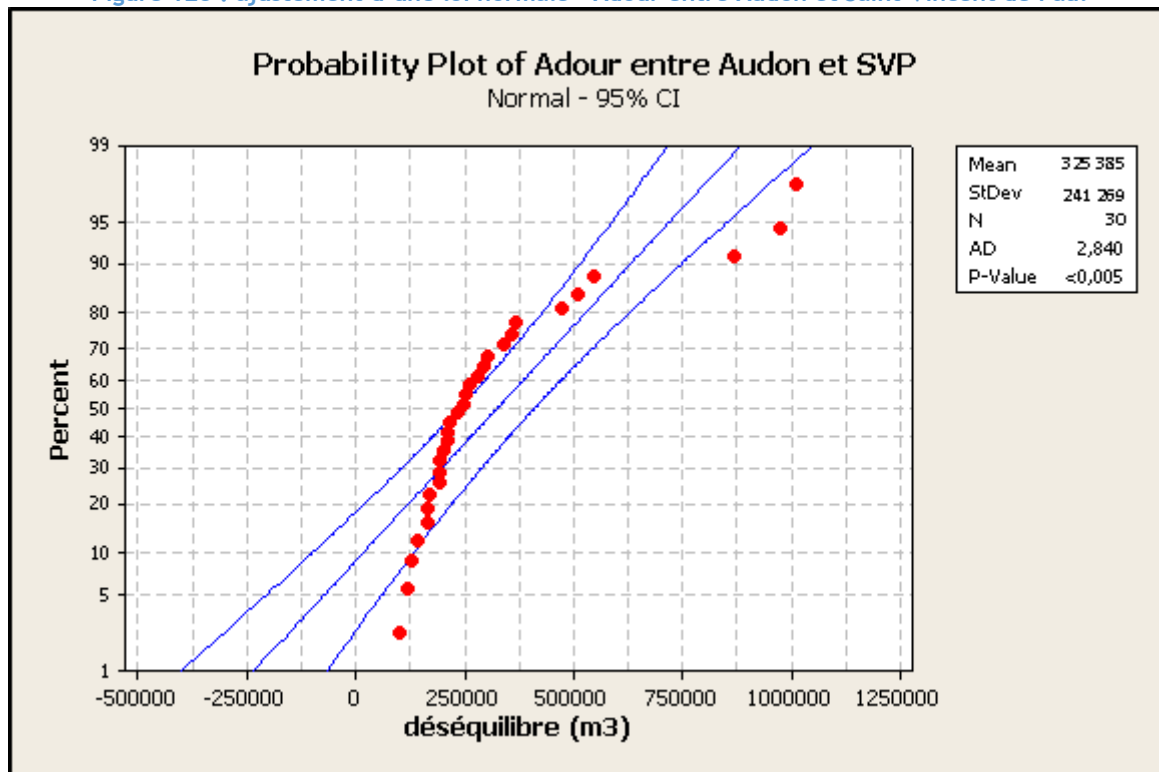


Figure 127 : déséquilibres annuels, Adour entre Audon et Saint-Vincent de Paul



Le graphe et le tableau suivants présentent l'ajustement statistique d'une loi normale à la chronique des 30 déséquilibres annuels.

Figure 128 : ajustement d'une loi normale - Adour entre Audon et Saint-Vincent de Paul



Le test de normalité d'Anderson-Darling montre que l'hypothèse d'une loi normale est rejetée avec l'intervalle de confiance de 95%. Par souci d'homogénéité statistique avec les autres bassins, nous évaluons tout de même les déséquilibres par ajustement d'une loi normale.



Tableau 51 : valeurs statistiques obtenues par ajustement d'une loi normale
Adour entre Audon et Saint-Vincent de Paul

Adour entre Audon et SVP	Moyenne	Ecart-type	Valeur quinquennale	Valeur décennale
Déséquilibre en m ³	325 385	241 269	528 441	634 583
Débit moyen annuel en m ³ /s	0,01	0,01	0,02	0,02

Ce déséquilibre supplémentaire par rapport à Audon est essentiellement lié aux débits de dilution de stations d'épuration sur les affluents trop forts face aux débits naturels.

Entre Audon et St-Vincent, le DOE doit être maintenu quasiment à la même valeur, ce qui n'est pas générateur de déséquilibre. Cependant, le maintien des débits de dilution de stations d'épuration présentes sur les affluents crée un déséquilibre supplémentaire par rapport à Audon de 0,5 Mm³ (0,02 m³/s).

3.11.3 Période de déséquilibre

L'analyse des déséquilibres de chaque année permet de mettre en évidence les périodes où ils apparaissent le plus souvent.

Figure 129 : périodes de déséquilibre - Adour à Saint-Vincent de Paul

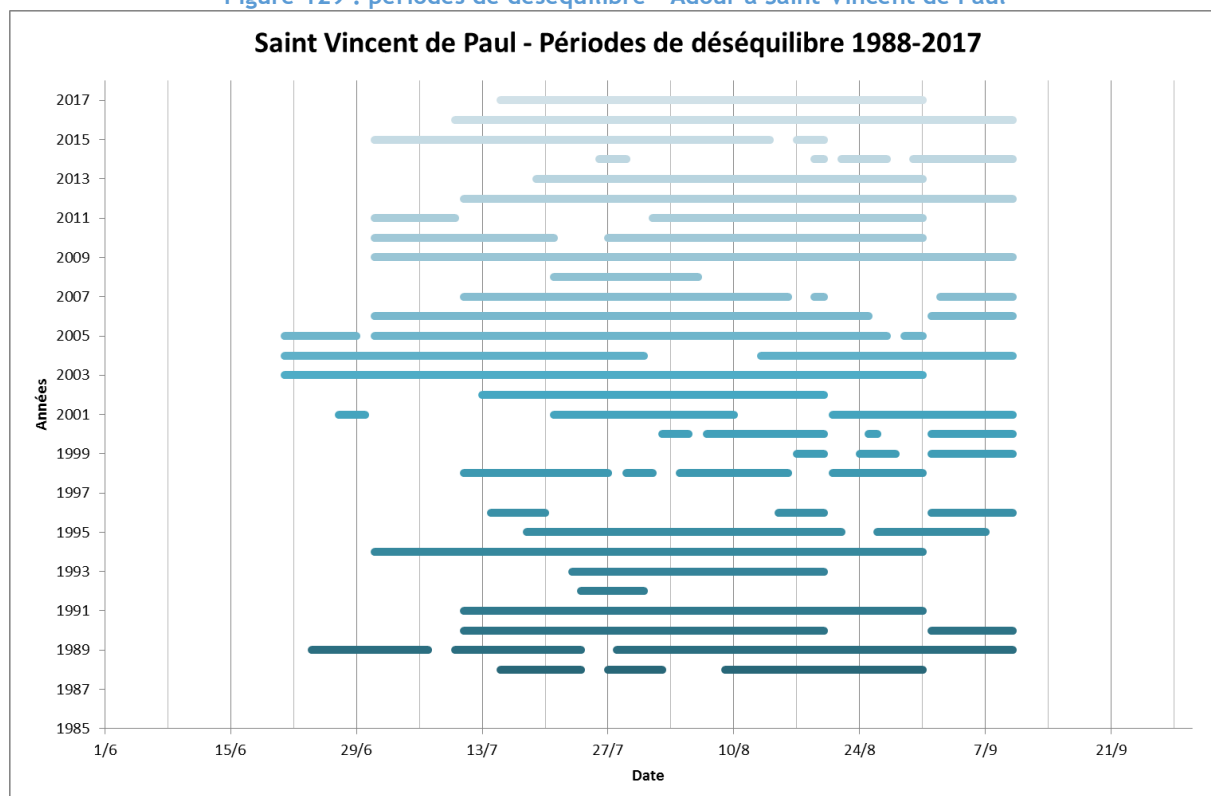


Tableau 52 : fréquence d'apparition des déséquilibres au cours de l'année, Adour à SVP

fréquence d'apparition des déséquilibres	01/01 -	07/01	08/01 -	14/01	15/01 -	21/01	22/01 -	28/01	29/01 -	04/02	05/02 -	11/02	12/02 -	18/02	19/02 -	25/02	26/02 -	03/03	04/03 -	10/03	11/03 -	17/03	18/03 -	24/03	25/03 -	31/03	01/04 -	07/04	08/04 -	14/04	15/04 -	21/04	22/04 -	28/04	29/04 -	05/05			
ADOUR SVP	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
fréquence d'apparition des déséquilibres	06/05 -	12/05	13/05 -	19/05	20/05 -	26/05	27/05 -	02/06	03/06 -	09/06	10/06 -	16/06	17/06 -	23/06	24/06 -	30/06	01/07 -	07/07	08/07 -	14/07	15/07 -	21/07	22/07 -	28/07	29/07 -	04/08	05/08 -	11/08	12/08 -	18/08	19/08 -	25/08	26/08 -	01/09	02/09 -	08/09			
ADOUR SVP	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	4%	15%	33%	44%	67%	75%	78%	74%	76%	69%	58%	46%																				
fréquence d'apparition des déséquilibres	09/09 -	15/09	16/09 -	22/09	23/09 -	29/09	30/09 -	06/10	07/10 -	13/10	14/10 -	20/10	21/10 -	27/10	28/10 -	03/11	04/11 -	10/11	11/11 -	17/11	18/11 -	24/11	25/11 -	01/12	02/12 -	08/12	09/12 -	15/12	16/12 -	22/12	23/12 -	29/12	30/12 -	01/01					
ADOUR SVP	12%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	

Le respect du DOE à Saint-Vincent-de-Paul est problématique pendant la période d'étiage jusqu'à mi-septembre. Les déséquilibres apparaissent le plus fréquemment de mi-juillet à début septembre, période durant laquelle la satisfaction des usages et des besoins du milieu est la plus difficile à atteindre.

3.12 L'ADOUR AVAL SAINT-VINCENT DE PAUL

3.12.1 Présentation du sous-bassin

3.12.1.1 Hydrographie

Le sous-bassin s'étend entre Saint-Vincent de Paul et la confluence des Luys.

3.12.1.2 Usages de l'eau

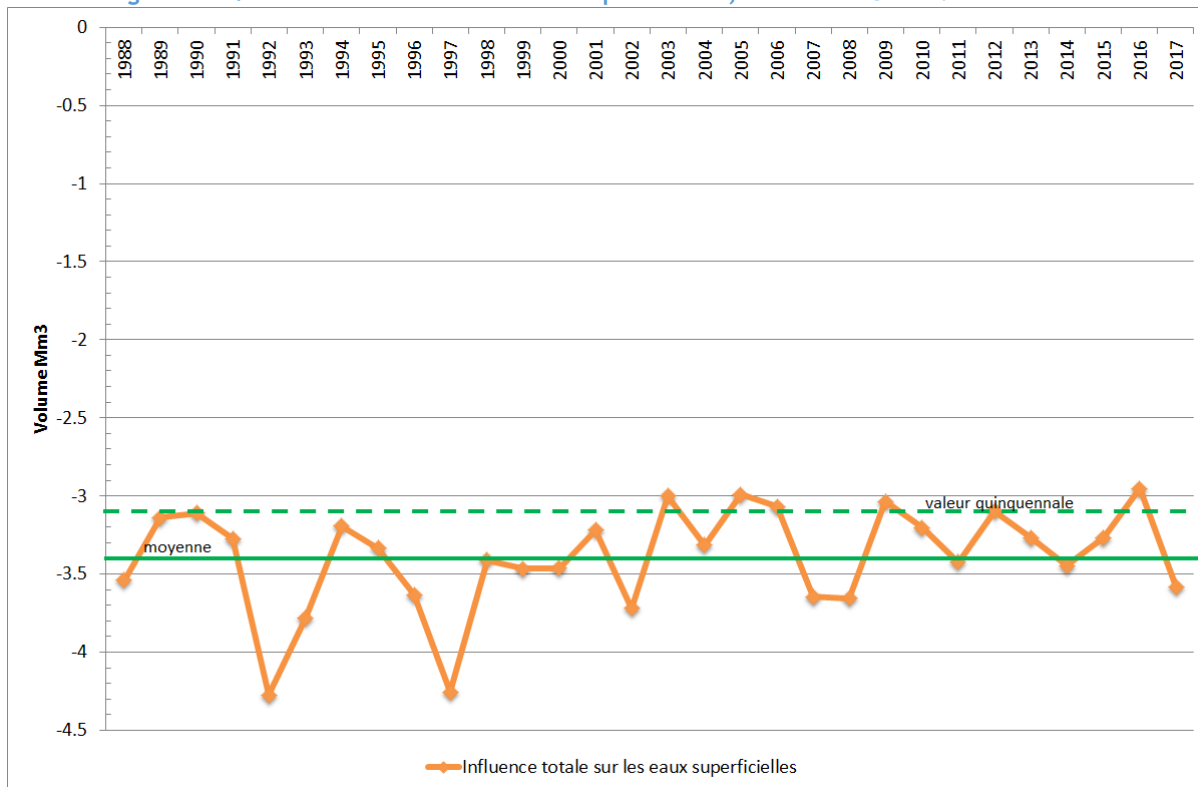
Les usages présents spécifiquement sur l'axe Adour représentent :

- Des prélèvements pour l'eau potable à hauteur de 3,8 Mm³ annuels prélevés dans les eaux souterraines,
- Des rejets de stations d'épuration à hauteur de 6,4 Mm³ annuels dus notamment à la présence de la ville de Dax,
- Un bilan prélèvements - rejets industriels bénéficiaire pour le milieu superficiel à hauteur de 2,5 Mm³,
- Des prélèvements agricoles dépendant de la climatologie utilisés pour irriguer 547 ha à hauteur de 1,4 Mm³ en année quinquennale.

L'ensemble des usages à l'aval de Saint-Vincent se traduit par des influences sur les eaux superficielles variables selon l'année considérée. Cf. graphe suivant.



Figure 130 : influence totale sur les eaux superficielles, Adour aval Saint-Vincent de Paul



Les valeurs négatives montrent que les influences sur les eaux superficielles se traduisent par une prédominance des rejets.

3.12.1.3 Points consignes

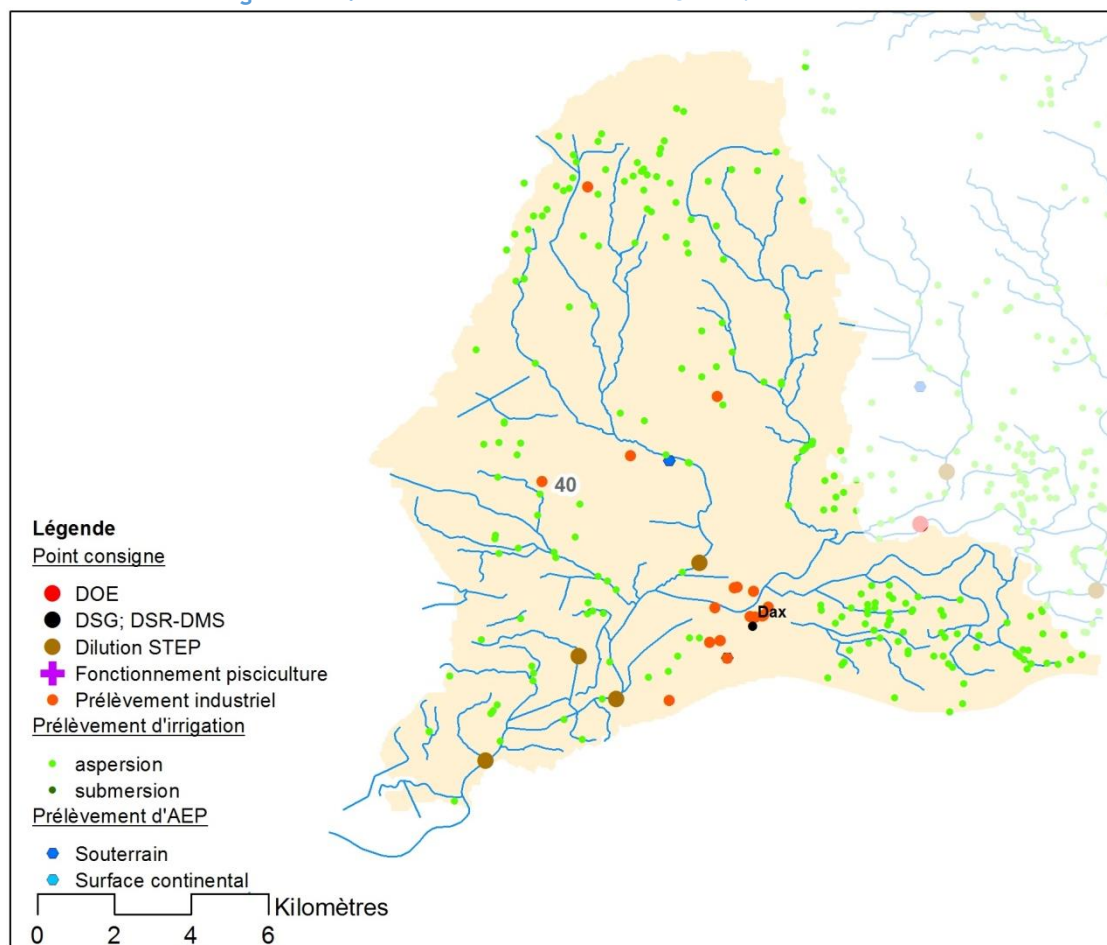
Les points consignes sont dus à des débits de dilution de stations d'épuration:

- sur l'axe Adour, à l'aval du périmètre à 17 m³/s,
- sur les affluents où les débits naturels ne sont pas assez soutenus pour les satisfaire (station d'épuration St-Paul-les-Dax sur le ruisseau de Poustagnac, station d'épuration de St-Vincent de Paul sur l'Ouzente).

La carte suivante localise les points consignes et les prélèvements.



Figure 131 : sous-bassin de l'Adour aval Saint-Vincent de Paul

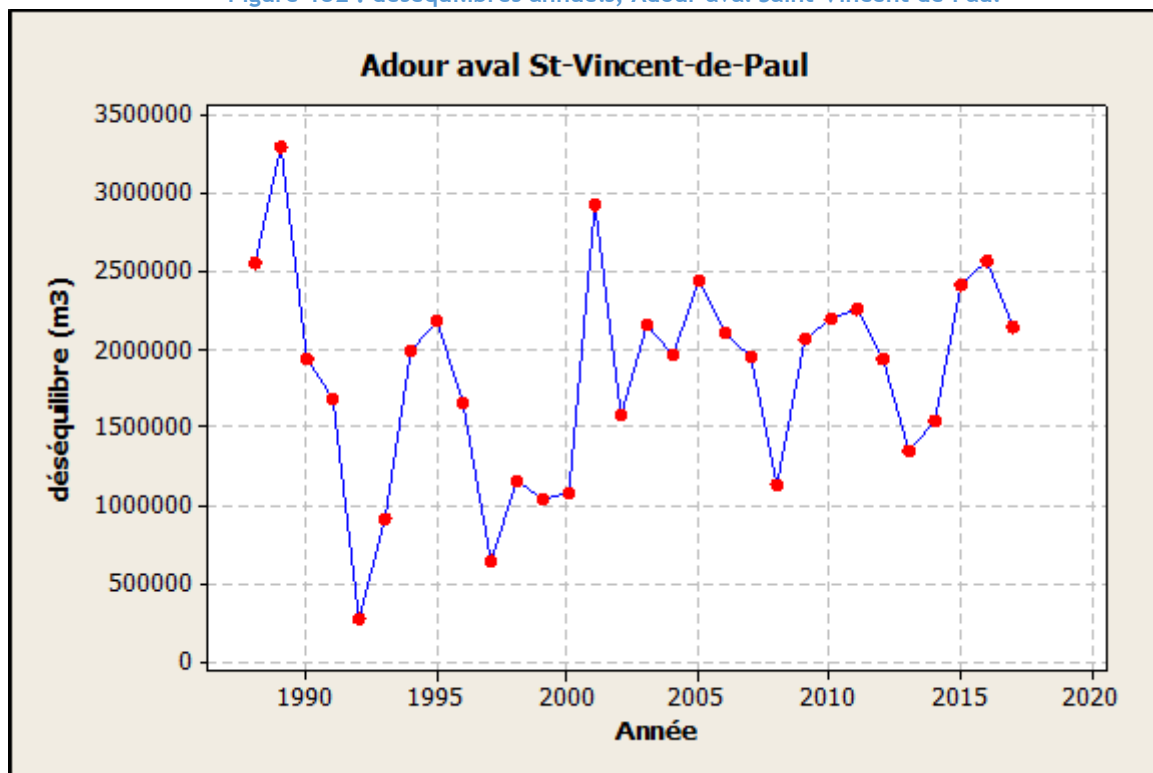


3.12.2 Chronique des déséquilibres et valeurs statistiques

En tenant compte des points consignes du bassin, le déséquilibre de cette partie du bassin varie de 0,3 (débit moyen annuel de 0,01 m³/s) à 3,3 Mm³ (0,1 m³/s).

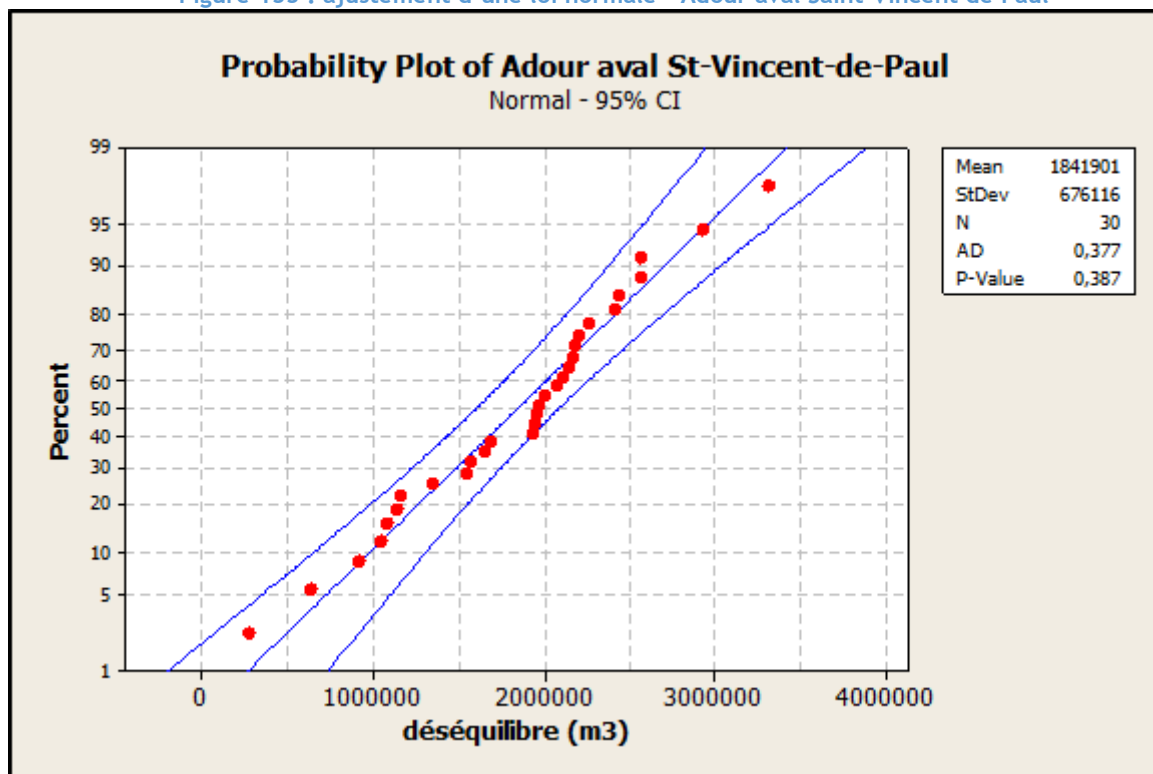


Figure 132 : déséquilibres annuels, Adour aval Saint-Vincent de Paul



Le graphe et le tableau suivants présentent l'ajustement statistique d'une loi normale à la chronique des 30 déséquilibres annuels.

Figure 133 : ajustement d'une loi normale - Adour aval Saint-Vincent de Paul



Le test de normalité d'Anderson-Darling montre que l'hypothèse d'une loi normale ne peut pas être rejetée ($p\text{-value} = 0,387 > 0,05$).



Tableau 53 : valeurs statistiques obtenues par ajustement d'une loi normale
Adour aval Saint-Vincent de Paul

Adour aval SVP	Moyenne	Ecart-type	Valeur quinquennale	Valeur décennale
Déséquilibre en m ³	1 841 901	676 116	2 410 935	2 708 379
Débit moyen annuel en m ³ /s	0,06	0,02	0,08	0,09

Le déséquilibre en aval d'Audon est essentiellement lié à des petites stations d'épuration situées sur des affluents de l'Adour. En effet, ces stations ont été dimensionnées en tenant compte d'un débit de dilution trop important par rapport à ce que le milieu fournit naturellement, ce qui engendre du déséquilibre.

Le déséquilibre généré par cette partie du territoire s'élève à 2,4 Mm³ (0,08 m³/s).

3.13 SYNTHÈSE

Les résultats au niveau de chaque sous-bassin font apparaître les spécificités de chacun et les périodes d'apparition des déséquilibres.

Certains bassins sont sensibles à des problématiques de qualité de l'eau :

- Echez, avec plusieurs stations d'épuration en partie amont du bassin versant,
- Adour à l'aval Audon, avec des stations d'épuration sur des affluents dont les débits sont faibles en regard des débits de dilution nécessaires.

Pour d'autres, les déséquilibres sont plus liés à la satisfaction des usages, notamment l'irrigation agricole, et des besoins du milieu naturel : Louet, Arros, Léas, Adour amont Aire.

Deux bassins apparaissent à l'équilibre :

- Bouès, en tenant compte des apports externes actuels provenant du système Neste,
- Alaric-Estéous, en tenant compte des apports de l'Adour via le canal de l'Alaric, ce qui inscrit plutôt ce sous-bassin dans une réflexion globale.

Remarque : l'ensemble des valeurs de déséquilibres présenté tient compte des retenues pleines en début de période d'étiage. Or, dans certains secteurs du bassin (affluents aval en particulier), les remplissages hivernaux peuvent présenter des difficultés. Les déséquilibres seraient alors augmentés.



PARTIE VI - APPROCHE PROSPECTIVE : LES EFFETS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE





Alors que tous les ans, les effets du changement climatique sont de plus en plus perceptibles, cette problématique qui influence les 2 termes du bilan besoins - ressources :

- avec, d'une part, l'apparition d'étiages prolongés et de phénomènes météorologiques plus extrêmes,
- avec, d'autre part, des besoins en eau pour les cultures en train d'évoluer en lien avec la récurrence des périodes sèches,

doit être traitée. Le but de cette partie n'est pas de prédire l'avenir, mais plutôt de montrer quelle pourrait être la situation dans 30 ans si le territoire n'évoluait pas.

1 OBJECTIF

La simulation du bilan besoins - ressources à horizon 2050 constitue un exercice théorique basé sur les données prospectives locales. Il doit permettre de mettre en évidence la tendance des effets du changement climatique en donnant des ordres de grandeur caractéristiques de la situation future sans mise en œuvre d'un programme d'actions. C'est pour isoler les effets propres du changement climatique que la simulation 2050 est réalisée à usages constants (représentatifs du BBR actuels).

2 EVOLUTIONS DES RESSOURCES PAR RAPPORT A L'ACTUEL

2.1 UNE EVOLUTION DES RESSOURCES BASEE SUR L'ETUDE ADOUR 2050

L'étude Adour 2050 est une étude prospective qui s'organise autour de 3 volets :

- un diagnostic prospectif partagé par tous les acteurs du territoire,
- la mise en perspective de scénarios d'évolution alternatifs avec leurs conséquences sur la ressource en eau et sur le contexte socio-économique à l'horizon 2050,
- l'émergence de pistes d'adaptation envisageables sur le territoire.

Pour en savoir plus sur l'étude Adour 2050 : <https://www.institution-adour.fr/adour-2050.html>

Le scénario climatique pris en compte est le scénario 4.5 médian du Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC), aujourd'hui considéré comme « optimiste » d'un point de vue hydrologique et climatique. L'étude Adour 2050 a pris en compte une déclinaison locale du scénario de changement climatique retenu. On dispose donc de chroniques de débits, de précipitations et d'ETP appliquées à la zone d'étude par grand secteur hydrographique.

Pour l'étude de bilan besoins - ressources, des données **de scénarios climatiques actualisés au plan local ont été recherchées** à la demande de la CLE, sans succès. Il n'existe pas, à ce jour de déclinaison locale des scénarios actuels du GIEC. Pour conserver la pertinence des données locales, les acteurs ont décidé de baser l'analyse des effets du changement climatique sur les chroniques issues de l'étude Adour 2050, tout en sachant que **les conséquences réelles pourront être de plus grande ampleur**.

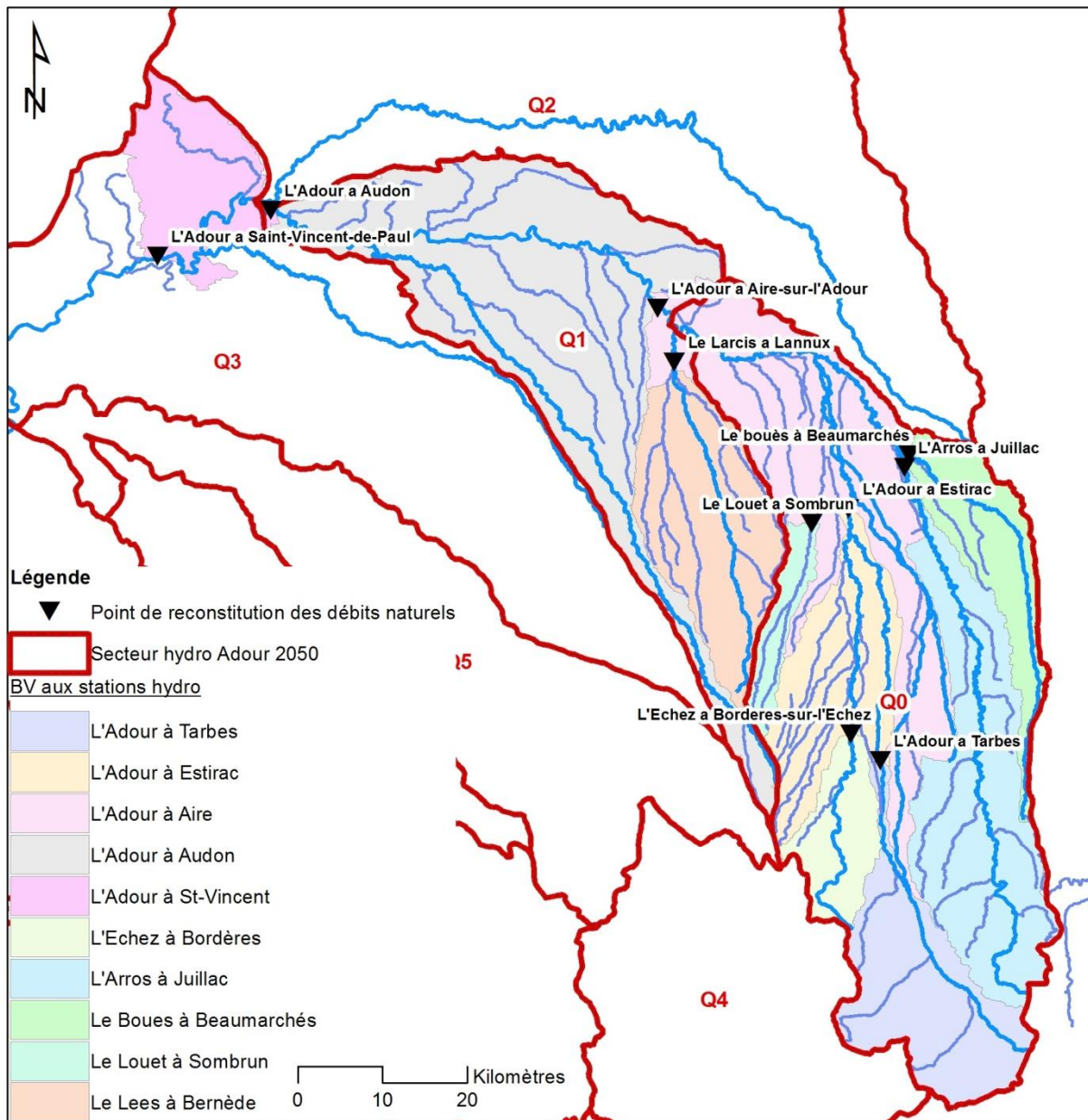
D'autre part, afin d'« isoler » les effets purement climatiques, le choix a été fait d'imaginer un scénario prospectif avec les usages actuels, sans préjuger des évolutions en cours ou futures. En effet, cette projection est un exercice de réflexion théorique. Les scénarios de changements d'usages constituent des pistes d'actions du SAGE et du projet de territoire pour la gestion de l'eau. Ils pourront être construits à travers la concertation entre les acteurs du territoire mais l'étude n'a pas vocation à préjuger des évolutions futures du territoire. De plus, mobiliser un scénario tendanciel²⁷ engendrerait des incertitudes en cas de simulation des effets d'évolutions d'usages.

²⁷ Un scénario tendanciel consiste à projeter sur l'avenir les tendances d'évolutions observées dans le passé, sans rupture. Si un tel scénario peut constituer un scénario de référence à des scénarios prospectifs alternatifs, il s'agit d'un scénario qui a très peu de chances de se produire. Un tel scénario intègre des évolutions d'usages. Il est donc complexe de définir dans quelle mesure les variations de déséquilibre dans un tel scénario sont dues aux effets climatiques ou à l'évolution des usages.



Les résultats de l'étude Adour 2050 propres au secteur d'étude ont donc été analysés de façon à disposer de relations de transposition des pluies, ETP et débits naturels actuels, issus des données collectées et calculées spécifiquement pour le BBR, à l'horizon 2050. Comme évoqué précédemment, les résultats de l'étude Adour 2050 pour les pluies et les ETP sont disponibles par grand secteur hydrographique. La zone d'étude se situe à cheval sur les secteurs Q0 Q1 et Q3 comme le montre la carte suivante.

Figure 134: zone d'étude et secteurs hydrographiques



2.1.1 Evolutions météorologiques

Les graphes et tableaux suivants donnent les évolutions mensuelles de précipitations et d'ETP entre la situation actuelle et l'horizon 2050 pour chaque secteur Q.

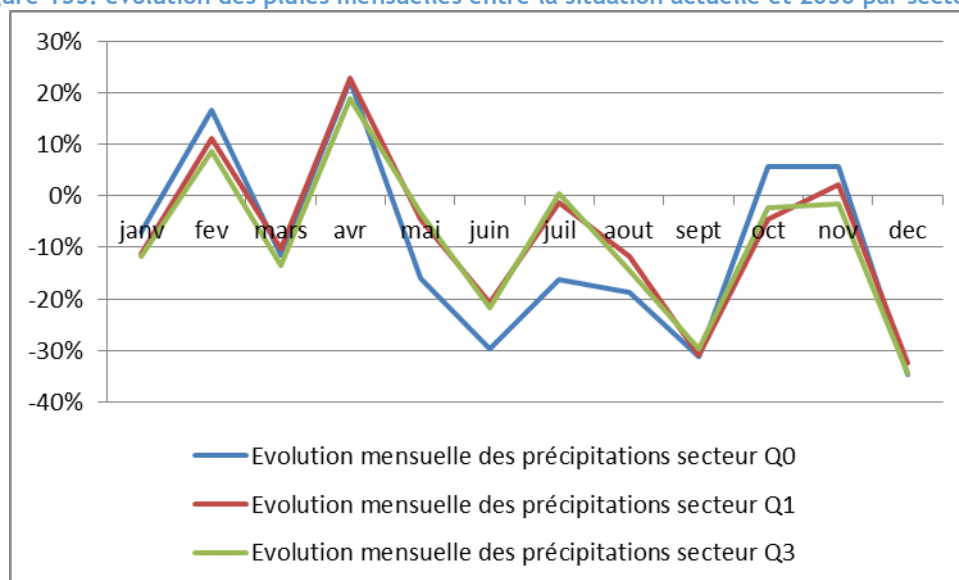
Tableau 54: évolution annuelle de la pluie et de l'ETP par secteur Q

	Q0	Q1	Q3
(Pluie 2050 - Pluie réf)/Pluie réf	-11%	-9%	-10%
(ETP 2050 - ETP réf)/ETP réf	+16%	+15%	+14%

Les tendances annuelles sont identiques sur les 3 secteurs avec une diminution des précipitations annuelles de l'ordre de 10% et une augmentation de l'ETP annuelle de l'ordre de 15%.

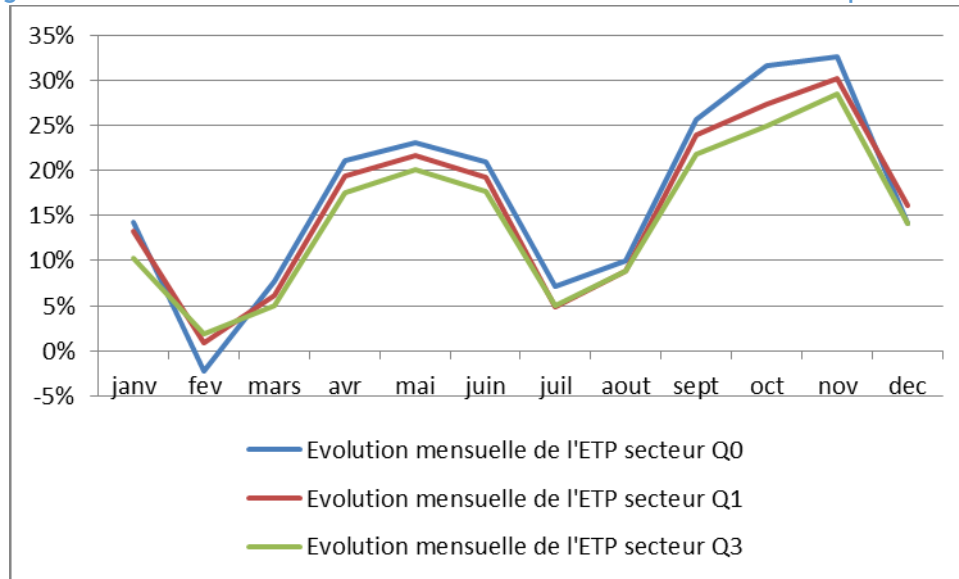
Toutefois, ces tendances globales ne sont pas homogènes sur une année. Les détails du taux d'évolution mensuelle de la pluie et de l'ETP représentés sur les figures suivantes montrent que les variations ne sont pas uniformément réparties sur l'année. Certains mois seront plus impactés que d'autres par le changement climatique.

Figure 135: évolution des pluies mensuelles entre la situation actuelle et 2050 par secteur Q



Le graphe précédent montre que pour les 3 secteurs, en général, les printemps seront plus humides tandis que les précipitations estivales et automnales baisseront.

Figure 136: évolution de l'ETP mensuelle entre la situation actuelle et 2050 par secteur Q



Ce graphe montre une tendance générale à la hausse de l'ETP. Seul le mois de février aurait une ETP conforme à l'ETP actuelle.

2.1.2 Evolutions des débits naturels

Pour les débits, on dispose de chroniques actuelles et projetées à 2050 pour plusieurs stations de la zone d'étude :

- l'Adour à Estirac,
- l'Adour à Aire,
- l'Adour à Audon,
- l'Adour à Saint-Vincent-de-Paul,
- l'Arros à Juillac,
- le Lées à Bernède.

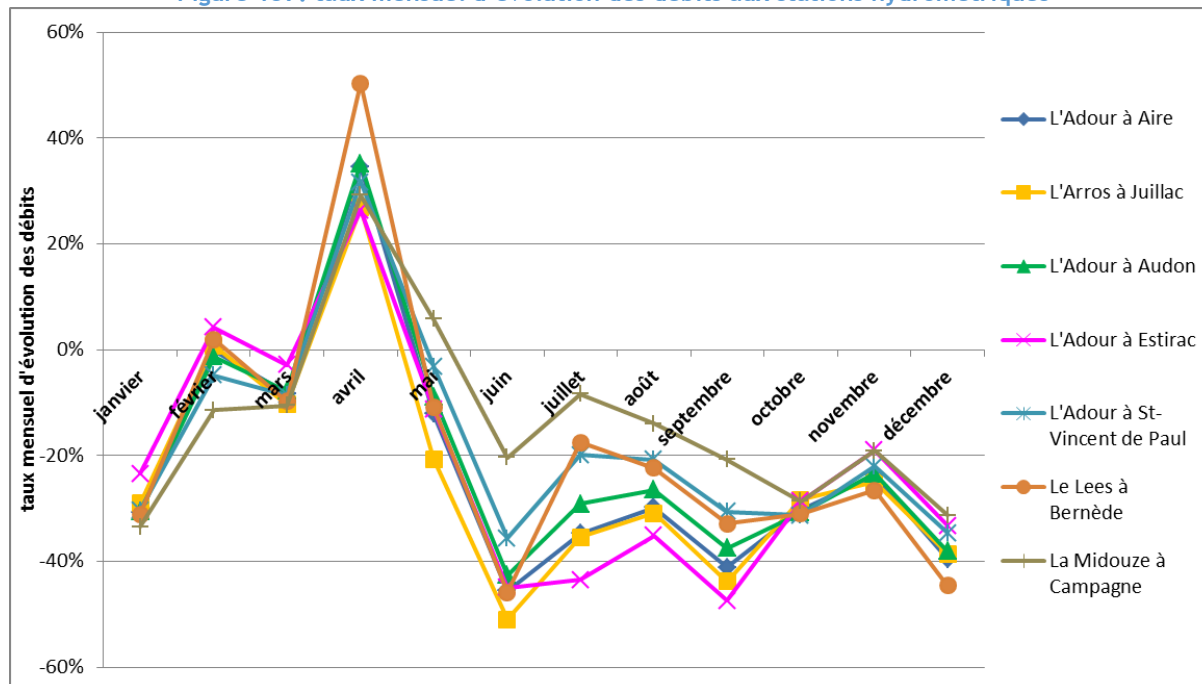
Les résultats sont également disponibles pour la Midouze à Campagne, affluent de l'Adour entre Audon et Saint-Vincent pour lequel des débits projetés à 2050 sont nécessaires.

Globalement, la tendance annuelle des débits est à la baisse et varie de -18% à -22% pour les stations précitées.

Comme pour la pluie et l'ETP, l'évolution des débits n'est pas uniformément répartie sur l'année. Le graphe suivant illustre le taux mensuel d'évolution des débits entre la situation actuelle et la situation 2050 par station.



Figure 137: taux mensuel d'évolution des débits aux stations hydrométriques



On remarque, ici aussi, que l'ensemble des stations suit une tendance commune avec une augmentation sensible des débits d'avril et une baisse des débits de juin à janvier, ce qui va dans le sens d'étiages plus marqués.

Pour les stations absentes des résultats de l'étude Adour 2050, l'hypothèse de transformation des débits suivante a été retenue sur la base de la proximité des bassins versants :

- l'Adour à Tarbes comme l'Adour à Estirac,
- l'Echez à Bordères comme l'Adour à Estirac,
- le Louet à Sombrun comme l'Adour à Estirac,
- Le Bouès à Beaumarchés comme l'Arros à Juillac,
- L'Adour aval comme l'Adour à Saint-Vincent,
- Le Louts comme le Léés à Bernède.

2.2 CHOIX D'UNE ANNEE DE REFERENCE POUR EFFECTUER LES PROJECTIONS A 2050

Le bilan besoins - ressources à 2050 constitue un exercice théorique basé sur les résultats de l'étude Adour 2050 pour la prise en compte du changement climatique. Son objectif est de donner des ordres de grandeur caractéristiques de la situation future sans mise en œuvre d'un programme d'actions. Compte tenu des incertitudes inhérentes au travail prospectif, le choix a été fait de se baser sur une année récente.

Pour cette projection, l'idée est ainsi de ne simuler qu'une année. Une hypothèse aurait pu être de simuler une année fictive issue des statistiques mais

- d'une part, elle n'aurait pas reflété une situation réelle vécue par les acteurs,
- d'autre part, les calculs de besoins agricoles (influencés par les conditions climatiques) nécessitent des jours sans précipitations qui statistiquement sont moins fréquents que lors d'une année réelle.

Aussi, suite à des échanges en comité technique, le choix a été, finalement, orienté vers une année récente (pour qu'elle soit encore dans la mémoire des acteurs), l'année 2012, de type quinquennale sèche que l'on « transforme » en 2050 grâce aux résultats de l'étude Adour 2050.

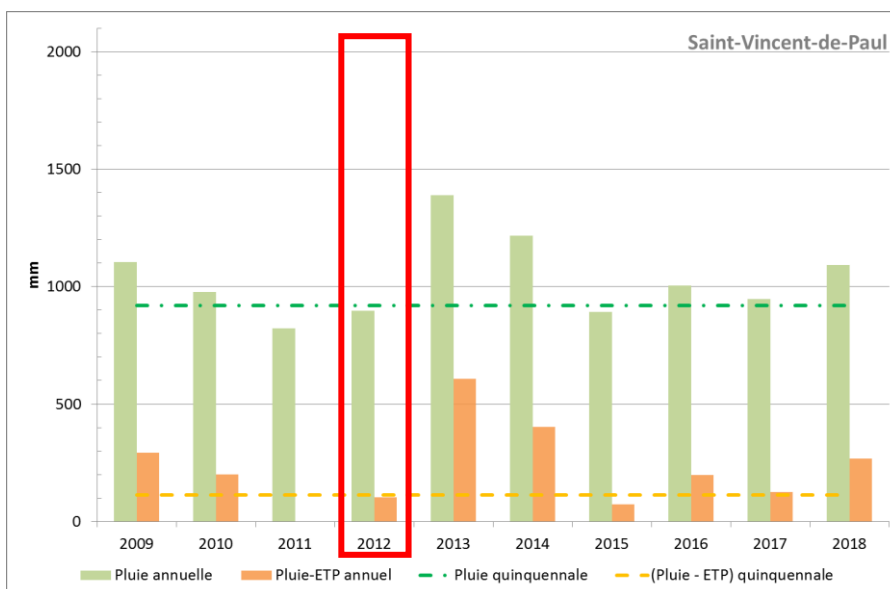
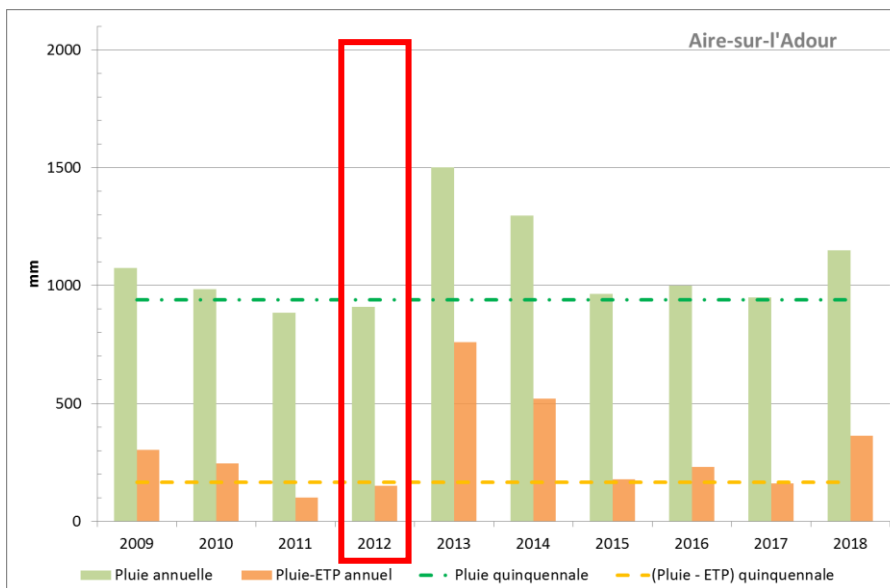
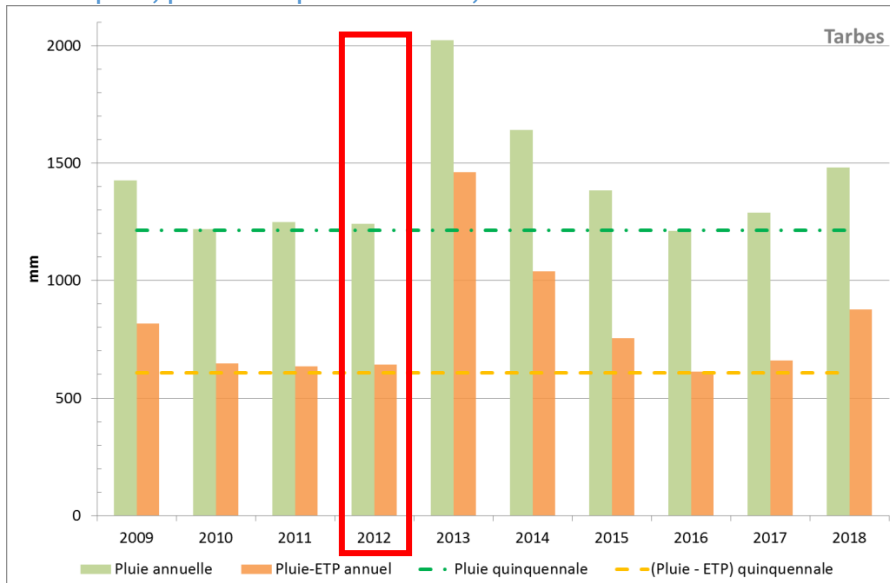
L'analyse des pluies et ETP du secteur montre que l'année 2012 se situe dans la gamme des années quinquennales sèches, c'est-à-dire que tous les ans, il y a 4 chances sur 5 que les précipitations soient plus abondantes et l'ETP moins forte.



Sur les 3 graphes suivants, on compare, pour les 10 dernières années, les précipitations annuelles et la différence P-ETP annuelle aux valeurs quinquennales ; ce qui justifie le choix de l'année 2012. Le choix de se baser sur P et ETP plutôt que sur les débits pour retenir une année particulière est lié à l'usage d'irrigation pour lequel ce sont les paramètres qui entrent en compte dans le calcul du besoin.

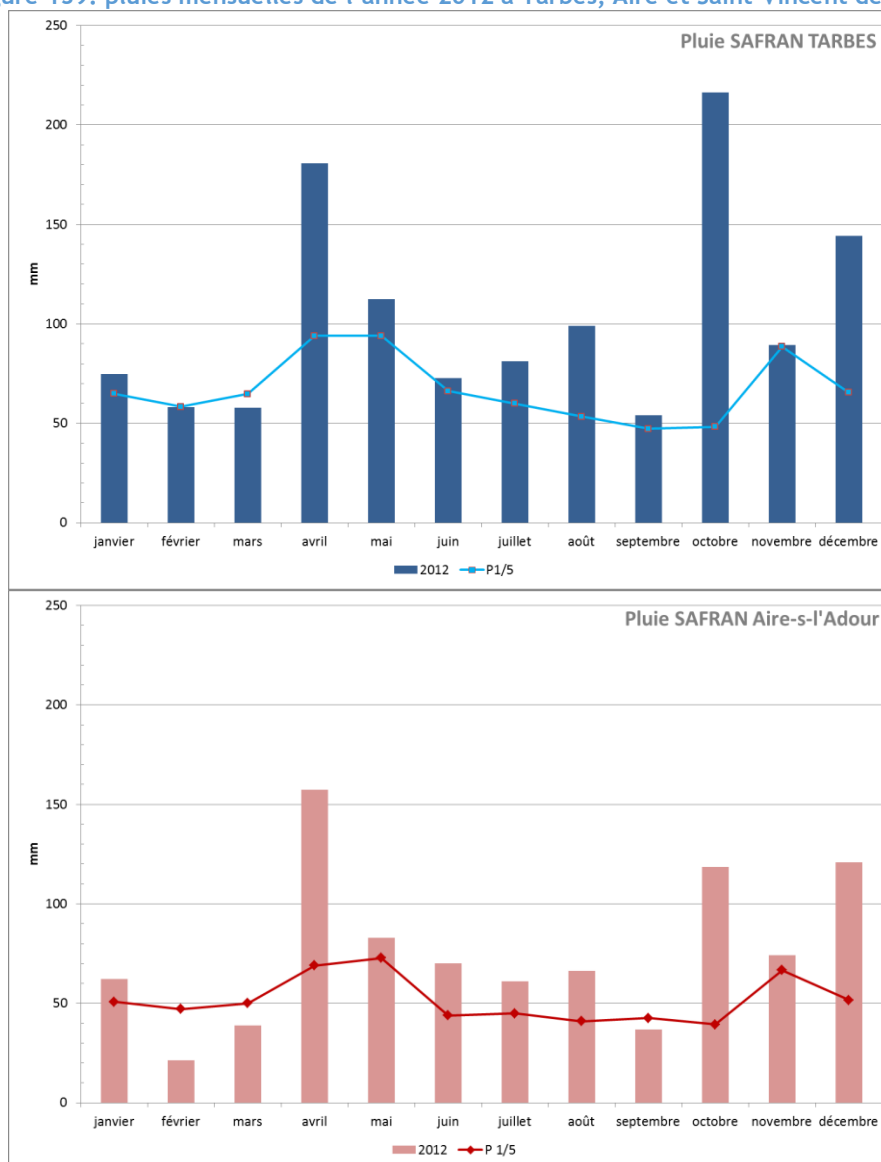


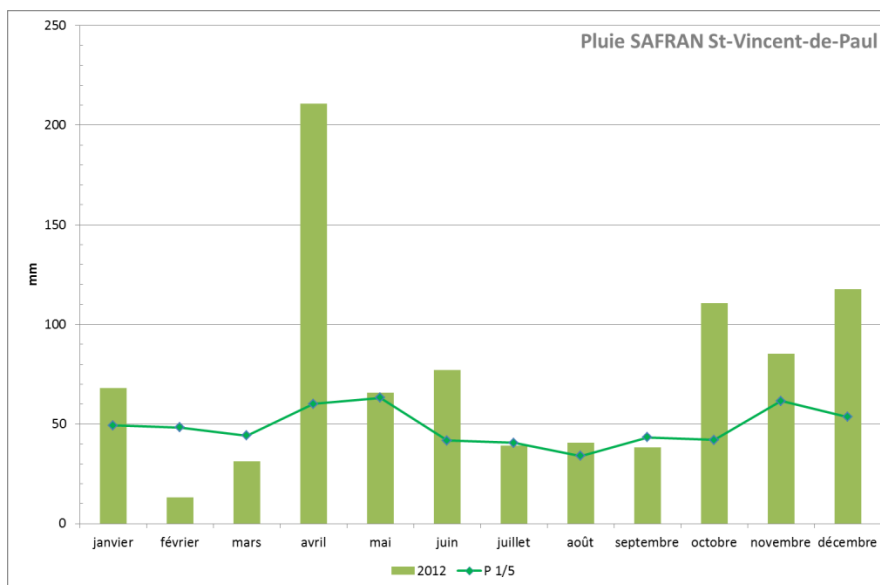
Figure 138: pluie, pluie - ETP par an à Tarbes, Aire-sur-l'Adour et Saint-Vincent-de-Paul



Cependant, ce choix globalement justifié par la période de retour de l'année 2012 entraîne certains biais liés à la répartition des précipitations de l'année retenue. Les 3 graphes suivants comparent les précipitations mensuelles de l'année 2012 aux valeurs quinquennales mensuelles. Il en ressort que lors de l'année 2012, l'été a été sec en aval du bassin mais qu'il a plu en juillet-août sur l'amont du bassin.

Figure 139: pluies mensuelles de l'année 2012 à Tarbes, Aire et Saint-Vincent de Paul





2.3 RESULTATS DES RESSOURCES CONSIDEREES POUR LE SCENARIO PROSPECTIF

Pour chaque station hydrométrique et pour chaque bassin versant, on transforme les précipitations journalières, les ETP journalières issues de SAFRAN et les débits journaliers en valeurs représentatives d'une année à l'horizon 2050.

Les mêmes transformations des paramètres climatiques sont appliquées à l'échelle des 99 secteurs agricoles (cf. PARTIE III § 4.3.4).

Le tableau suivant donne, pour chaque station hydrométrique de reconstitution des débits, la valeur caractéristique annuelle des précipitations, de l'évapotranspiration et des débits moyens annuels de 2012 et celle projetée à l'horizon 2050.

Tableau 55: valeurs caractéristiques 2012 et 2050

	Précipitations Cumul annuel (mm)		Evapotranspiration Cumul annuel (mm)		Débit moyen annuel (m ³ /s)	
	2012	2050	2012	2050	2012	2050
L'Adour à Tarbes	1 241	1 158	599	703	8,65	6,90
L'Adour à Aire	911	842	761	891	25,05	20,60
L'Adour à Estirac	1 073	993	708	831	12,22	9,91
L'Adour à Audon	912	863	778	900	35,36	29,91
L'Adour à St-Vincent-de-Paul	898	846	795	911	60,89	53,29
L'Arros à Juillac	881	808	765	898	3,63	2,97
Le Louet à Sombrun	995	915	782	917	0,68	0,57
Le Bouès à Beaumarchés	755	695	803	942	0,72	0,59
Le Lees à Bernède	978	922	801	927	3,33	2,84
L'Echez à Bordères	1 005	926	738	866	1,40	1,15

Les graphes suivants illustrent pour Aire-sur-l'Adour dont la position est centrale sur le bassin, les évolutions annuelles des 3 grandeurs physiques en 2012 et à l'horizon 2050.



Figure 140 : Pluies à Aire-sur-l'Adour 2012 et 2050

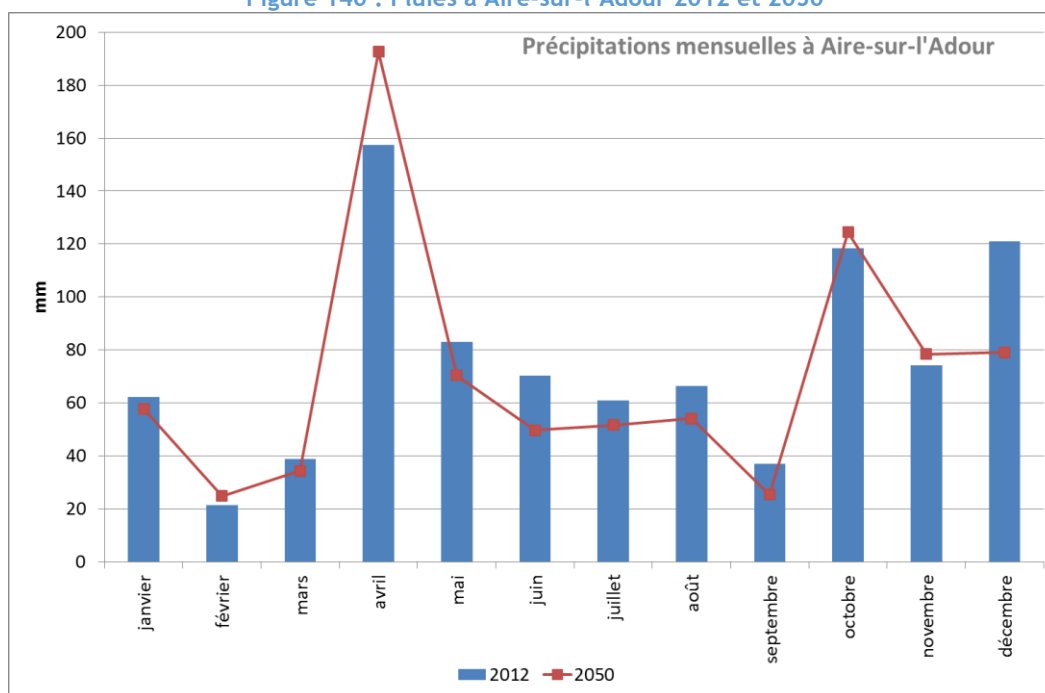


Figure 141 : Evapotranspiration à Aire-sur-l'Adour 2012 et 2050

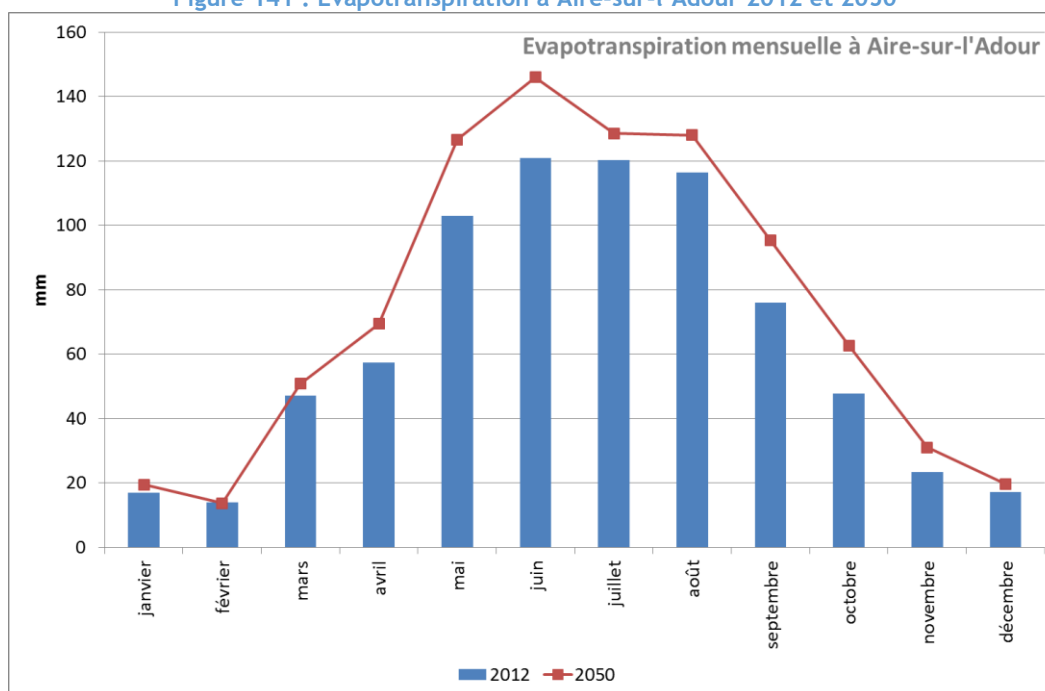
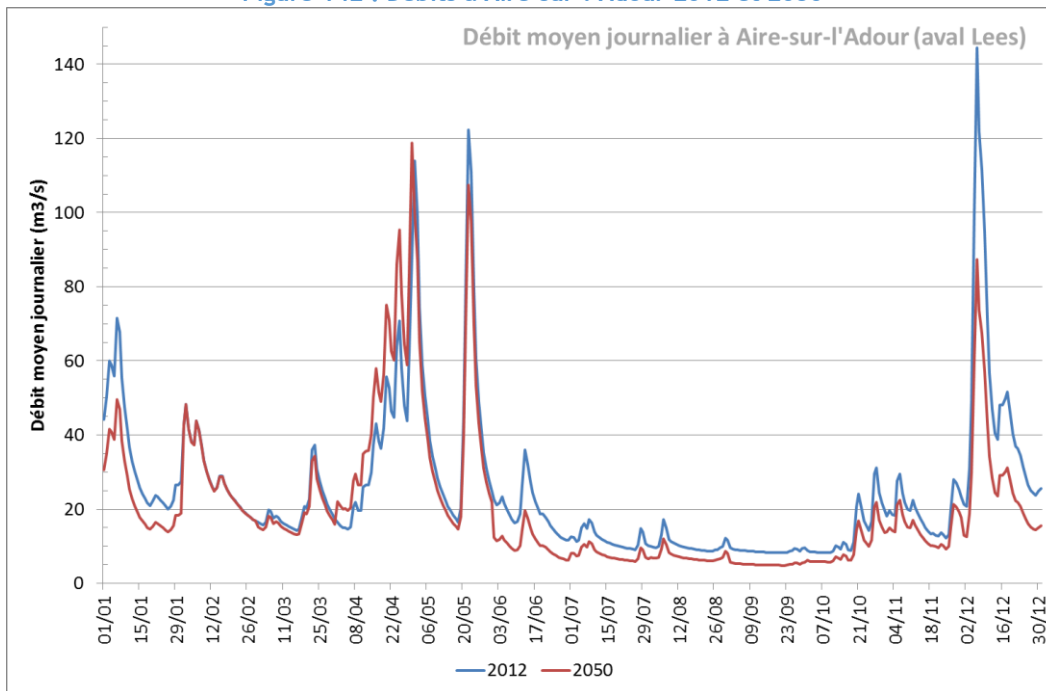


Figure 142 : Débits à Aire-sur-l'Adour 2012 et 2050



3 EVOLUTIONS DES BESOINS PAR RAPPORT A L'ACTUEL

Les hypothèses retenues pour les usages sont les mêmes que celles du bilan besoins ressources 1988-2018. Il s'agit des prélèvements et des rejets représentatifs de la situation actuelle du bassin. De même, pour les débits aux points consignés, les valeurs actuelles sont utilisées. Ces hypothèses peuvent paraître abusives car il est difficile d'imaginer que les stations d'épuration notamment (dont le débit de salubrité doit être dimensionné en fonction du débit du cours d'eau) n'auront pas évolué d'ici 2050, mais elles ont pour objectif de mettre en évidence les effets propres du changement climatique.

Le seul usage dont le niveau de prélèvement change d'une simulation à l'autre est l'usage d'irrigation agricole qui est dépendant du climat et non restreint (évaluation des besoins). Le tableau suivant compare les besoins de prélèvements agricoles théoriques calculés pour 2012 et à l'horizon 2050.

Tableau 56 : comparaison des besoins en eau d'irrigation agricole théoriques 2012 / 2050

Prélèvements (m3)	Surface irriguée (ha)	2012	Horizon 2050	prélèvements. 2050 / prélèvements. 2012
ADOUR_1	73	117 607	127 049	108%
ADOUR_2	2 329	5 395 828	5 901 087	109%
ADOUR_3	3 042	7 503 050	8 742 159	117%
ADOUR_4	4 301	8 525 458	10 642 592	125%
ADOUR_5	2 443	6 317 461	7 208 591	114%
ADOUR_6	2 890	6 982 536	8 053 790	115%
ADOUR_7	3 526	8 299 765	9 436 067	114%
ADOUR_8	1 642	4 129 248	4 755 688	115%
ADOUR_9	547	1 377 288	1 544 646	112%
ALARIC ESTEOUS	4 047	8 798 280	10 384 242	118%
ECHEZ	2 749	5 425 254	6 713 061	124%
ARROS	7 422	12 857 386	16 850 139	131%
BOUES	4 246	9 254 750	12 232 494	132%
GABAS	4 203	8 607 999	10 049 079	117%
LEES	6 232	11 730 990	14 186 956	121%
LOUET	2 601	4 798 598	6 291 749	131%
TOTAL	52 292	110 121 499	133 119 388	121%
PT3A	19 142	40 564 076	48 801 938	120%

Pour répondre aux besoins, les prélèvements agricoles seraient globalement multipliés par 1,2 sur le périmètre du SAGE sous les effets du changement climatique. L'évolution est la même sur le périmètre PT3A.



4 RESULTATS

4.1 RESULTATS GENERAUX

La projection à 2050 a été établie par transformation de l'année 2012. Pour mettre en évidence les effets du changement climatique, les comparaisons sont donc réalisées entre les résultats de déséquilibres de l'année 2012 et de l'année 2050 projetée.

Les déséquilibres à horizon 2050 atteindraient :

- 89,9 Mm³ (2,84 m³/s en débit moyen annuel) pour l'ensemble du périmètre,
- 79,7 Mm³ (2,52 m³/s en débit moyen annuel) pour le périmètre du SAGE sans le Bouès²⁸ (≈ x 4 par rapport à 2012), dont 45,6 Mm³ (1,44 m³/s en débit moyen annuel) à Aire amont.

Sur le périmètre **PT3A**, le déséquilibre estimé à 2050 s'élèverait à **36,1 Mm³** (1,14 m³/s) au lieu de 8,2 Mm³ (0,26 m³/s), déséquilibre évalué pour l'année 2012 qui s'avère donc de fréquence supérieure à la quinquennale sur ce périmètre²⁹.

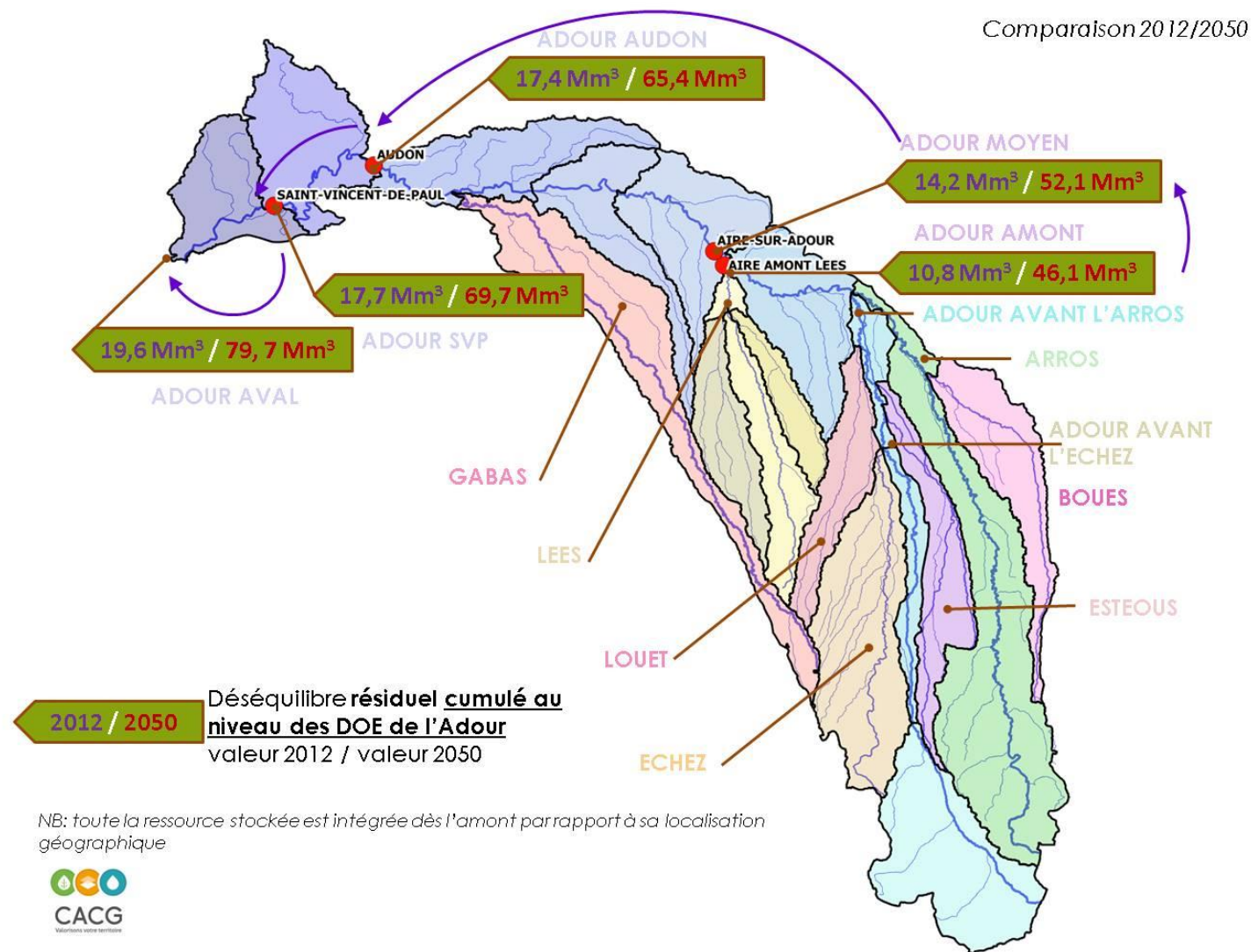
La carte suivante présente la répartition des déséquilibres et les évolutions 2012 / 2050 (hors Bouès car l'étude ne comprend pas l'évolution des apports liés au système Neste).

²⁸ Pour le Bouès, il faudrait prendre en compte une évolution des apports provenant de la Neste, non calculée dans cette étude

²⁹ pour mémoire, le déséquilibre quinquennal 1988-2018 sur le périmètre PT3A s'établit à 14 Mm³



Figure 143 : Résultats du bilan besoins - ressources projeté à 2050 et effets du changement climatique



Pour faire écho à la modélisation réalisée pour le BBR actuel sans prise en compte des stations d'épuration, la simulation 2050 sans STEP a également été réalisée même si les capacités actuelles et les performances de traitement (basées sur les caractéristiques quantitatives du milieu récepteur) des stations d'épuration auront nécessairement évolué. A titre d'exemple,

- sur le territoire PT3A, le déséquilibre 2050 avec STEP s'élève à 36,1 Mm³ ; sans les STEP, il s'établirait à 21,8 Mm³ soit environ 40% du déséquilibre global lié à l'assainissement,
- sur le périmètre du SAGE, la comparaison avec / sans STEP montre que la prise en compte des débits optima de fonctionnement des STEP actuelles génère 18,3 Mm³ de déséquilibre soit 23% du déséquilibre global évalué dans le scénario de base (79,7 Mm³ contre 61,4 Mm³ sans les STEP).

Ces résultats sont cohérents avec une baisse attendue d'environ 30% des débits d'étiage à l'horizon 2050.

4.2 RESULTATS AUX POINTS NODAUX

Les évolutions dues au changement climatique aux DOE ont été présentées au paragraphe précédent.

On s'intéresse ici aux évolutions temporelles des déséquilibres en comparant au niveau de chaque DOE, l'année 2012 et l'année 2050.

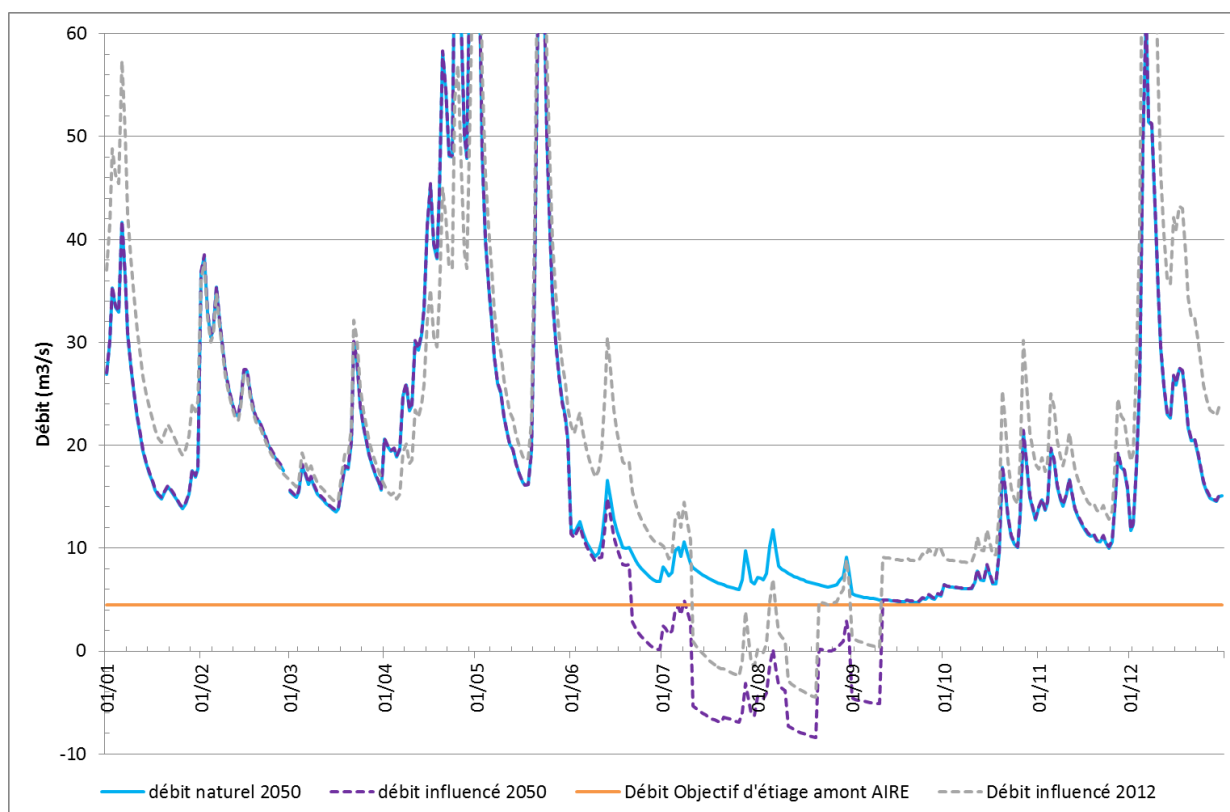
Sur les graphes suivants,

- la courbe bleue représente l'évolution annuelle des débits moyens journaliers naturels de 2050,
- la courbe en pointillés violets représente le débit influencé de 2050 (débit naturel - influence totale),
- la courbe en pointillés gris représente le débit influencé de 2012,
- le trait orange représente la valeur du DOE par rapport auquel sont calculés les déséquilibres.

Un déséquilibre apparaît quand une courbe en pointillés passe sous le DOE. Les graphes montrent que du 1^{er} janvier au 10 juin ainsi que du 15 septembre au 31 décembre, les courbes bleu et pointillé violet sont quasiment confondues, témoignant d'une incidence faible sur les débits des usages présents toute l'année : AEP, Industrie et rejets des STEP. Elles s'écartent lorsque les prélèvements d'irrigation apparaissent, c'est-à-dire pendant l'été, saison où la ressource est la moins abondante et où la satisfaction des besoins du milieu naturel aquatique est plus compliquée.



4.2.1 DOE Aire amont Lées



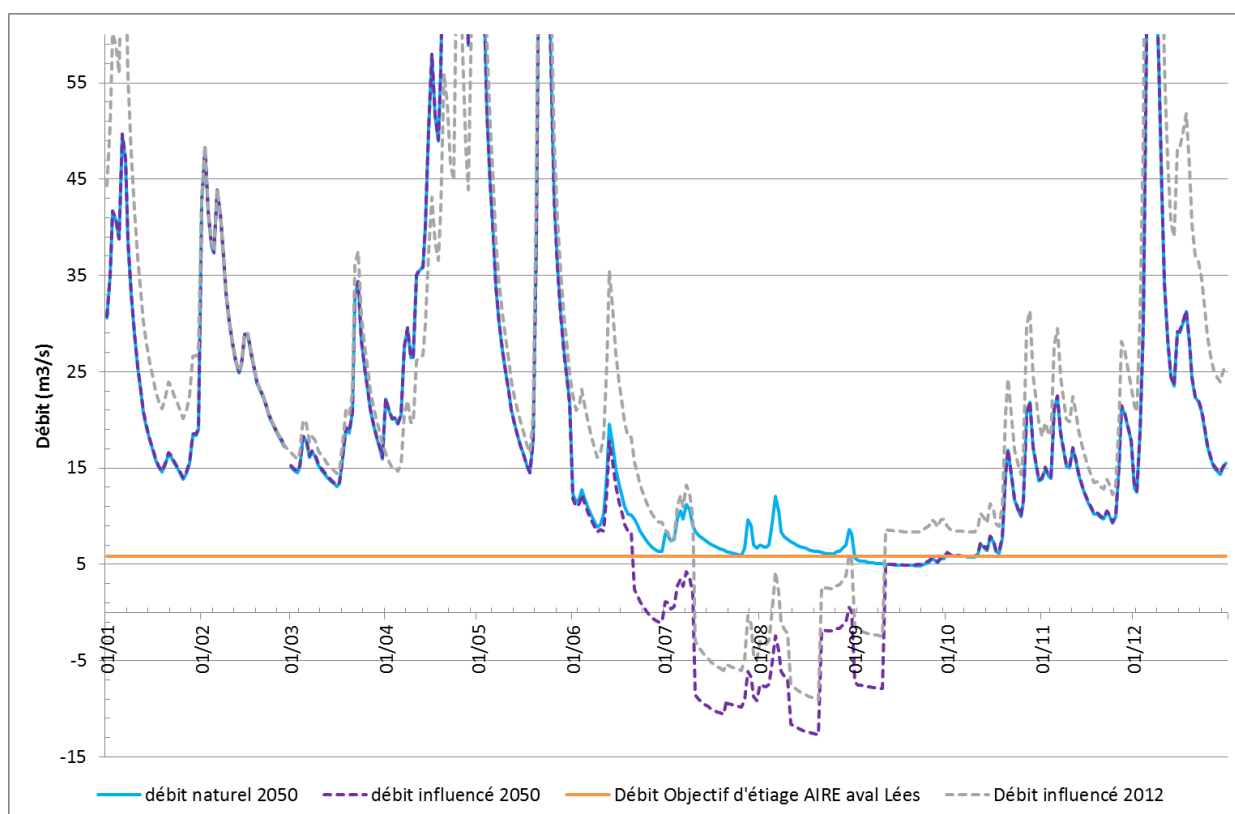
En 2050, le déséquilibre apparaît plus tôt qu'en 2012 et au mois de septembre le débit influencé flirte avec le DOE.

Les « remontées » des courbes de débits influencés au cours de la période d'étéage sont dues à des précipitations qui ont tendance ;

- à faire augmenter les débits naturels,
- à diminuer le besoin agricole.



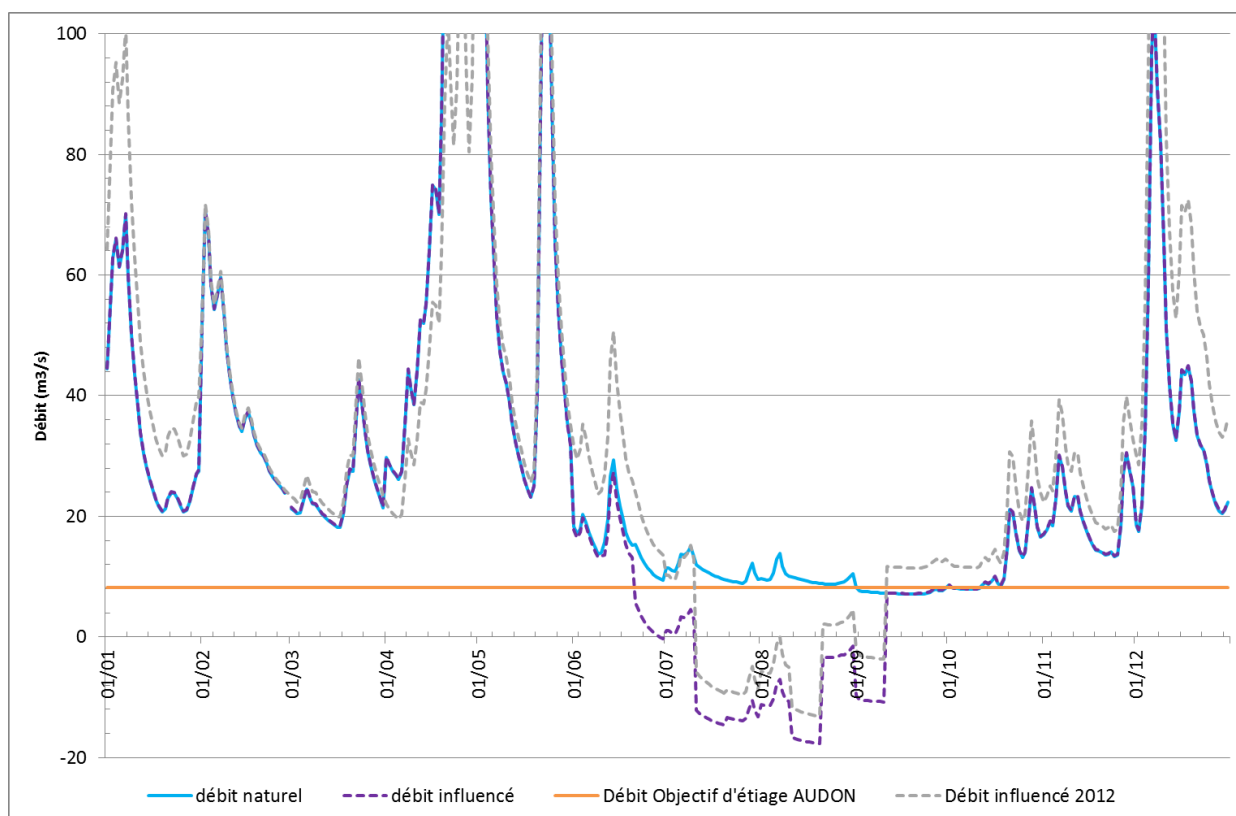
4.2.2 DOE Aire aval Lées



En 2050, le déséquilibre apparaît plus tôt qu'en 2012 (15/06 au lieu de 15/07) et se prolonge au mois de septembre alors que les influences ne sont plus significatives.



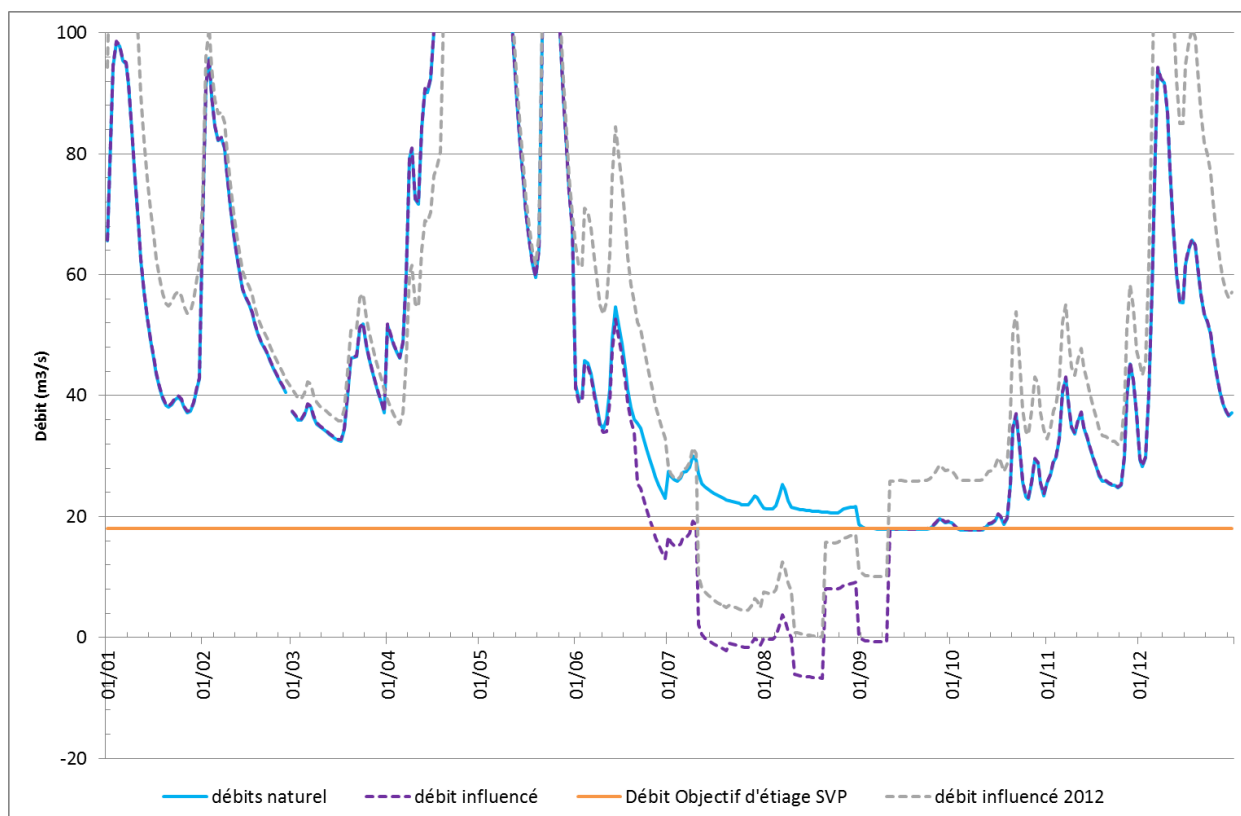
4.2.3 DOE à Audon



En 2050, le déséquilibre apparaît plus tôt qu'en 2012 (15/06 au lieu de 15/07) et se prolonge jusqu'à mi-octobre.



4.2.4 DOE à St-Vincent-de-Paul



Comme à Audon, la période de déséquilibre a tendance à s'étendre en septembre - octobre. Cette analyse montre que les effets du changement climatique ont tendance à anticiper les périodes de déséquilibre en début d'été et à les prolonger au début d'automne, alors même que les influences des usages ne sont plus sensibles.

4.3 RESULTATS POUR LES SOUS-BASSINS

Les résultats sont présentés par sous-bassin afin d'analyser l'hétérogénéité spatiale de l'impact du changement climatique. Le tableau suivant présente les évolutions de déséquilibres entre 2012 et 2050 pour les principaux affluents.



Tableau 57 : comparaison des déséquilibres 2012 / horizon 2050 sur les affluents

Déséquilibre (Mm ³)	année 2012	horizon 2050 (année 2012 projetée)	Observation
ECHEZ	10,9	13,7	X 1,3 Augmentation liée aux débits naturels faibles en regard des besoins de salubrité à l'amont du bassin Interconnecté avec l'Adour à l'aval de la Gespe (augmentation du déséquilibre répercutée sur l'Adour)
LOUET	0	1,9	Augmentation forte du déséquilibre
ALARIC-ESTEUS	0	0,7	Dépend des hypothèses de répartition avec l'Adour
ARROS	2,6	9,5	X 3,5 Interconnecté avec l'Adour
BOUES	6,6 (0)	10,3 (3,2)	Sans tenir compte des apports provenant du système Neste En tenant compte des apports actuels de la Neste ³⁰
LEES	3,3	6,6	X 2
GABAS	0,9	3	X 3

Tous les bassins voient leur déséquilibre nettement accru.

4.4 SYNTHÈSE

L'étude Adour 2050 a permis de décliner les travaux du GIEC (groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) au niveau du bassin de l'Adour. Il est à noter que le scénario climatique retenu dans cette étude (scénario 4.5) était médian à l'époque alors qu'il est optimiste maintenant. Pour évaluer les effets du changement climatique, le choix s'est porté vers la projection d'une année récente de type quinquennale sèche. L'année 2012 de conditions hydrologiques générales d'ordre quinquennal sec (voir analyse des pluies) a été retenue.

La simulation des effets du changement climatique au travers de la projection d'une année particulière, permet d'établir des comparaisons directes de situations mais présente aussi certains biais. Par exemple, l'année 2012 n'a pas eu des conditions climatiques homogènes sur l'ensemble du bassin. De plus, des pluies sont apparues en cours d'été. Il s'ensuit que cette année-là n'atteint finalement pas la fréquence quinquennale en termes de déséquilibre.

Toutefois, cet exercice théorique de projection à l'horizon 2050 révèle des tendances marquantes :

- un accroissement substantiel des déséquilibres du bassin si aucune action n'est envisagée sous l'effet cumulé d'une baisse de la ressource disponible et d'une augmentation des besoins pour satisfaire les usages et besoins de salubrité à un même niveau qu'actuellement,
- une prolongation des étiages vers l'automne.

³⁰ Le Bouès est considéré à part (et le bilan 2050 pour la zone d'étude est donné sans tenir compte du Bouès), car les apports extérieurs provenant de la Neste ne sont pas issus de ressource stockée mais sont mobilisés toute l'année en l'état actuel. Or, avec le changement climatique, l'évolution des apports que pourra fournir la Neste, notamment en période d'étiage, est incertaine.



PARTIE VII - SENSIBILITE DU MODELE





Tout modèle nécessite de définir des paramètres numériques qui traduisent des hypothèses retenues, des opérations ou des comportements réels. Afin de connaître le poids spécifique de chaque paramètre et son influence sur les résultats du bilan, on réalise des tests de sensibilité du modèle.

Les hypothèses de modélisation sont récapitulées dans l'encadré au début de la PARTIE V - Résultats : le déséquilibre actuel (p 142)

Afin de bien identifier les écarts liés au paramètre étudié, les résultats des simulations sont récapitulés dans les tableaux suivants **en valeurs brutes**, c'est-à-dire avant intégration de la ressource stockée.

Dans chaque tableau, la dernière colonne donne le pourcentage de variation des résultats par rapport au scénario de base. Lorsque plusieurs cas sont testés, la 1^{ère} valeur présente l'écart avec le scénario de la 3^{ème} colonne, la 2^{ème} valeur celui obtenu avec le scénario de la 4^{ème} colonne.

1 SENSIBILITE A LA RESERVE EN EAU DES SOLS

Nous testons le scénario de base du bilan besoins - ressources avec les hypothèses de RFU min et RFU max présentées en PARTIE III au § 4.3.3.

Les résultats de ces simulations aux points nodaux, à l'aval du périmètre du SAGE et pour le périmètre PT3A sont présentés en valeurs quinquennales dans le tableau suivant.

Tableau 58 : analyse de la sensibilité des résultats par rapport à la RFU

Valeur au point bilan	Déséquilibre avec RFU moyenne (Mm ³)	Déséquilibre avec RFU MIN (Mm ³)	Déséquilibre avec RFU MAX (Mm ³)	Ecart relatif à la valeur de référence
Périmètre PT3A	28,4	28,5	28,4	+0,1% / -0,1%
DOE Aire amont	39,5	39,6	39,4	+0,2% / -0,2%
DOE Aire aval	63,0	63,1	62,9	+0,2% / -0,2%
DOE Audon	86,2	86,5	85,9	+0,3% / -0,3%
DOE St-Vincent de Paul	86,6	86,8	86,3	+0,3% / -0,3%
Périmètre SAGE	102,8	103,3	102,4	+0,4% / -0,4%

A titre d'exemple pour la lecture des résultats, l'écart relatif à la valeur de référence de +0,3% / -0,3% obtenu à Audon signifie que le 1^{er} scénario considéré (avec RFU min) conduit à une évaluation des déséquilibres supérieure de 0,3% par rapport au scénario de base, alors que le 2^{ème} (avec RFU Max) conduit à une évaluation inférieure de 0,3%.

Ce paramètre apparaît peu sensible dans la gamme testée avec des écarts relatifs à la valeur de référence inférieurs à 0,4%.

2 SENSIBILITE AU COEFFICIENT D'EFFICIENCE

Nous testons 3 valeurs du coefficient d'efficience :

- 1,2 étant le coefficient appliqué pour la simulation de référence,
- 1 et 1,4 sont testés.

Les résultats des simulations sont récapitulés dans le tableau suivant.



Tableau 59 : analyse de la sensibilité des résultats par rapport au coefficient d'efficacité de gestion

Déséquilibre Mm ³	Coeff efficacité majoritairement égal à 1,2	Coeff efficacité majoritairement égal à 1	Coeff efficacité majoritairement égal à 1,4	Ecart relatif à la valeur de référence
Périmètre PT3A	28,4	26,6	30,8	-6,4% / +8,3%
DOE Aire amont	39,5	36,7	42,8	-7% / +8,3%
DOE Aire aval	63,0	58,0	68,5	-7,9% / +8,8%
DOE Audon	86,2	77,0	96,0	-10,7% / +11,4%
DOE SVP	86,6	77,3	97,0	-10,7% / +12%
Périmètre SAGE	102,8	93,3	113,5	-9,2% / +10,4%

Le coefficient d'efficacité de gestion influence les résultats : entre 6 et 12% d'écart relatif. Toutefois, nous rappelons qu'un coefficient de gestion égal à 1 n'est pas réaliste et que la gestion actuelle atteint déjà un coefficient d'efficacité inférieur à 1,4 sur la plupart des axes réalimentés, c'est-à-dire qu'en l'état actuel la gestion est plus performante que ce que traduit un coefficient de 1,4.

3 SENSIBILITE AU COEFFICIENT D'IRRIGATION

La simulation de référence est réalisée avec un coefficient d'irrigation k_p égal à 1,15. Nous testons la valeur $k_p = 1$.

Les résultats des simulations sont récapitulés dans le tableau suivant.

Tableau 60 : analyse de la sensibilité des résultats par rapport au coefficient d'irrigation

Déséquilibre Mm ³	$k_p = 1,15$	$k_p = 1$	Ecart relatif à la valeur de référence
Périmètre PT3A	28,4	25,8	-9,2%
DOE Aire amont	39,5	34,4	-12,8%
DOE Aire aval	63,0	56,3	-10,7%
DOE Audon	86,2	74,7	-13,3%
DOE St Vincent de Paul	86,6	75,1	-13,3%
Périmètre SAGE	102,8	89,5	-12,9%

Ce paramètre joue également un rôle sensible dans l'évaluation des déséquilibres. Son influence est assez homogène sur le territoire : entre 9 et 13%.

4 CONCLUSION DE L'ANALYSE DE SENSIBILITES

L'analyse des sensibilités du modèle ainsi que les différentes sources d'incertitudes liées

- à l'exercice de modélisation d'un système complexe,
- au calage des modèles pluie-débit,
- à l'estimation de l'influence des prélèvements en nappe sur les cours d'eau,

permet de définir un intervalle de confiance de +/-10% applicable aux résultats de déséquilibres.

