	Réalisation d'un bilan besoins-ressources en eau sur l'Adour et ses affluents en amont de la confluence des Luys	31/10/2019 Page 1 / 9
	<p style="text-align: center;"><i>NOTE</i></p> <p style="text-align: center;"><i>RECONSTITUTION DES DEBITS NATURELS</i></p>	

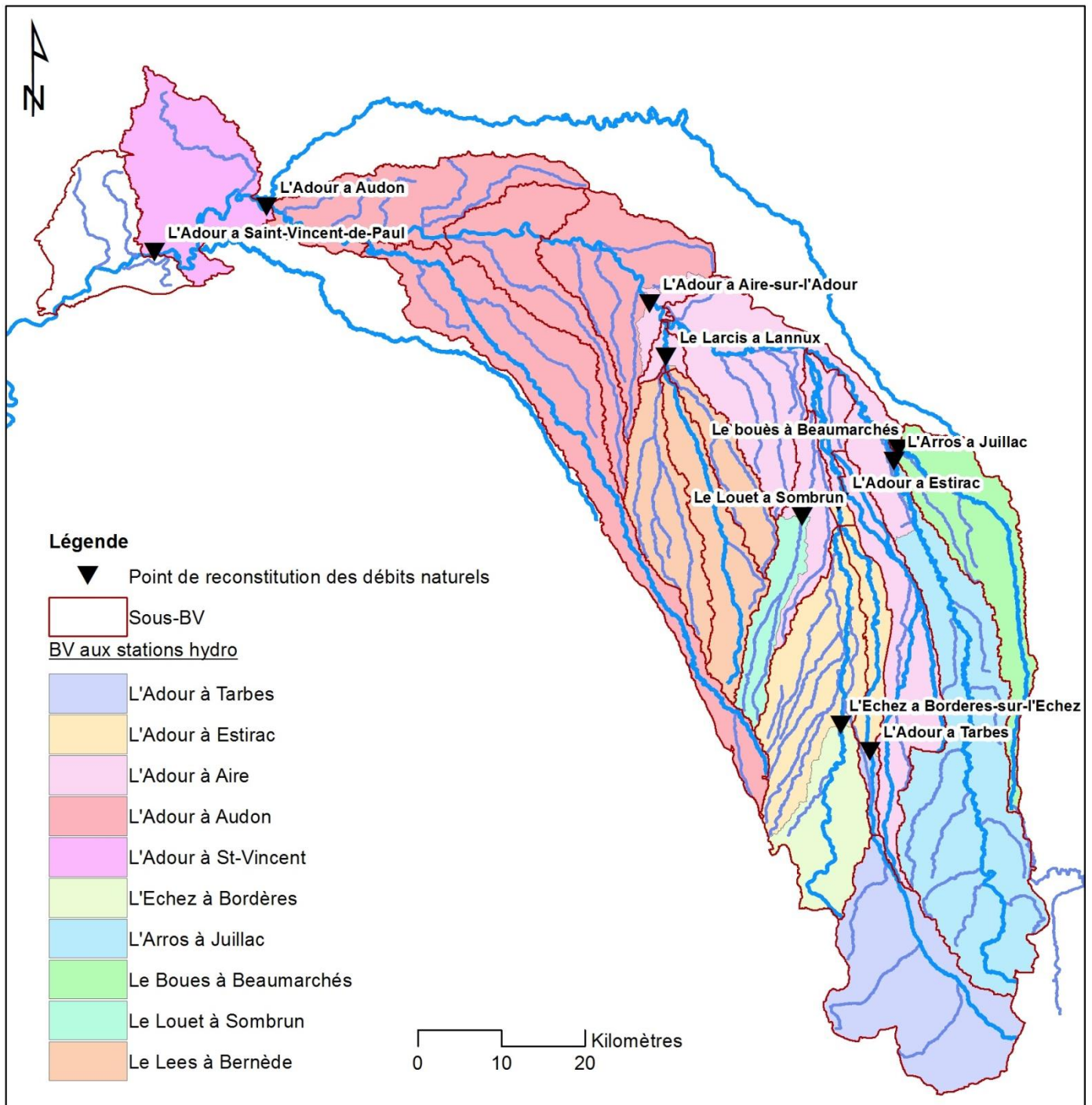
Historique des versions					
Date	Version	Nature	Rédaction	Vérification	Validation
31/10/2019	1	Note explicative	S. Ayriahac	D. Lilas	

Suite à la demande du COTECH, la note ci-après présente 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)

1 - BASSIN VERSANT ET STATIONS HYDROMETRIQUES PRISES EN COMPTE POUR LA RECONSTITUTION DES DEBITS NATURELS

La figure suivante localise les stations de reconstitution des débits naturels et présente leurs bassins versants interceptés.

Figure 1 : Stations de reconstitution des débits naturels



2 - RECONSTITUTION DES DEBITS NATURELS : DEMARCHE ITERATIVE

2.1 - METHODOLOGIE INITIALE

Dans son offre commerciale acceptée par l'IA, la CACG proposait de reconstituer les débits naturels aux 10 points présentés précédemment par modélisation pluie-débit GR4J ou GR5J avec prise en compte de la neige avec :

- Données de calage : débits naturels reconstitués jusqu'en 2003 ou 2006 dans les précédentes études (PGE 2005, Vp 2009 et étude Eaucéa)
- Données climatiques : Pluie, ETP et Température issues des stations Météo-France du secteur
 - ETP : 4 stations avec des données disponibles :
 - Ossun
 - Pau
 - Mont-de-Marsan
 - Dax
 - Pluviométrie : 10 stations avec des données disponibles :
 - Campan (Artigues)
 - Ossun
 - Tournay
 - Argelos
 - Maubourguet
 - Maumusson
 - Aire-sur-l'Adour
 - Urgons
 - Mont-de-Marsan
 - Dax
 - Température : 2 stations utiles pour les bassins versants avec influence de la neige
 - Campan (Artigues)
 - Tournay

Les 1ers résultats issus de ces modélisations ont été présentés le 27/08/2019.

Les performances des modèles pluie-débit GR5J finalement retenus à ce stade (TEST 1) sont consignées dans le tableau suivant. Plus le critère de Nash est proche de 1, meilleur est le calage du modèle.

Stations	Critère de Nash sur la racine des débits [-]
Adour_Aire	0.91
Adour_Audon	0.89
Adour_Estirac	0.82
Adour_StVincent	0.91
Adour_Tarbes	0.71
Arros_Juillac	0.87
Boues_Beaumarches	0.86
Echez_Borderes	0.83
Larcis_Lannux (Lees à Bernède)	0.93
Louet_Sombrun	0.91

Le tableau suivant donne les valeurs caractéristiques des débits calculées sur les chroniques reconstituées ici pour la période 1988-2018.

Tableau 1 : Test 1 : Ppostes – calage Qnat anciennes études (1988-2003)

	Module (m3/s)	QMNA5 (m3/s)	VCN3 (m3/s)	VCN3 quinq (m3/s)	VCN10 (m3/s)	VCN10 quinq (m3/s)
L'Adour à Aire	36.9	9.04	9.41	8.45	9.73	8.55
L'Adour à Audon	50.5	11.97	12.6	11.14	13.01	11.27
L'Adour à Estirac	16.2	7.31	7.38	6.78	7.56	6.9
L'Adour à St-Vincent-de-Paul	77.7	25.32	26.28	24.49	26.71	24.57
L'Adour à Tarbes	11	4.2	4.3	3.46	4.51	3.61
L'Arros à Juillac	6.6	1.08	1.13	0.98	1.18	1
Le Boues à Beaumarchés	1.4	0.21	0.2	0.18	0.21	0.19
L'Echez à Bordères	2	0.57	0.56	0.51	0.58	0.52
Le Lees à Bernède	4.1	0.15	0.18	0.13	0.2	0.13
Le Louet à Sombrun	0.9	0.05	0.06	0.04	0.07	0.04

2.2 - PRISE EN COMPTE DES DONNEES SAFRAN

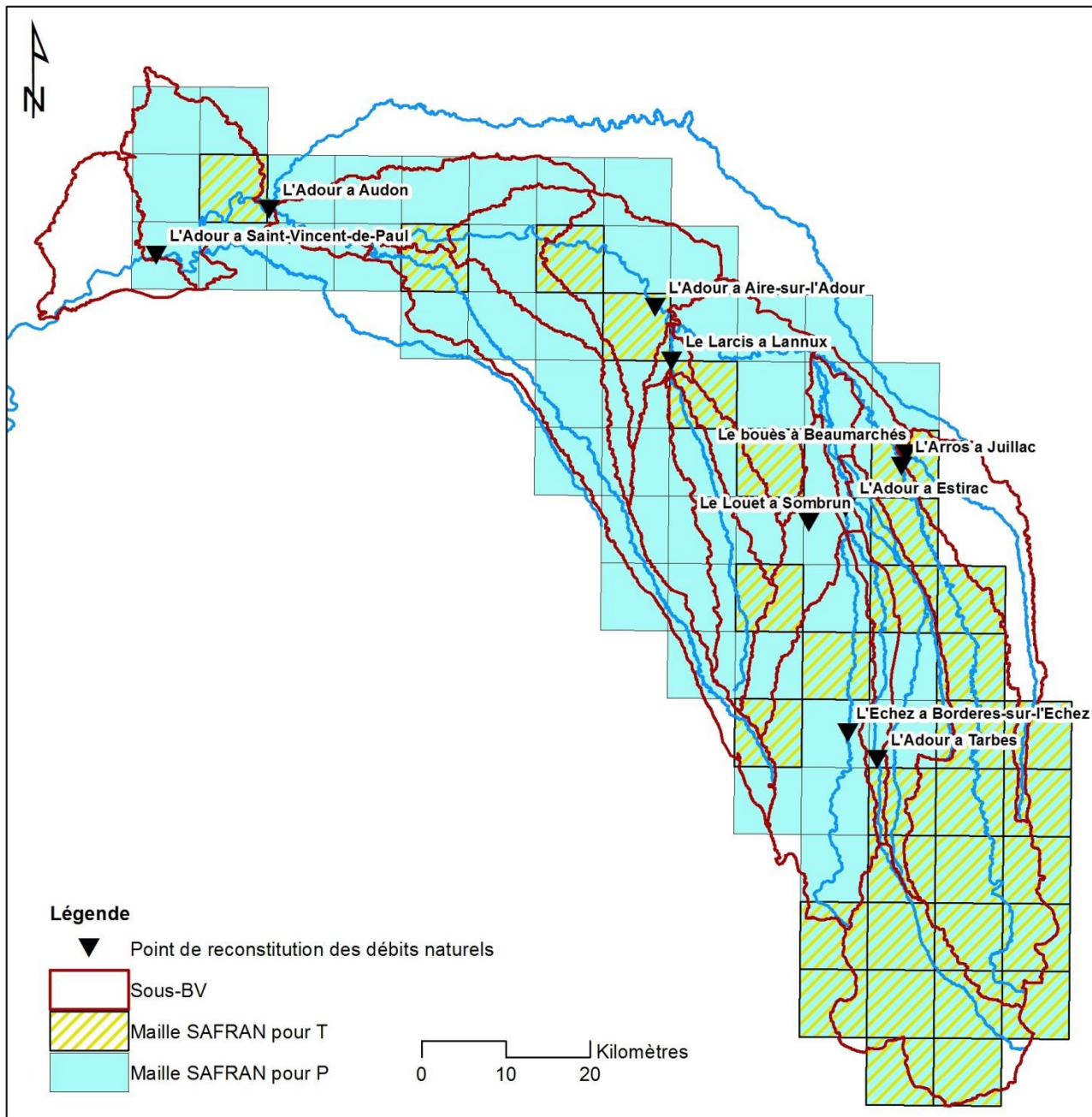
Après le démarrage de l'étude, l'IA en lien avec le COTECH a décidé d'acheter les données climatologiques SAFRAN spatialisées par mailles de 8 km*8 km auprès de Météo-France afin d'amender les données d'entrée des modèles pluie-débit et de mieux tenir compte des variations spatiales de la pluie, de la température et de l'ETP.

Une analyse technico-économique a été réalisée avec l'appui de la CACG sur le volet technique pour définir l'ensemble des données nécessaires. Au final, l'IA a acheté

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

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

Figure 2 : données SAFRAN disponibles pour l'étude



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

Suite à la livraison des données SAFRAN le 2 octobre, la CACG a procédé aux nouveaux calages des modèles pluie-débit. Plusieurs tests se sont avérés nécessaires.

TEST 2 – MODELE GR5J avec données SAFRAN et calage sur les débits naturels reconstitués issus des anciennes études (1988-2003)

En cohérence avec la méthodologie initialement proposée, le 1^{er} test de calage a été réalisé avec les paramètres suivants.

Tableau 2 : TEST 2 – SAFRAN, calage sur Qnat anciennes études (1988-2003)

Pluies	SAFRAN (interpolation pour les mailles absentes en bordure du bassin)
ETP	Calculée à partir des Températures SAFRAN par la formule d'Oudin et interpolée car toutes les mailles n'ont pas été achetées
Débits utilisés pour le calage du modèle P-Q	Chroniques de Qnat produites lors des anciennes études : $Qnat = Qobs_hiver + Qnat_lagon + Qsim_GR4j$ (après calage sur Qnat)
Période de calage	1988-2003 (2006 pour Saint-Vincent de Paul et Audon, 2004 pour Boues)
Modèle utilisé	GR5J

Les performances des modèles (TEST 2) sont consignées dans le tableau suivant :

Stations	Critère de Nash sur la racine des débits [-]
Adour_Aire	0.91
Adour_Audon	0.89
Adour_Estirac	0.82
Adour_StVincent	0.85
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	0.91

Les performances des modèles ne sont pas vraiment améliorées par rapport au TEST 1, voire même dégradées (Arros à Juillac, adour à Estirac), alors que les données d'entrée ont été affinées. Ce manque d'amélioration interroge sur la possible propagation d'« erreurs » contenues dans les chroniques de calage issues de reconstitutions et de pluies non spatialisées (postes météo France), sur lesquelles les modèles cherchent à se caler.

Nous avons donc cherché à densifier la donnée de calage, notamment sur la période récente pour améliorer les performances des modèles.

TEST 3 – MODELE GR5J avec données SAFRAN et calage sur les débits observés hivernaux (1^{er} octobre au 31 mai) 1988-2018

Tableau 3 : TEST 3 – SAFRAN, calage exclusivement sur les Qobs (extraction banque hydro d'Octobre 2019) hivernaux (1988-2018) à savoir du 01/10 au 31/05 (débit mis en lacunes sur le reste des années)

Pluies	SAFRAN (interpolation pour les mailles absentes en bordure du bassin)
ETP	Calculée à partir des Températures SAFRAN par la formule d'Oudin et interpolée car toutes les mailles n'ont pas été achetées
Débits utilisés pour le calage du modèle P-Q	Chroniques Banque HYDRO des Qmj du 1/10 au 31/05 (sauf pour le Boues où les débits sont influencés par le système Neste toute l'année)
Période de calage	1988-2018 (2004 pour Boues)
Modèle utilisé	GR5J

Les performances des modèles (TEST 3) sont consignées dans le tableau suivant :

Stations	Critère de Nash sur la racine des débits [-]
Adour_Aire	0.93
Adour_Audon	0.92
Adour_Estirac	0.85
Adour_StVincent	0.91
Adour_Tarbes	0.80
Arros_Juillac	0.76
Boues_Beaumarches	0.83
Echez_Borderes	0.87
Larcis_Lannux (Lees à Bernède)	0.93
Louet_Sombrun	0.89

Ce calage conduit à des modifications importantes (peu réalistes) des valeurs caractéristiques des débits aux stations. Le calage du modèle s'effectue sur trop peu de données de débits d'étiages (qui ne sont représentés que par les mois d'octobre) ce qui biaise ensuite les résultats.

Par ailleurs, les débits mesurés par la Banque HYDRO sont, en fait, influencés en hiver pour 3 stations : Adour à Tarbes, Adour à Estirac et Echez à Bordères en raison des prises d'eau et restitutions de 2 canaux majeurs du secteur :

- Le canal de l'Alaric en rive droite de l'Adour, dont la prise d'eau se situe à Ordizan à l'aval immédiat de Bagnères-de-Bigorre (amont de Tarbes) et la restitution sur la commune de Tieste-Uragnoux à l'aval d'Estirac ; ce canal dérive en hiver constamment environ 1 m³/s ;
- Le canal de la Gespe dont la prise s'effectue sur l'Adour en aval d'Hiis (amont de Tarbes) et la restitution à l'Echez à Odos en amont de Bordères-sur-l'Echez ; ce canal dérive en permanence environ 800 l/s de l'Adour vers l'Echez.

Les modèles ainsi calés sur les débits hivernaux mesurés ne sont donc pas satisfaisants. Par conséquent, nous avons testé une combinaison des 2 types de données de calage pour les stations où les débits hivernaux observés sont représentatifs des débits naturels.

TEST 5 – MODELE GR5J avec données SAFRAN et calage sur Qnat anciennes études de 1988 à 2003, sur les débits observés hivernaux (1^{er} octobre au 31 mai) de 2004 à 2018 sauf pour Adour à Tarbes, Adour à Estirac, Echez à Bordères et Boues à Beaumarchés

Tableau 4 : TEST 5 – SAFRAN, calage sur Qnat anciennes études (1988-2003) + Qhiver (2004-2018) sauf pour les stations de Tarbes, Estirac, Bordères-sur-Echez et Beaumarchés

Pluies	SAFRAN (interpolation pour les mailles absentes en bordure du bassin)
ETP	Calculée à partir des Températures SAFRAN par la formule d'Oudin et interpolée car toutes les mailles n'ont pas été achetées
Débits utilisés pour le calage du modèle P-Q	Chroniques de Qnat produites lors des anciennes études + Chroniques Banque HYDRO des Qmj du 1/10 au 31/05 (sauf pour Boues, Tarbes, Estirac et Bordères)
Période de calage	1988-2018 (2003 pour Tarbes, Estirac et Bordères, 2004 pour Boues)
Modèle utilisé	GR5J

Les performances des modèles (TEST 5) sont consignées dans le tableau suivant :

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. On vérifie pour chaque station le respect de la relation d'ordre entre le débit naturel reconstitué (sortie des simulations du test 5) et le débit influencé issu de la Banque HYDRO.

Tableau 5 : vérifications de la cohérence des débits simulés issues du calage effectué lors du TEST5

Stations	Observations sur la reconstitution des débits en période estivale
Adour_Aire	Débit naturel > Débit influencé sur toute la chronique
Adour_Audon	Débit naturel > Débit influencé sur toute la chronique
Adour_Estirac	Débit naturel > Débit influencé sur toute la chronique
Adour_StVincent	Débit naturel > Débit influencé sur toute la chronique
Adour_Tarbes	Influence de la neige prise en compte Débit naturel > Débit influencé sur toute la chronique
Arros_Juillac	Mauvaise reproduction des orages en été qui implique un calage moyennement performant Faible influence de la neige Débit naturel ≥ Débit influencé sur toute la chronique
Boues_Beaumarches	Débit influencé > Débit naturel en été
Echez_Borderes	Débit naturel < Débit influencé sur toute la chronique toute l'année (influence Gespe)
Larcis_Lannux (Lees à Bernède)	Débit naturel = Débit mesuré pour les étés du début de chronique Débit naturel < Débit influencé pour les années récentes, influence de la mise en service du transfert Gabas - Lees
Louet_Sombrun	Débit naturel < Débit influencé sur toute la chronique

On retrouve bien 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 du test 5).

Le tableau suivant donne les valeurs caractéristiques des débits obtenues avec ce calage.

Tableau 6 : valeurs caractéristiques calage retenu

	Module (m3/s)	QMNA5 (m3/s)	VCN3 (m3/s)	VCN3 quinq (m3/s)	VCN10 (m3/s)	VCN10 quinq (m3/s)
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 Estirac	15.7	6.04	5.95	5.55	6.12	5.66
L'Adour à St-Vincent-de-Paul	81.1	25.7	26.13	25.62	26.27	25.58
L'Adour à Tarbes	10.41	4.63	4.5	4.19	4.62	4.28
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

Nous proposons ainsi de conserver les modèles issus de ce dernier calage qui donne satisfaction étant donné la bonne représentativité des pluies considérées (Safran), les performances obtenus au calage et des valeurs caractéristiques des débits simulés cohérentes (Module, QMNA5...).