

S · A · G · E
BLAVET

Schéma d'Aménagement
et de Gestion des Eaux

Étude hydrologique sur le débit réservé en aval du barrage de Guerlédan



RAPPORT FINAL D'ÉTUDE

SOMMAIRE

1	PRÉAMBULE.....	4
1.1	CONTEXTE.....	4
1.2	OBJECTIFS DE L'ÉTUDE HYDROLOGIQUE	4
2	INVENTAIRE DES REJETS ET PRÉLEVEMENTS.....	5
2.1	PRÉLEVEMENTS AEP, INDUSTRIES ET CANAL.....	5
2.2	REJETS DANS LE BLAVET : CANAL ET STEP	11
3	LE BLAVET REGULARISÉ ET SES APPORTS NATURELS	15
3.1	LE BLAVET RÉGULÉ SORTANT DU BARRAGE DE GUERLÉDAN	15
3.2	LES APPORTS NATURELS.....	15
4	MODÉLISATION HYDROLOGIQUE GLOBALE	23
4.1	RÉSULTATS POUR LA SITUATION RÉELLE OBSERVÉE	23
4.2	LA GESTION DU PLAN D'EAU LORS DES ÉTIAGES DE 2003, 2005, 2006	26
4.3	SCÉNARIOS DE GESTION DU BARRAGE DE GUERLÉDAN	28
5	RÉSULTATS DE LA MODÉLISATION HYDROLOGIQUE	29
5.1	MODIFICATION DU QMNA.....	30
5.2	EFFET D'UNE MODULATION À 2 M ³ /S AU-DELÀ DU 15 JUILLET.....	30
5.3	CONSÉQUENCES SUR LA STEP DE PONTIVY	31
5.4	CONSÉQUENCES SUR LES STATIONS DE POMPAGE AEP.....	33
5.5	CONSÉQUENCES AU POINT NODAL DE NEULLIAC	35
5.6	CONSÉQUENCES SUR LE MILIEU AQUATIQUE.....	35
6	CONCLUSION	36
7	ANNEXES	37
7.1	CARTE DES PRÉLEVEMENTS ET REJETS DU BLAVET ENTRE GUERLÉDAN ET HENNEBONT.....	37
7.2	HYDROGRAMMES DES APPORTS NATURELS (SARRE, ÉVEL ET COET ORGAN)	37
7.3	GRAPHIQUES DE GESTION DU PLAN D'EAU DE GUERLÉDAN EN 2003, 2005 ET 2006	37
7.4	VARIATIONS DU PLAN D'EAU DE GUERLÉDAN EN FONCTION DES SCÉNARIOS.....	37
7.5	ÉVOLUTION DU DÉBIT MOYEN SUR 30 JOURS À LANGUIDIC EN FONCTION DES SCÉNARIOS.....	37
7.6	ÉVOLUTION DU DÉBIT JOURNALIERS À NEULLIAC EN FONCTION DES SCÉNARIOS	37
7.7	NOTE SUR L'ÉTIAGE 2010.....	37

REVISIONS

version	date	nature des modifications
C	19/10/2010	Prise en compte des remarques suite à la réunion au SAGE du 05/10/10
B	21/09/2010	Prise en compte des remarques du Syndicat Mixte du SAGE Blavet
A	17/09/2010	Première édition provisoire

FIGURES

Figure 1 : débits prélevés à la station de Mangoer de 2003 à 2007 (m ³ /jour)	5
Figure 2 : débits prélevés à la station du Porzo de 2003 à 2007 (m ³ /jour)	6
Figure 3 : volumes journaliers prélevés dans le Blavet à la station AEP du Déversoir (en m ³ /jour)	6
Figure 4 : volume quotidien prélevé au Déversoir (moyenne de 2001 à 2009, hors 2006)	7
Figure 6 : débits prélevés à la station de Rimaison-Kerbellec de 2003 à 2007 (m ³ /jour) .	8
Figure 7 : débits prélevés à la station de Baud-Le Guern de 2003 à 2007 (m ³ /jour).....	9
Figure 8 : débits journaliers de prélèvement à la station de Trémorin (en m ³ /jour))	10
Figure 9 : débits rejetés par la STEP de Pontivy (m ³ /jour)	13
Figure 10 : rejets à la STEP de la Société Laitière de Pontivy (d'après volumes mensuels Lactalis)	13
Figure 11 : principe de la modélisation hydrologique GR	16
Figure 13 : pluviométrie à Pontivy – cumuls « d'hiver » entre 2000 et 2007	19
Figure 14 : pluviométrie à Pontivy – cumuls de printemps entre 2000 et 2007	20
Figure 15 : pluviométrie à Pontivy – cumuls d'été entre 2000 et 2007	20
Figure 16 : étiage 2003	24
Figure 18 : étiage 2005	24
Figure 20 : étiage 2006	25
Figure 22 : débits d'étiage 2003 à la STEP de Pontivy selon les scénarios (débit Blavet à gauche, débit STEP à droite)	31
Figure 23 : débits d'étiage 2005 à la STEP de Pontivy selon les scénarios (débit Blavet à gauche, débit STEP à droite)	32
Figure 24 : débits d'étiage 2006 à la STEP de Pontivy selon les scénarios (débit Blavet à gauche, débit STEP à droite)	32
Figure 25 : débits d'étiage 2003 à la station AEP de Mangoer	33
Figure 26 : débits d'étiage 2005 à la station AEP de Mangoer	34
Figure 27 : débits d'étiage 2006 à la station AEP de Mangoer	34

TABLEAUX

Tableau 1 : synthèse des prélèvements à la station du Déversoir (2001-2009)	7
Tableau 2 : volumes annuels prélevés au pompage de Trémorin en 2003, 2005, 2006 et 2010.....	9
Tableau 3 : liste des STEP du bassin du Blavet entre le barrage de Guerlédan et Languidic	12
Tableau 4 : débits d'étiage du Blavet et de ses affluents pour 2003, 2005 et 2006.....	21
Tableau 5 : apports en % à l'étiage du Blavet et de ses affluents pour 2003, 2005 et 2006.....	21
Tableau 6 : les 4 phases de gestion de Guerlédan à l'étiage 2003.....	26
Tableau 7 : les 3 phases de gestion de Guerlédan à l'étiage 2005.....	26
Tableau 8 : les 5 phases de gestion de Guerlédan à l'étiage 2006.....	26
Tableau 9 : synthèse des simulations pour 2003	29
Tableau 10 : synthèse des simulations pour 2005	29
Tableau 11 : synthèse des simulations pour 2006	30

1 PRÉAMBULE

1.1 Contexte

Le barrage de Guerlédan joue un rôle important dans la gestion quantitative des eaux : soutien d'étiage, protection contre les inondations. Il représente également un pôle d'attractivité touristique majeur du territoire. Dans le cadre du Schéma d'Aménagement et des Gestion des Eaux du Blavet – et afin de répondre à ces différents usages – des préconisations ont porté sur la gestion du barrage de Guerlédan :

- la préconisation 3.2.1 fixe des nouvelles consignes (applicables dès 2007),
- la préconisation 3.2.2 engage à mener une étude de consignes plus fines.

La préconisation 3.2.1 autorise le gestionnaire à réduire le débit réservé de 2,5 m³/s à 2 m³/s jusqu'au 15 juillet, afin d'atteindre les niveaux d'eau suivants dans la retenue :

- au 1^{er} mai : creux maximum de 1,5 m correspondant à la cote touristique minimum,
- du 1^{er} au 15 juillet : maintien d'un creux de 0,5 m correspondant à la cote touristique optimale.

A partir du 16 juillet le débit réservé doit être de 2,5 m³/s au minimum.

La préconisation 3.2.2 consiste à étudier le prolongement de cette réduction du débit réservé à 2 m³/s jusqu'à fin juillet afin de favoriser autant que possible le maintien d'un niveau d'eau suffisant dans la retenue de Guerlédan.

1.2 Objectifs de l'étude hydrologique

L'étude hydrologique vise à :

- réaliser un bilan du fonctionnement global des écoulements,
- analyser les conséquences d'une prolongation du débit réservé du barrage de Guerlédan,
- déterminer la mise en œuvre d'un débit réservé réduit sans incidences négatives à l'aval,
- analyser la pertinence du dispositif actuel mis en place en terme de débit et de date.

Un premier rapport (mars 2010) a consisté à analyser les défaillances du plan d'eau de Guerlédan et des débits mensuels à Languidic sur la période 2000-2007. Un premier bilan hydrologique simplifié entre le barrage et le point nodal de Neulliac a permis d'apprécier les premières conséquences d'une réduction du débit sortant de Guerlédan.

Le présent rapport prolonge cette analyse jusqu'au point nodal aval du Blavet à Languidic (Quellenec). Il fournit un inventaire complet des rejets et prélèvements d'eau dans le Blavet étudié, reconstitue les apports naturels des bassins versants intermédiaires par modélisation hydrologique, puis propose différents scénarios de gestion du débit réservé au barrage de Guerlédan. L'intérêt de ces gestions pour le plan d'eau et leurs conséquences sur le débit moyen mensuel aux points nodaux de Neulliac et Languidic sont évalués.

Nous tenons à remercier chaleureusement la SAUR et EDF qui ont mis à disposition de l'étude une quantité importante de données journalières d'exploitation sur la période étudiée.

2 INVENTAIRE DES REJETS ET PRÉLEVEMENTS

Une mise à jour des points de rejets et de prélèvements d'eau dans le Blavet a été rendue nécessaire par de récentes évolutions. Le tronçon concerné va de l'aval du barrage de Guerlédan jusqu'au point nodal de Languidic.

2.1 Prélèvements AEP, industries et canal

2.1.1 Mangoer (AEP)

La capacité actuelle de pompage à Mangoer est de 8 000 m³/jour. Les volumes journaliers prélevés ont été saisis d'après les relevés papier fournis par la SAUR.

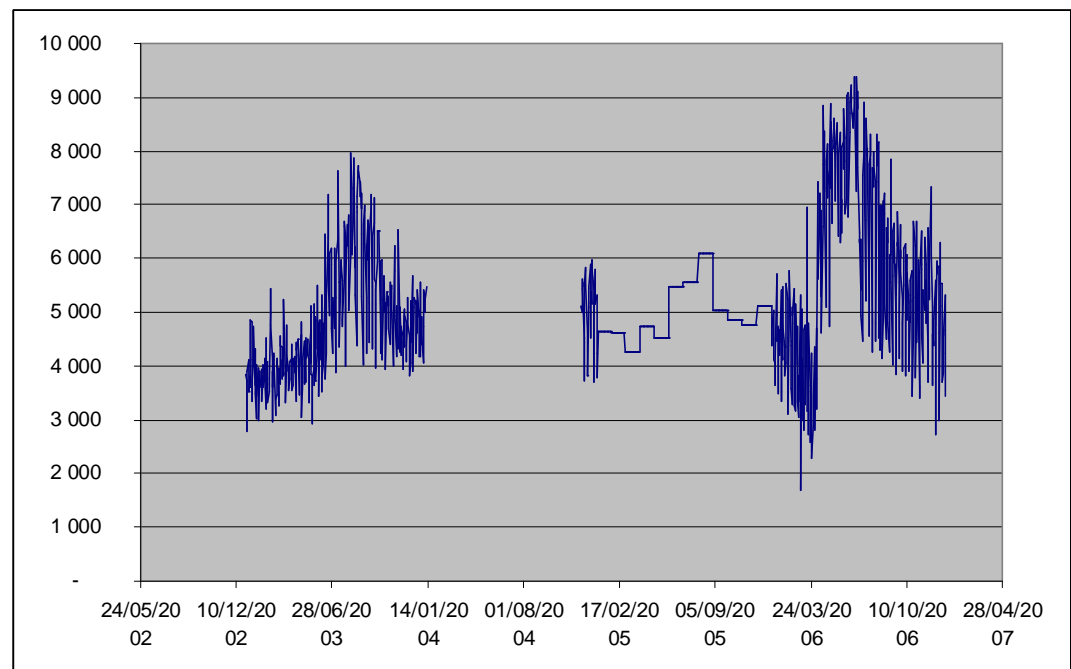


Figure 1 : débits prélevés à la station de Mangoer de 2003 à 2007 (m³/jour)

Les variations saisonnières sont visibles puisque le volume journalier moyen passe de 3 500 m³ l'hiver à plus de 6 000 m³ l'été (voir année 2003). A noter que pour 2005 nous disposons de volumes mensuels.

2.1.2 Porzo (canal)

Les volumes quotidiens prélevés pour le canal de Nantes à Brest ont été saisis pour chaque année. En 2003 les volumes prélevés vers le canal ont été les plus forts, culminant au-dessus de 25 000 m³/jour, pour une capacité installée de 28 000 m³/jour.

Ces volumes sont destinés à remettre le canal à niveau pour les besoins en navigation de plaisance. Ils remplissent le bief de partage entre les bassins de l'Oust et du Blavet.

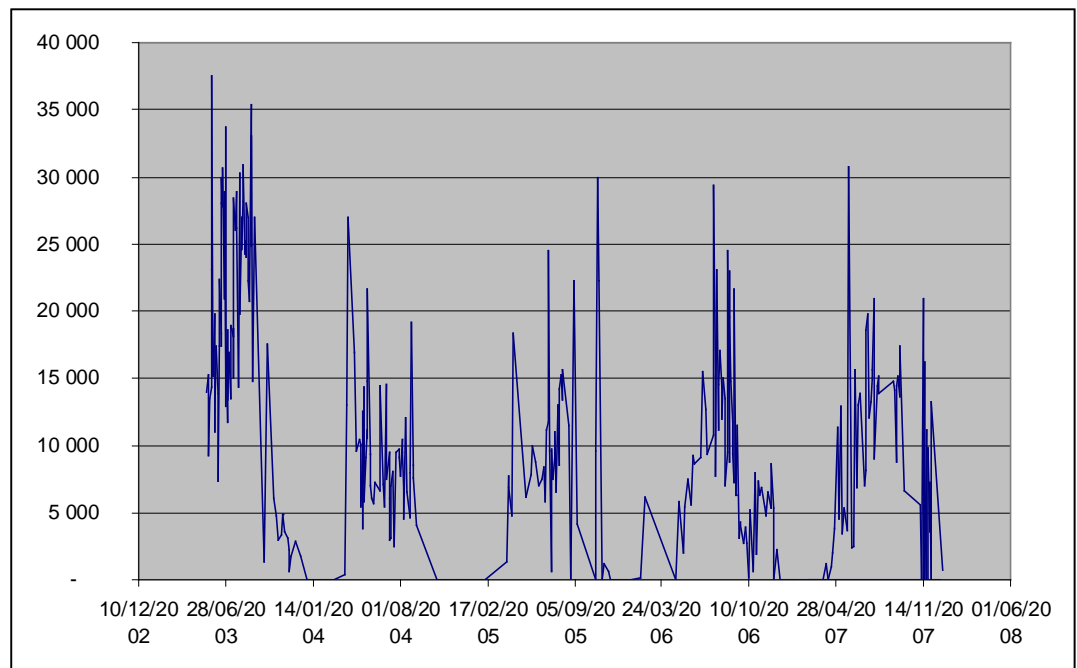


Figure 2 : débits prélevés à la station du Porzo de 2003 à 2007 (m³/jour)

2.1.3 Déversoir (AEP)

En 2006 la station de pompage du Déversoir a subi des travaux de génie civil (d'avril à juin) ayant totalement arrêté le pompage dans le Blavet. Durant cette période, la station de Mangoër a pris le relais pour l'approvisionnement de Pontivy.

L'année 2006 n'est donc pas représentative d'un fonctionnement normal du système de pompage dans le Blavet. Suite à ces travaux la capacité nominale de pompage a été portée de 8 000 à 10 000 m³/jour.

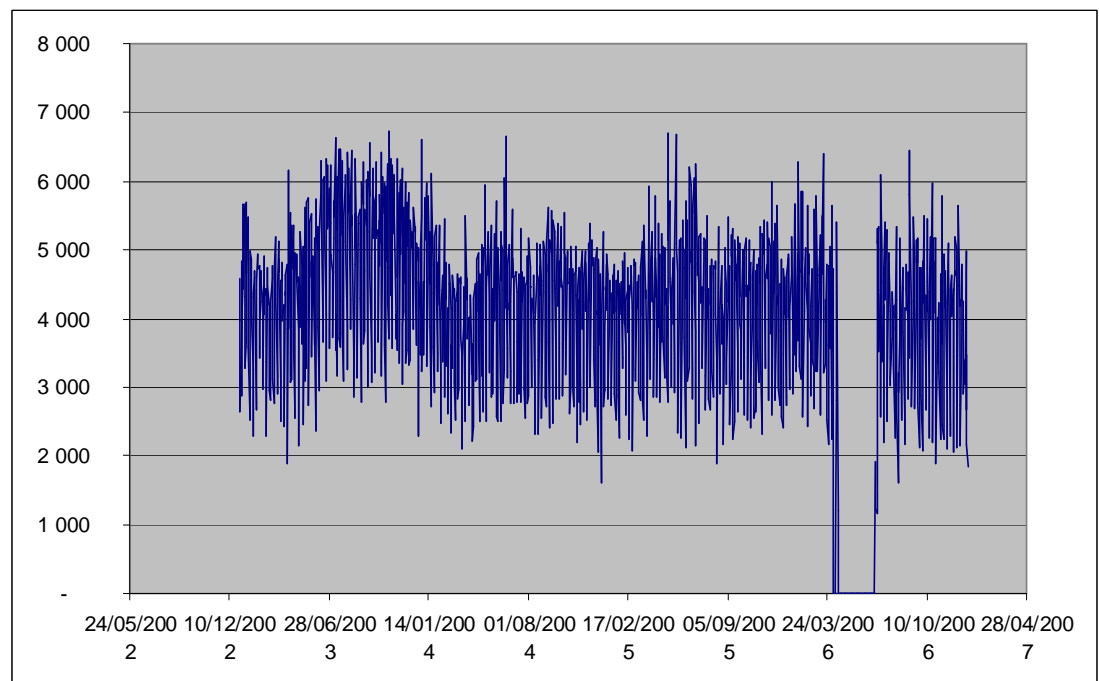


Figure 3 : volumes journaliers prélevés dans le Blavet à la station AEP du Déversoir (en m³/jour)

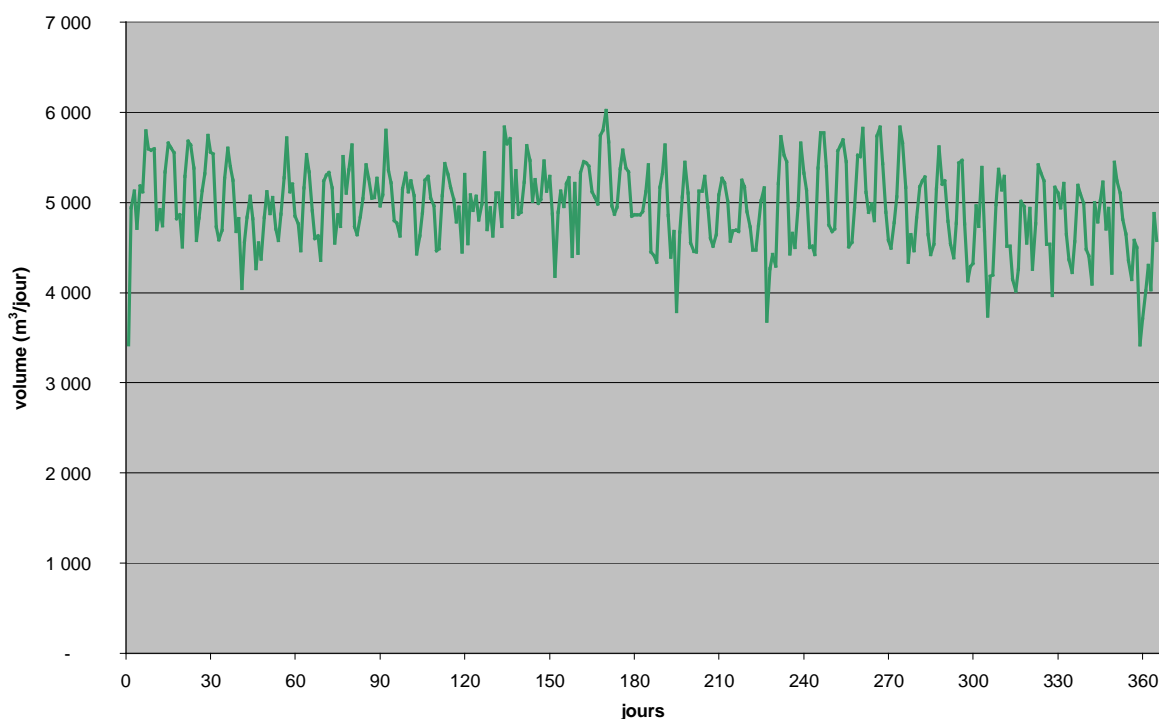


Figure 4 : volume quotidien prélevé au Déversoir (moyenne de 2001 à 2009, hors 2006)

Cette figure montre que la saisonnalité des prélèvements en moyenne n'est pas très marquée en dehors d'une baisse des prélèvements d'octobre à décembre (4 300 à 4 700 m³/jour contre 4 800 à 5 200 m³/jour le reste de l'année).

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Total m ³ /an	2 004 528	1 714 777	1 684 742	1 504 030	1 527 054	1 140 088	1 674 782	2 230 014	1 974 909
Moyenne m ³ /jour	5 568	4 698	4 616	4 109	4 184	3 124	4 588	6 093	5 411
Mini m ³ /jour	2 153	2 120	1 884	1 595	1 879	-	1 360	1 562	1 608
Maxi m ³ /jour	7 744	6 651	6 727	6 657	6 700	6 441	9 045	9 354	8 517

Tableau 1 : synthèse des prélèvements à la station du Déversoir (2001-2009)

Entre 2001 et 2009 (hors 2006) les valeurs moyennes sont de 1,8 Mm³/an et de 4 900 m³/jour.

2.1.4 Rimaison-Kerbellec (AEP)

Quelques données journalières manquent. Les valeurs moyennes mensuelles ont alors été retenues. Les pompages restent relativement faibles, compris entre 1 300 et 2 300 m³/jour en moyenne. L'incertitude sur les périodes de données journalières manquantes n'impacte donc pas sensiblement les résultats à Languidic.

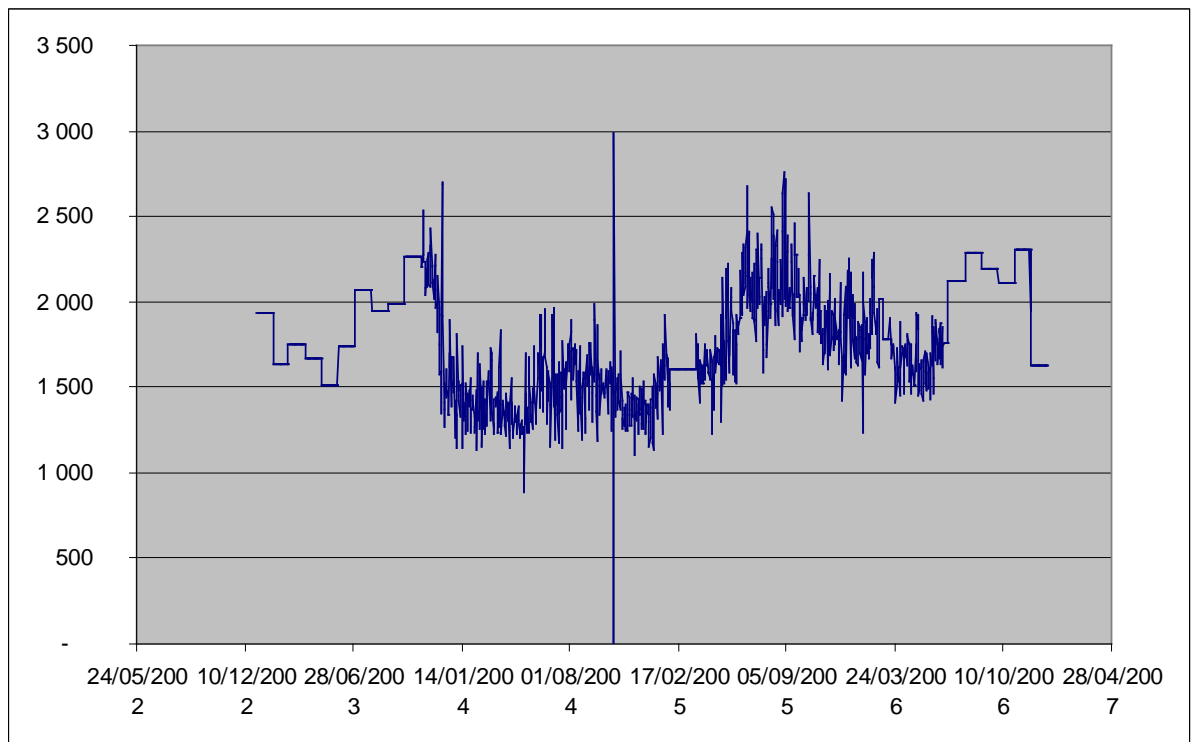


Figure 6 : débits prélevés à la station de Rimaison-Kerbellec de 2003 à 2007 (m³/jour)

2.1.5 Société Lydall et Société Laitière de Pontivy (industries)

Lydall

Le volume annuel total prélevé en 2003 est d'environ 82 000 m³ avec volume mensuel maximum de 11 000 m³ en janvier, soit une moyenne de 355 m³/jour. Cela représente 0,16% du débit réservé au barrage (216 000 m³ par jour). Les volumes prélevés par la société Lydall sont donc considérés comme négligeables par rapport aux 6 autres prélèvements.

Société Laitière de Pontivy

Les volumes prélevés par la Société Laitière de Pontivy sont destinés au refroidissement des évaporateurs de l'usine (environ 3 000 à 3 200 m³/jour). Ils sont restitués au Blavet en quelques heures. Il n'y a donc pas lieu de retenir ce prélèvement dans le bilan hydrologique du Blavet.

2.1.6 Baud-Le Guern (AEP)

Les pompages à la station de Baud sont en moyenne de 6 000 m³/jour avec une variation saisonnière relativement faible (pour une capacité nominale de 8 000 m³/jour) .

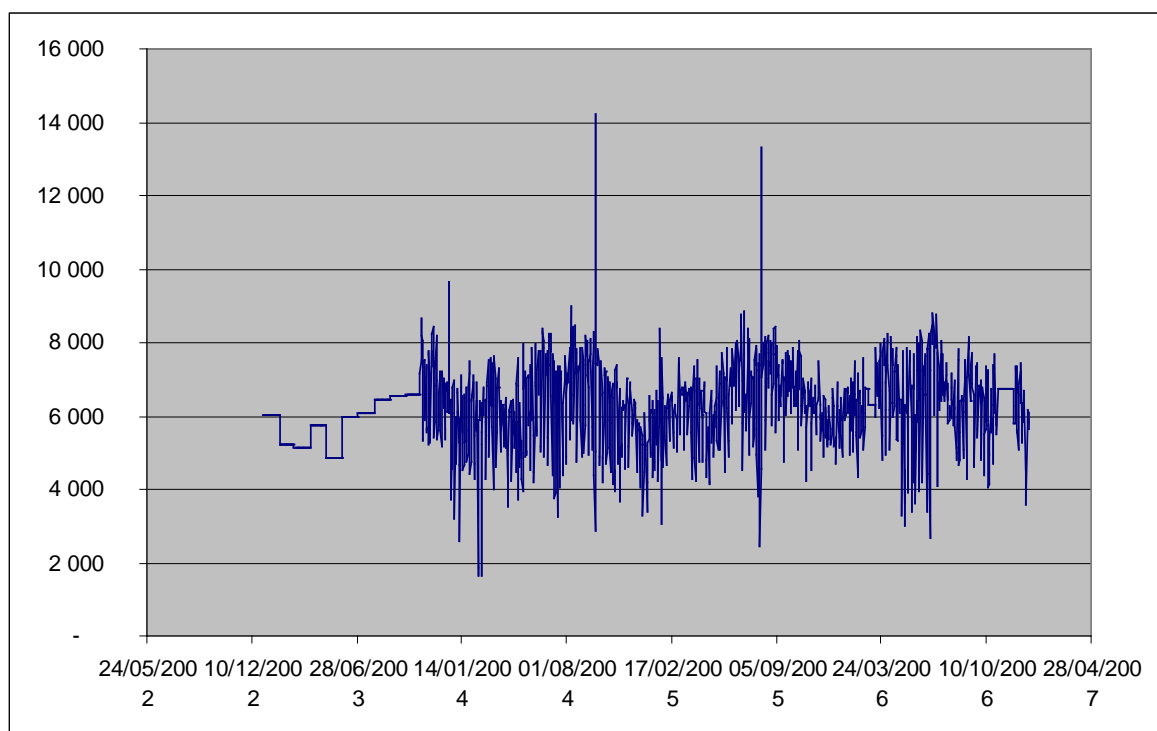


Figure 7 : débits prélevés à la station de Baud-Le Guern de 2003 à 2007 (m3/jour)

2.1.7 Trémorin (AEP)

Le pompage de Trémorin a une capacité de 450 m³/heure et vise à compléter en été la production dans le retenue d'Auray. Lorsqu'il est mis en service, le pompage fonctionne 24h/24h. Le Syndicat Auray Belz Quiberon fournit les données suivantes :

année	Volume annuel (m ³)	Période de pompage	nombre de jours	Débit journalier m ³ /jour
2003	746 980	08/07 au 01/11	117	6 384
2005	1 062 980	27/06 au 30/09	96	11 073
2006	738 630	30/06 au 29/09	92	8 029
2010	530 466	08/07 au 24/10	109	4 867

Tableau 2 : volumes annuels prélevés au pompage de Trémorin en 2003, 2005, 2006 et 2010

À noter qu'en 2008 aucun volume n'a été prélevé car la station du Trémorin n'a pas été nécessaire au réseau. Le débit journalier moyen sur 5 années en période de fonctionnement (année 2008 comprise) est alors de 6 070 m³/jour.

La station de Trémorin étant la seule manquante, l'écart entre un pompage théorique à 50% de capacité (4 800 m³/jour) et la capacité totale de 9 600 m³/jour représente une différence des débits à Languidic de 0,055 m³/s, soit 1,6% du DOE. Les imprécisions liées à l'absence de données journalières à Trémorin ne pèsent donc pas significativement sur les résultats à Languidic.

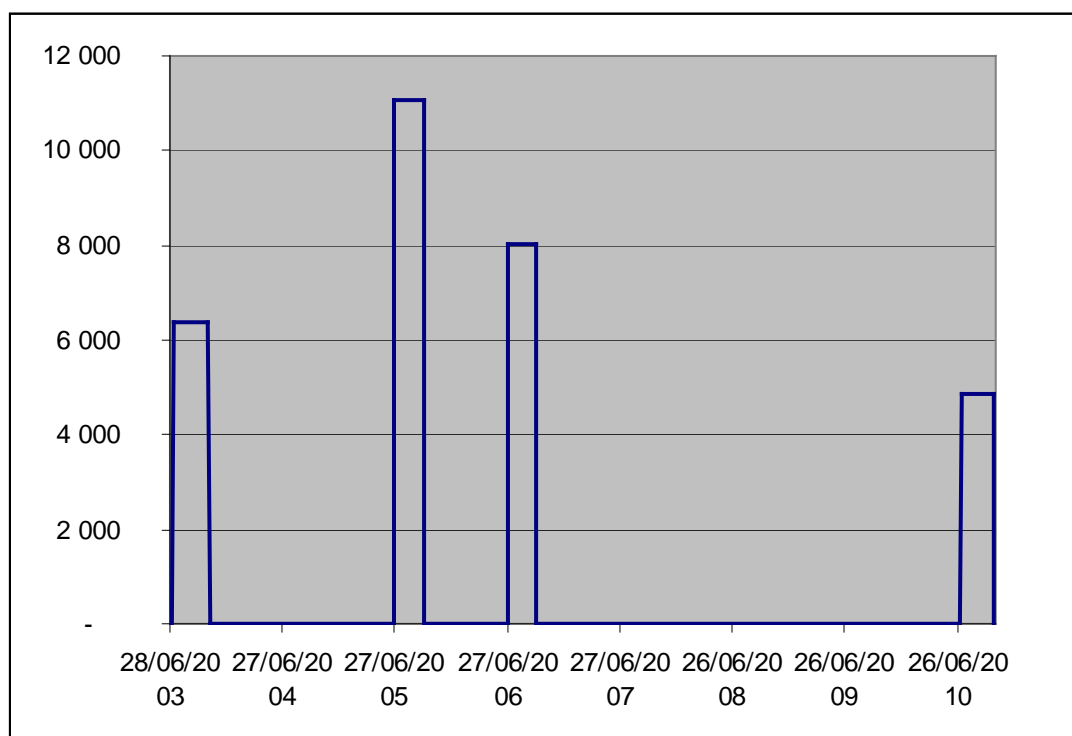


Figure 8 : débits journaliers de prélèvement à la station de Trémorin (en m³/jour)

2.2 Rejets dans le Blavet : canal et STEP

2.2.1 Le retour du canal au Blavet

Les volumes pompés dans le Blavet pour le canal sont avant tout destinés à être stockés et ne reviennent pas immédiatement aux cours d'eau. Les retours au Blavet peuvent se faire soit par écluse soit par fuite à travers les portes d'écluses.

Le service navigation (Conseil Régional) compte 61 passages au bief de partage pour la saison 2009, ce qui correspond à un volume total d'éclusées¹ de 16 470 m³ étalé sur au moins 3 mois de juin à août. Soit un débit journalier négligeable (moins de 180 m³/jour).

Les fuites dans les portes d'écluses permettent à une autre partie des volumes pompés de revenir au Blavet. Cependant les lames d'eau écoulées sont très faibles, ce qui laisse supposé que les débits journaliers le sont aussi. L'estimation de ces faibles débits est rendue difficile par le caractère aléatoire de leurs sections d'écoulement. De plus des travaux d'amélioration de l'étanchéité des portes d'écluse côté Blavet ont été signalées par le service navigation. De ce fait les retours au Blavet ont certainement diminué.

Le retour dans le Blavet à Pontivy des volumes injectés dans le Canal de Nantes à Brest est négligé.

Cependant, comme écrit dans le précédent rapport d'étude, et compte tenu des nombreuses questions des différents acteurs du bassin à ce sujet, il pourrait être utile de mesurer les débits du canal revenant au Blavet. Le point de mesure devrait être situé le plus en aval possible afin d'intégrer l'ensemble des fuites sur le tronçon de canal depuis le bief de partage jusqu'au Blavet.

2.2.2 Les stations d'épurations (STEP)

Selon les dernières mises à jour disponibles, on dénombre 34 STEP implantées sur le bassin versant du Blavet entre le barrage de Guerlédan et le point nodal de Languidic. La liste de ces stations est fournie dans le tableau suivant.

L'intérêt de la prise en compte des STEP est ici discuté en regard des évaluations des débits des bassins versants intermédiaires.

¹ Sur la base d'une écluse de longueur = 30m, largeur = 4,5 m et chute = 2m – soit 270m³ par écluse

	CODE SANDRE	NOM	Capacité nominale (hab)	Débit nominal (m3/jour)
1	0456010S0004	BAUD	11 900	1 450
2	0456016S0001	BIEUZY LES EAUX	500	75
3	0456026S0001	BUBRY Bourg	1 500	225
4	0456026S0002	BUBRY Saint Yves	700	105
5	0456041S0001	CLEGUEREC	3 100	620
6	0456076S0001	GUERN	350	52
7	0456090S0003	INZINZAC LOCHRIST Penquesten	700	105
8	0456093S0001	KERGRIST	400	60
9	0456125S0001	MALGUENAC	1 000	150
10	0456128S0003	MELRAND	500	75
11	0456146S0001	NEULLIAC bourg	1 200	180
12	0456146S0002	NEULLIAC Kerrech	60	9
13	0456173S0001	PLUMELIAU Saint Nicolas des Eaux	500	75
14	0456173S0004	PLUMELIAU Talvern-Névez	300	45
15	0456178S0001	PONTIVY	91 667	8 000
16	0456188S0001	QUISTINIC	500	75
17	0456203S0001	SAINT-AIGNAN	500	75
18	0456207S0001	SAINT-BARTHELEMY	500	60
19	0456213S0002	SAINT-GERAND	600	90
20	0456031S0001	CAMORS Kerniel	500	75
21	0456039S0001	LA CHAPELLE-NEUVE	200	30
22	0456047S0001	CREDIN Bourg	500	75
23	0456074S0001	GUENIN	217	33
24	0456092S0001	KERFOURN	400	60
25	0456117S0003	LOCMINE	90 000	3 200
26	0456140S0004	MOREAC Pontual	2 000	300
27	0456141S0001	MOUSTOIR-AC	450	67
28	0456142S0001	MOUSTOIR-REMUNGOL	400	60
29	0456144S0002	NAIZIN	1 000	150
30	0456173S0002	PLUMELIAU Le Maneguen	2 000	300
31	0456174S0001	PLUMELIN	450	67
32	0456189S0002	RADENAC	450	67
33	0456190S0001	REGUINY	3 000	450
34	0456192S0001	REMUNGOL	500	75
		TOTAL	220 544	16 835

Tableau 3 : liste des STEP du bassin du Blavet entre le barrage de Guerlédan et Languidic

La STEP de Pontivy

La STEP de Pontivy rejette directement dans le Blavet un débit compris entre 3 000 et 8 000 m³/jour en moyenne pour un débit nominal de 8 000 m³/jour, comme le montre la figure suivante issue des données d'exploitation fournies par la SAUR².

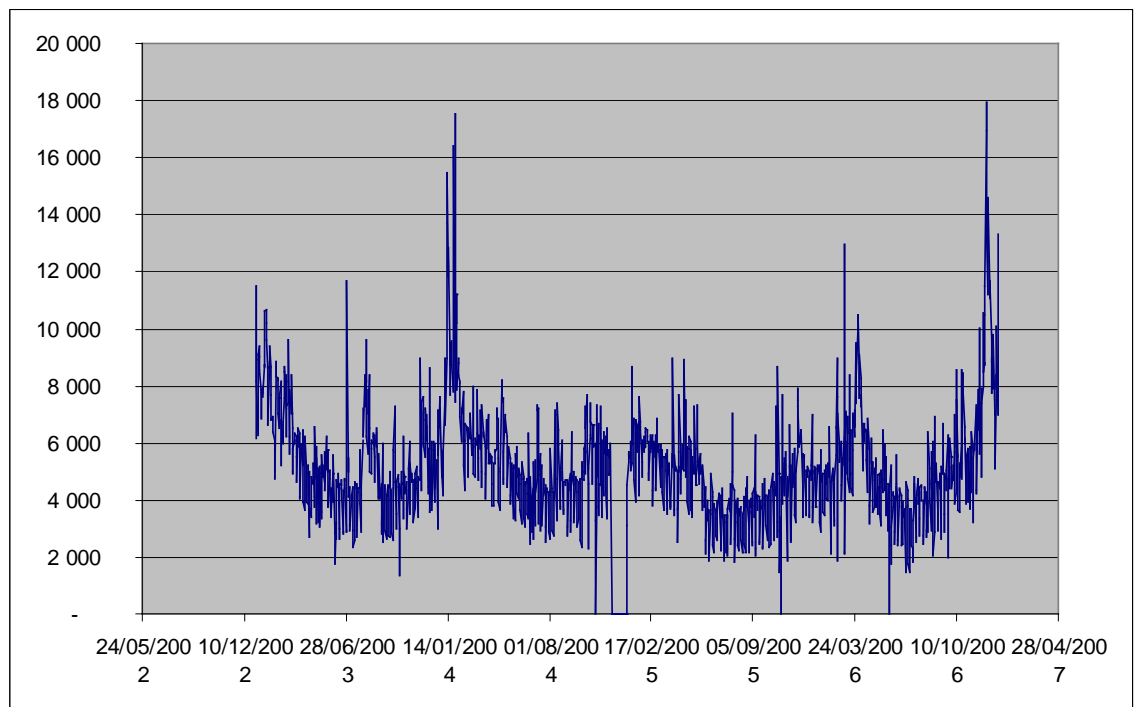


Figure 9 : débits rejetés par la STEP de Pontivy (m3/jour)

On remarque que les débits rejetés par la STEP de Pontivy suivent un cycle saisonnier qui atteint un maximum en hiver et un minimum en été. Des débits dépassent la capacité nominale car un by-pass urbain provenant de Pontivy s'ajoute aux eaux traitées.

La STEP industrielle de la Société Laitière de Pontivy

La STEP de la Société Laitière rejette en moyenne 1 100 m³/jour (source : Lactalis). Ce rejet est régulier toute l'année, correspondant à une activité continue de l'usine.

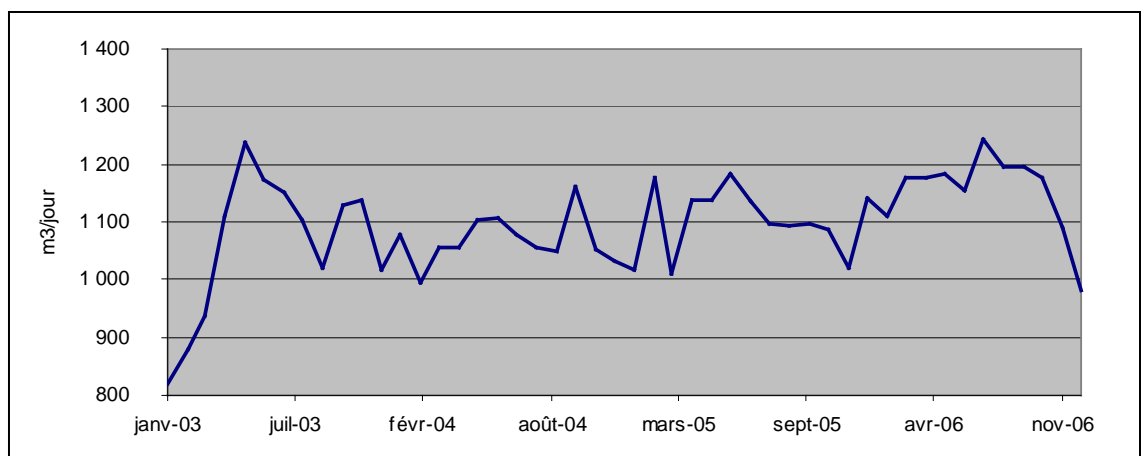


Figure 10 : rejets à la STEP de la Société Laitière de Pontivy (d'après volumes mensuels Lactalis)

² ce débit est la somme des effluents traités et du by-pass urbain

Les autres STEP

Les autres STEP rejettent leurs effluents dans les affluents du Blavet. L'estimation des débits des affluents, basée sur les stations de mesure de l'Evel à Guénin et du Coët-Organ à Quistinic, tient compte de la présence de STEP en amont.

Ainsi l'Evel à Guénin reçoit les rejets de 10 STEP pour un débit nominal total de 1 570 m³/jour sur un bassin versant de 316 km². Soit un rapport de 5 m³/jour/km².

Le Coët-Organ à Quistinic reçoit les rejets de la STEP de Bubry Saint-Yves d'un débit nominal de 105 m³/jour sur un bassin versant de 44 km². Soit un rapport 2,4 m³/jour/km².

L'ensemble des autres bassins versants intermédiaires présentent des valeurs similaires de rapport entre débit nominal total des STEP reçues et surface du bassin versant, à l'exception du bassin du Tarun à sa confluence avec l'Evel.

La Tarun reçoit les rejets de la STEP de Locminé dont le débit nominal de 3 200 m³/jour, soit le 2^{ème} plus fort de la zone d'étude. Au total le Tarun reçoit les rejets de 4 STEP pour un débit nominal total de 3364m³/jour sur un bassin versant de 104 km². Soit un rapport de 32 m³/jour/km².

La reconstitution des débits du Tarun par modélisation hydrologique GR (présentée plus loin, voir) ne peut donc pas prendre en compte correctement l'apport de la STEP de Locminé.

Cependant, au vue de sa capacité de 3 200 m³/jour, la STEP de Locminé peut apporter un débit journalier à l'étiage proche de 1200 m³/jour (rapport pris égal à celui de la STEP de Pontivy entre débit nominal et moyenne basse atteinte en été). Soit 0,014 m³/s, soit 0,4% du DOE à Languidic.

La non prise en compte de cet apport ne pénalise donc pas les résultats. D'autant que ce débit s'ajoute à la fois aux situations actuelles et projetées (avec modulation du débit sortant du barrage à 2 m³/s), ce qui est sans effet sur les comparaisons des situations entre elles.

3 LE BLAVET REGULARISÉ ET SES APPORTS NATURELS

3.1 Le Blavet régulé sortant du barrage de Guerlédan

3.1.1 Les débits sortants directement du barrage de Guerlédan

EDF fournit les données de débit entrant et sortant ainsi que les variations du plan d'eau.

Du fait des difficultés de mesure des débits les plus faibles, autour de $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$, ces données peuvent montrer d'importantes incertitudes au vue des objectifs de précision dans la régulation (à $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ près, voire moins). Les longues périodes d'étiage pendant lesquelles les débits sortants sont strictement égaux à $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$, $2 \text{ m}^3/\text{s}$ ou $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ ne semblent pas réalistes.

Le bilan entre débits entrant et sortant pour 2003, 2005 et 2006 ne permet pas de reproduire les variations du plan d'eau (sur la base de la loi hauteur/surface/volume fournie par EDF). C'est pourquoi les débits sortants ont été reconstitués par différence entre les variations du plan d'eau et les débits entrants.

3.1.2 Le barrage de Saint-Aignan : un ouvrage de compensation

L'ouvrage de Saint-Aignan à l'aval du barrage de Guerlédan a pour but de « démoduler » les débits turbinés. À l'étiage, la retenue de Saint-Aignan représente une réserve de $180\,000 \text{ m}^3$ utile (marnage de 1,8 m sur 10 ha), soit par exemple un soutien de $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ supplémentaire pendant 4 jours.

Cette capacité de soutien d'étiage par la retenue de Saint-Aignan montre donc rapidement ses limites pendant les périodes d'étiage qui peuvent durer 4 mois, de juin à septembre. C'est pourquoi la régulation des débits par le barrage de Saint-Aignan n'est pas prise en compte ici.

3.2 Les apports naturels

Les affluents naturels contribuent au débit du Blavet de façon nettement différenciée selon la géologie de leur bassin versant.

Deux cours d'eau jaugés permettent de reconstituer les débits journaliers de l'ensemble des apports intermédiaires :

- L'Evel, affluent rive gauche (316 km^2 à la station hydrométrique) dont le bassin versant est exclusivement constitué de schistes et de grès (donc à faible infiltration, ce qui pénalise la restitution d'eau à l'étiage),
- Le Coet Organ, affluent rive droite ($47,7 \text{ km}^2$ à la station hydrométrique) dont le bassin versant est fortement dominé par des leucogranites (dont à forte infiltration, ce qui favorise la restitution d'eau à l'étiage).

Les bassins de l'Evel et du Coet Organ sont modélisés selon la méthode dite GR qui fait entrer en compte des réservoirs de sol (paramètres A et B), un temps caractéristique proche du temps de concentration du bassin (C) ainsi que les échanges souterrains (D), comme le montre la figure suivante.

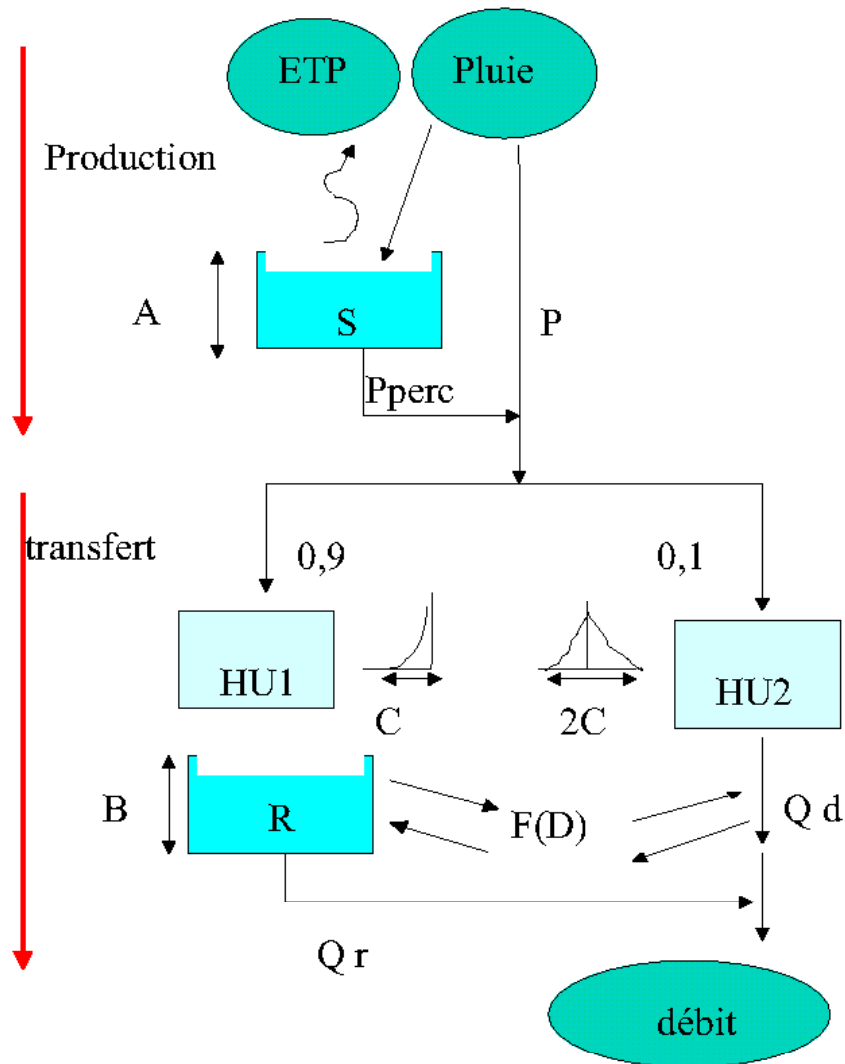


Figure 11 : principe de la modélisation hydrologique GR

Avec :

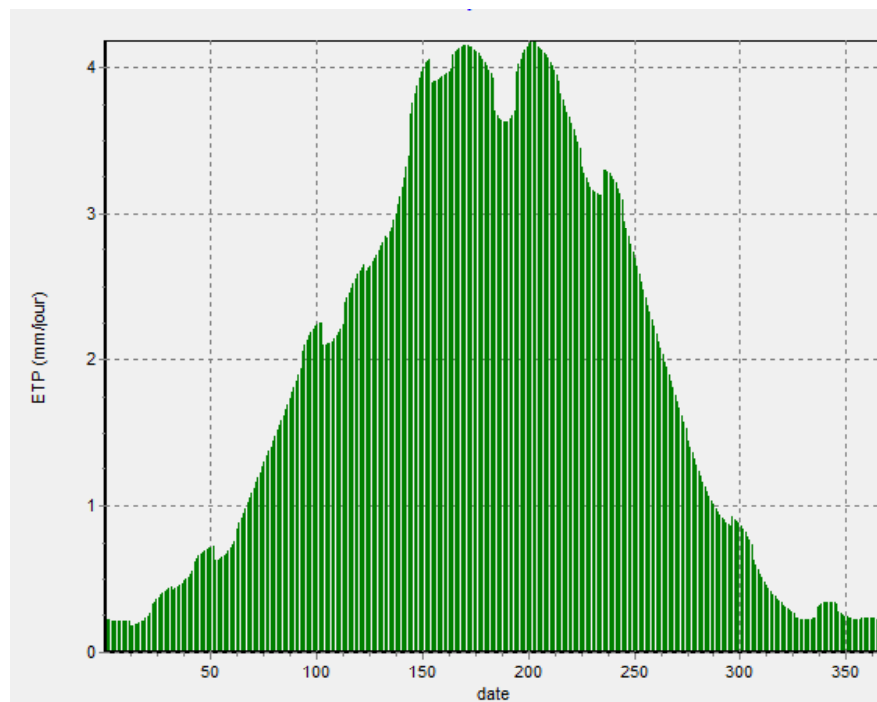
- A : capacité du réservoir de production (mm)
- B : capacité à un jour du réservoir de routage (mm)
- C : temps de base de l'hydrogramme unitaire HU1 (h)
- D : coefficient d'échanges souterrains (mm)
- Surf : Surface du bassin versant (km²)
- S0A : état de remplissage initial
- Q0 : Débit de base au début de la simulation (permettant d'initialiser R)
- dt : Pas de temps de calcul (h)
- S (et R) : état du réservoir de production (de routage)

3.2.1 Pluies et ETP

Les pluies quotidiennes de 5 pluviomètres ont été entrées dans le modèle sur la période allant de septembre 2002 à décembre 2006 :

- 2 pluviomètres en versant Est (Quistinic n°56188001 et Saint Brigitte n°56209001), appliqués en moyenne au Coet Organ
- 3 pluviomètres en versant Ouest (Naizin n°56144001, Baud n°56010001 et Moréac n°56140001), appliqués en moyenne à l'Evel

L'ETP décadaire (par période de 10 jours) retenue est celle de Pontivy. Elle culmine à 4 mm/jour en été selon la courbe suivante (les petites variations sont dues à l'interpolation, sans conséquences sur le résultat final) :

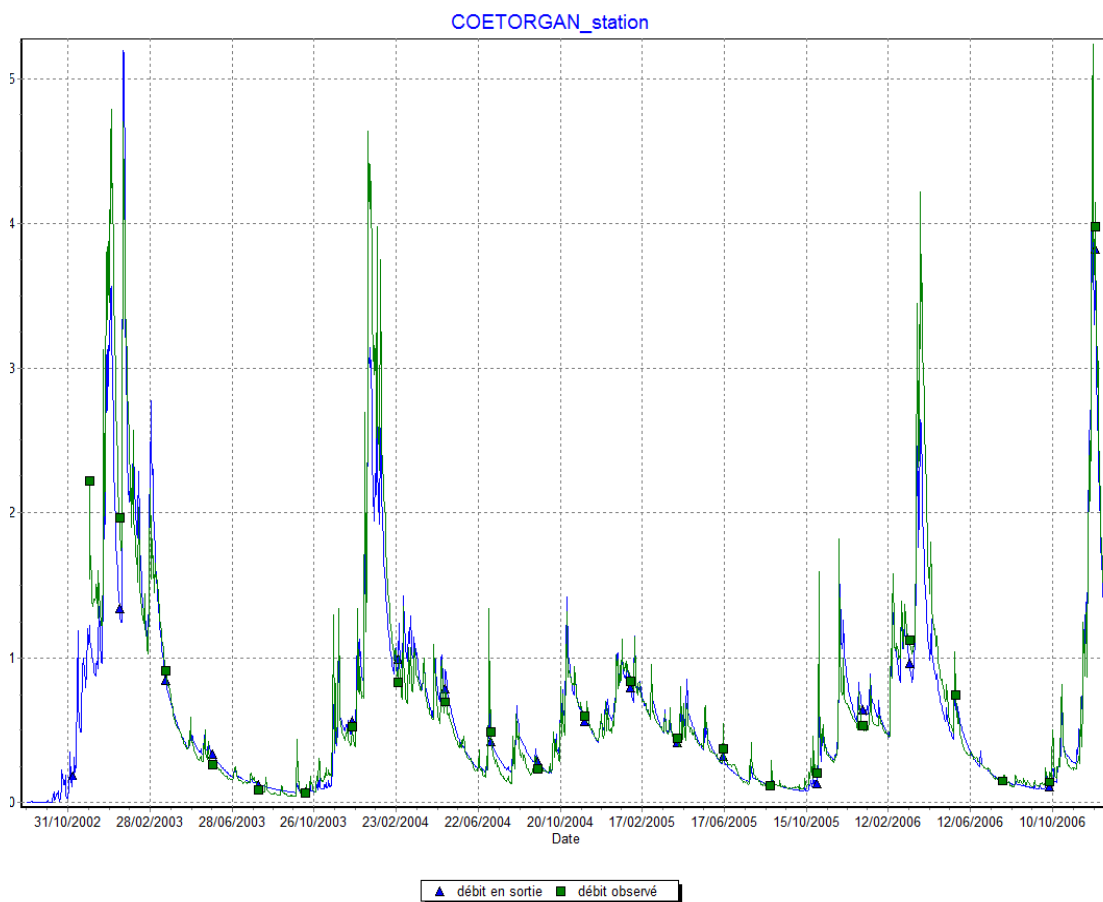
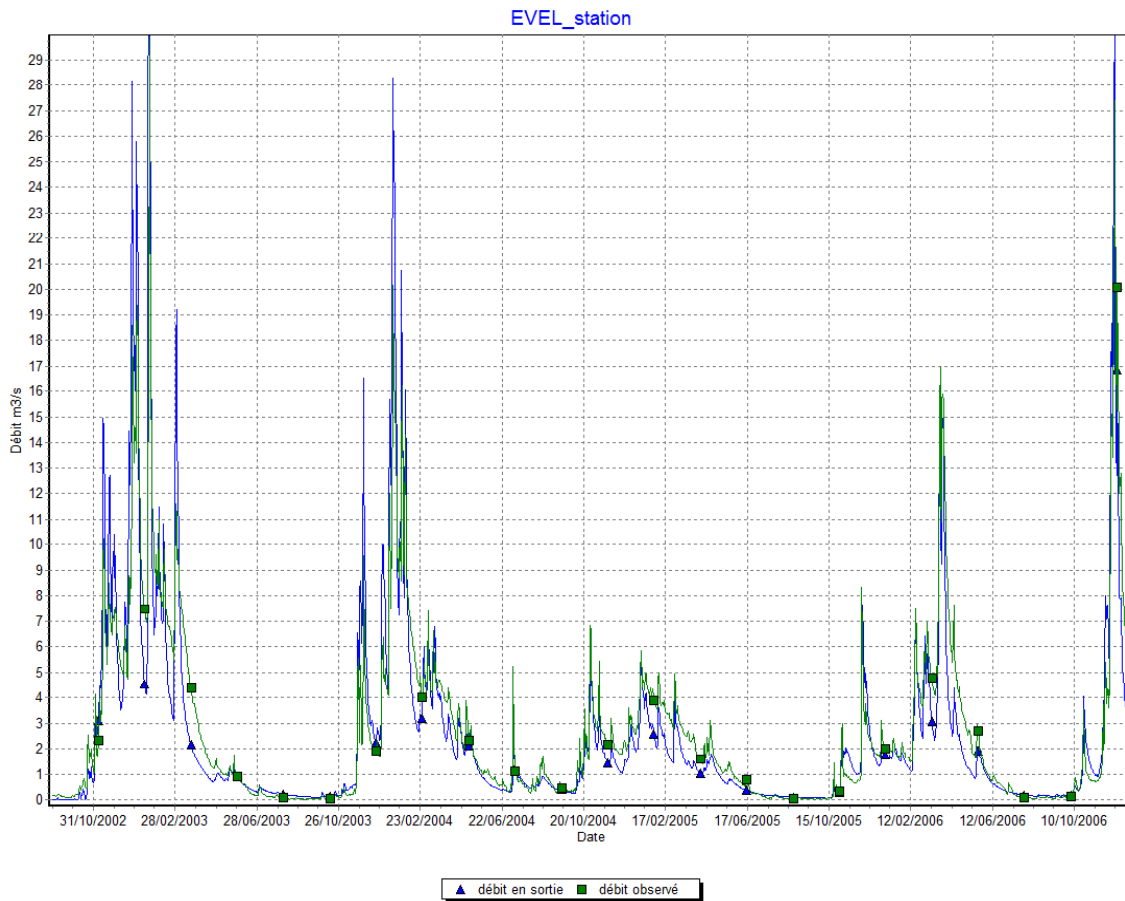


3.2.2 Résultats

Les résultats pour les deux bassins jaugés sont les suivants sur la période allant de septembre 2002 à décembre 2006 :

Paramètres	EVEL	COET ORGAN
A (mm)	351,5	493
B (mm)	80,5	280
C (heures)	51	33
D (mm)	-2,90	-1,98
Nash	91%	95%

La qualité du calage global est excellente puisque le critère de Nash dépasse 90%. Cependant, pour privilégier un meilleur calage sur les périodes d'étiage, un coefficient D nul est retenu.



3.2.3 Situation hydrologique générale des étiages de 2000 à 2007

Les pluies mesurées à la station Météo France de Pontivy permettent de situer les années 2003, 2005 et 2006 par rapport aux autres années puis de les comparer entre elles. Les cumuls de pluie « d'hiver » (octobre de l'année précédente à mars de l'année), de printemps (avril à juin) et d'été (juillet à septembre) sont fournis.

L'année 2003 se caractérise par des pluies conséquentes en hiver (893 mm sur 6 mois), des pluies moyennes au printemps puis des très faibles pluies en été (99 mm),

L'année 2005 a connu les pluies les plus faibles en hiver (406 mm sur 6 mois), des pluies moyennes au printemps puis faibles en été (125 mm),

L'année 2006 a connu des pluies faibles en hiver (531 mm), très faibles au printemps (106 mm) puis moyennes en été (160 mm).

Les périodes de déficit pluviométrique sont donc distinctes entre les années :

- 2003 : très faibles pluies en été
- 2005 : très faibles pluies en hiver
- 2006 : très faibles pluies au printemps

Le détail des données saisonnières de pluie est donné ci-après.

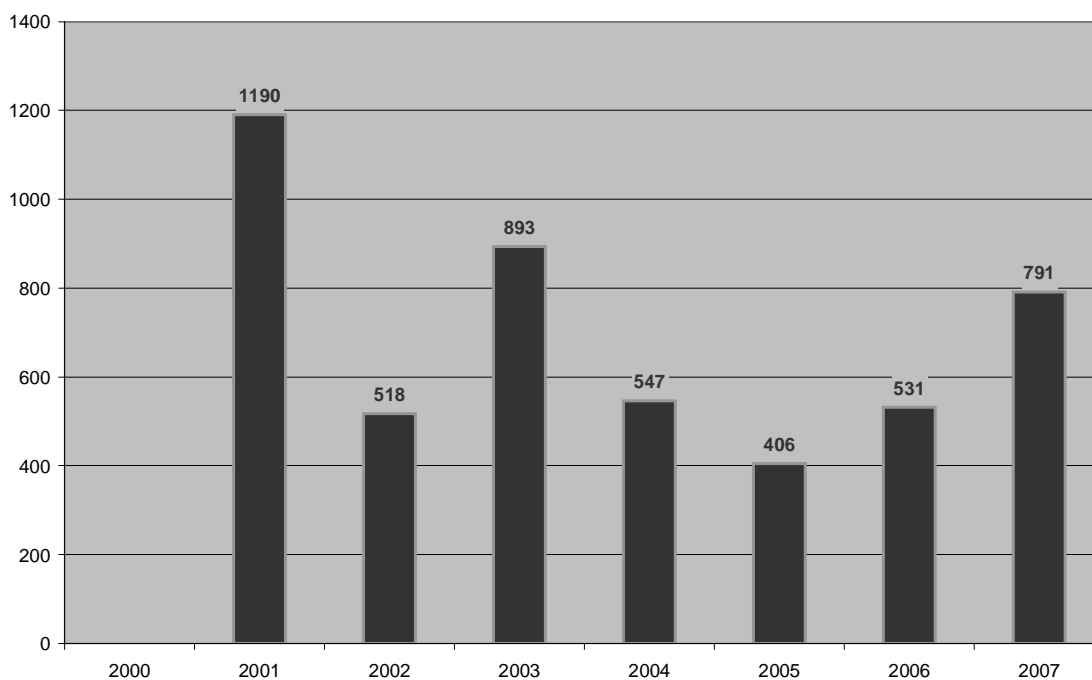


Figure 13 : pluviométrie à Pontivy – cumuls « d'hiver » entre 2000 et 2007

L'hiver 2000/2001 se distingue par une forte pluviométrie (1190 mm) qui correspond au contexte de crues généralisées dans tout l'Ouest de la France.

L'hiver 2002/2003 est le 2^{ème} hiver le plus pluvieux sur la période étudiée (893 mm), ce qui a sans doute permis aux nappes de se recharger.

Les hivers 2004/2005 et 2005/2006 sont beaucoup moins pluvieux (406 mm et 531 mm). Pour autant ils se situent au même niveau que les hivers 2002 et 2004 après lesquels les étiages n'ont pas été particulièrement sévères.

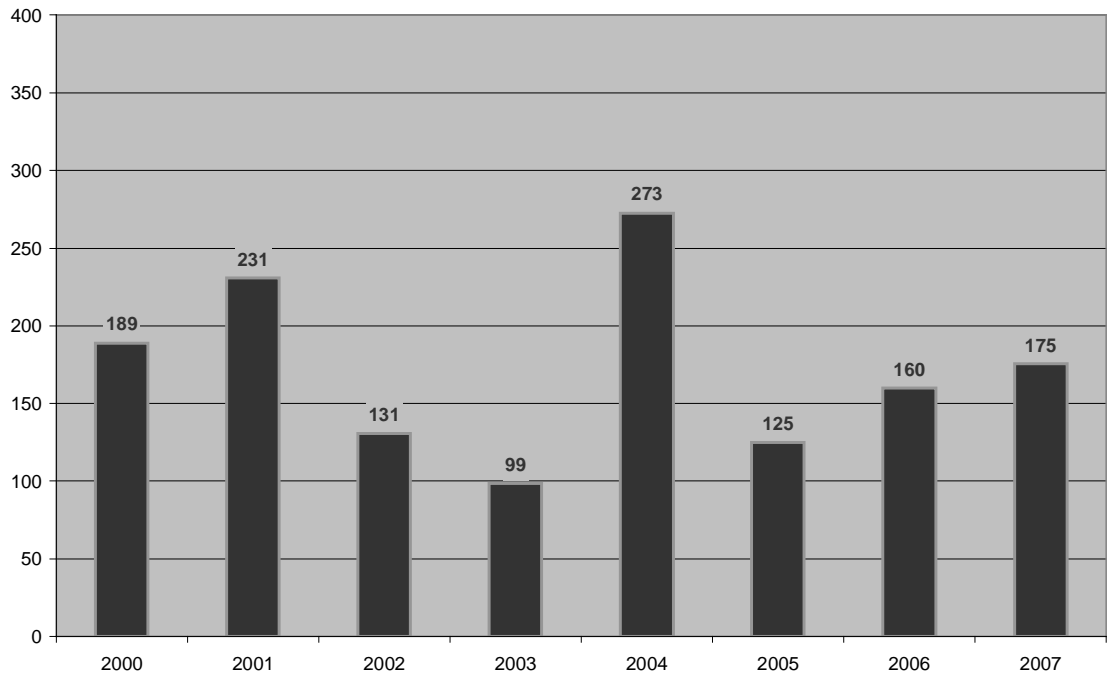


Figure 14 : pluviométrie à Pontivy – cumuls de printemps entre 2000 et 2007

Les pluies du printemps 2006 sont les plus faibles sur la période (106 mm) alors que celles de 2003 et 2005 se situent aux mêmes niveaux que 2001 et 2004.

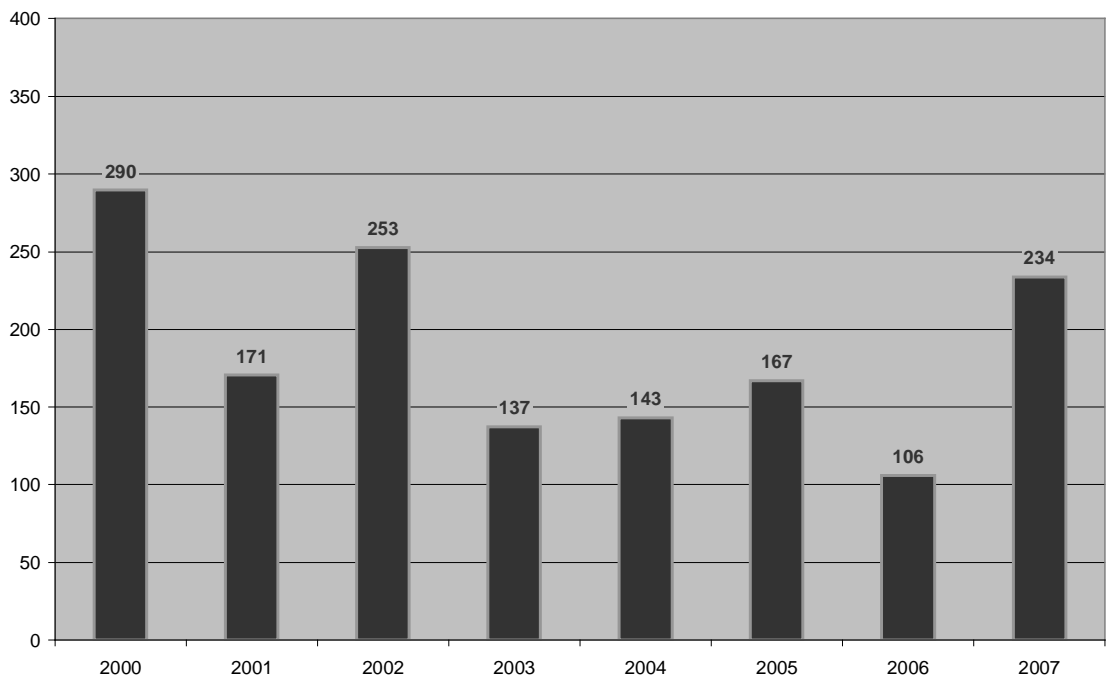


Figure 15 : pluviométrie à Pontivy – cumuls d'été entre 2000 et 2007

Le déficit pluviométrique de l'été 2003 est le plus fort (99 mm), suivi de l'été 2005 (125 mm) puis 2002 (131 mm). L'été 2006 se situe au même niveau que l'été 2007.

Application aux apports naturels dans le Blavet

La modélisation hydrologique au droit des stations hydrométriques de l'Evel et du Coet Organ permet d'estimer leurs apports à la confluence avec le Blavet mais aussi les apports de la Sarre et des autres bassins versants intermédiaires venant alimenter le Blavet (voir carte en annexe).

À chaque bassin versant intermédiaire sont associés les paramètres hydrologiques (A, B, C et D) de l'Evel ou du Coet Organ, selon l'analogie géologique (schistes, grès) et topographique (pente d'écoulement générale) la plus proche. Ainsi la Sarre est assimilée au Coet Organ. Les résultats de simulations pour les trois principaux apports au Blavet entre Guerlédan et Languidic sont donnés sur les figures en annexe et dans le tableau résumé suivant :

Cours d'eau	surface du bv	Tarisement 2003		Tarisement 2005		Tarisement 2006	
		Début 01/06	Fin 28/09	Début 12/06	Fin 01/10	Début 10/06	Fin 27/09
Blavet (amont Sarre)	1 129 km ²	3,00	1,50	3,50	2,50	3,40	2,49
Sarre	132 km ²	1,00	0,23	0,90	0,28	1,18	0,31
Evel	478 km ²	2,10	0,32	1,10	0,29	1,77	0,54
Coet Organ	61 km ²	0,46	0,10	0,40	0,14	0,54	0,14
autres affluents	157 km ²	1,44	0,05	0,8	0,19	1,11	0,32
Blavet à Languidic	1957 km ²	8,00	2,20	6,70	3,40	8,00	3,80

Tableau 4 : débits d'étiage du Blavet et de ses affluents pour 2003, 2005 et 2006

Le tableau suivant fournit les proportions des différents apports au débit à Languidic :

Cours d'eau	surface du bv	Tarisement 2003		Tarisement 2005		Tarisement 2006	
		Début 01/06	Fin 28/09	Débit 12/06	Fin 01/10	Débit 10/06	Fin 27/09
Blavet (amont Sarre)	1 129 km ²	37,5%	68,2%	52,2%	73,5%	42,5%	65,5%
Sarre	132 km ²	12,5%	10,5%	13,4%	8,2%	14,8%	8,2%
Evel	478 km ²	26,3%	14,5%	16,4%	8,5%	22,1%	14,2%
Coet Organ	61 km ²	5,8%	4,5%	6,0%	4,1%	6,8%	3,7%
autres affluents	157 km ²	18,0%	2,3%	11,9%	5,6%	13,9%	8,4%
Blavet à Languidic	1957 km ²	8,0 m ³ /s	2,2 m ³ /s	6,7 m ³ /s	3,4 m ³ /s	8,0 m ³ /s	3,8 m ³ /s

Tableau 5 : apports en % à l'étiage du Blavet et de ses affluents pour 2003, 2005 et 2006

Ainsi lors de l'étiage 2003, le Blavet à Languidic passe de 8 m³/s le 01/06 à 2,2 m³/s le 28/09. Pendant cette même période :

- l'Evel apporte 2,1 m³/s (1/4 du Blavet à Languidic) puis 0,3 m³/s (1/7^{ème} du Blavet à Languidic),
- la Sarre apporte 1 m³/s (1/8^{ème} du Blavet) puis 0,23 m³/s (1/10^{ème} du Blavet)
- le Coet Organ apporte 0,46 m³/s (6% du Blavet) puis 0,1 m³/s (4% du Blavet)
- les autres affluents apportent 1,44 m³/s (18%) puis 0,05 m³/s (2%)

- le Blavet en amont de la Sarre apporte 3 puis 1,5 m³/s, soit 37% puis 68%

Pour les étiages simulés de 2003, 2005 et 2006, la contribution du Blavet en amont de la Sarre, soutenu par les lâchers du barrage de Guerlédan, est prépondérante dès le début de l'étiage, de 1/3 à 1/2 du Blavet à Languidic, et se renforce au cours de l'été pour atteindre 2/3 à 3/4 du Blavet à Languidic.

Pour autant le rôle des affluents n'est pas négligeable puisque l'Evel et la Sarre continuent d'apporter chacun entre 8 et 14% du débit en fin d'étiage, soit au total 0,6 à 0,9 m³/s.

Comme estimé dans la précédente note d'étude, les apports naturels sur le Blavet naturel entre Guerlédan et Pontivy restent modestes, de l'ordre de 4 à 5% du débit du Blavet. Ils correspondent aux apports des ruisseaux de Poulancré et Perchénic (102 km² au total). L'essentiel du débit à Neulliac est donc dû aux lâchers du barrage.

4 MODÉLISATION HYDROLOGIQUE GLOBALE

Le modèle GESRES comprend 12 points de calcul principaux sur le Blavet, depuis la retenue de Guerlédan (BLAV01) jusqu'au point nodal de Languidic à Hennebont (BLAV12). Deux points de calcul sont ajoutés à l'aval pour permettre une prise en compte des pompages de Coet Er Ver et Langroise.

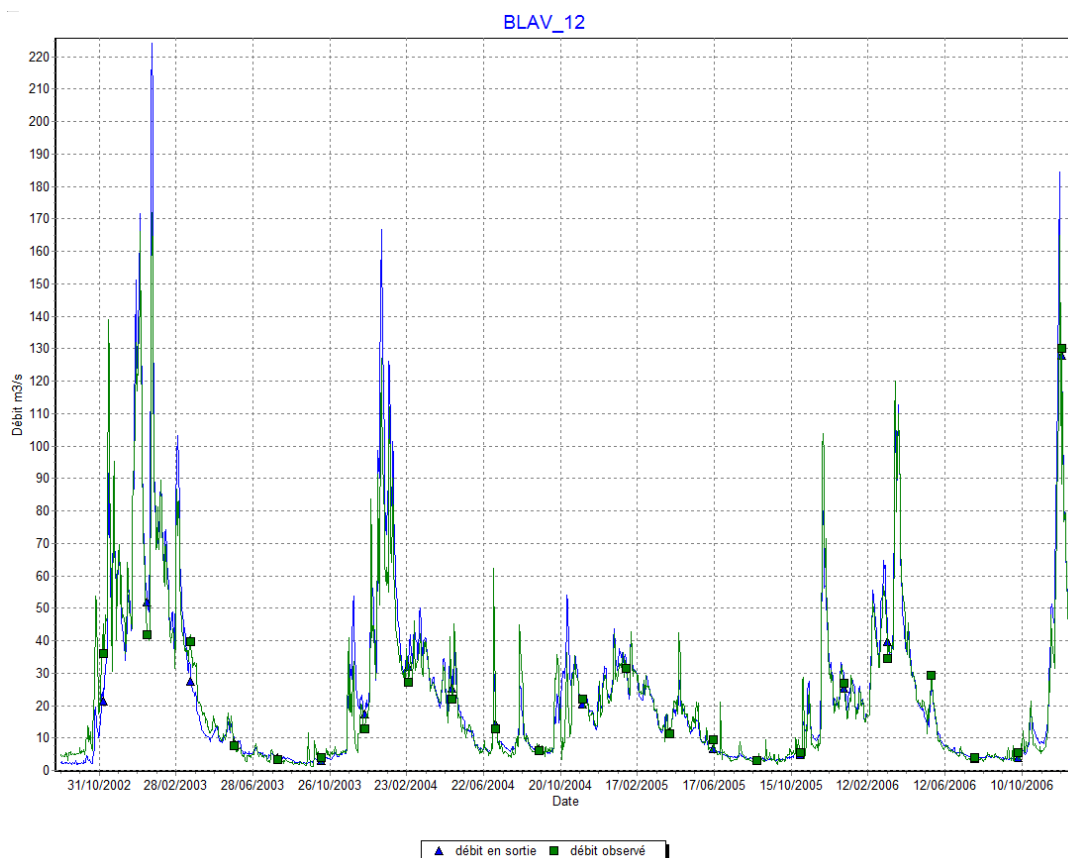
A chaque point de calcul est associé un bassin versant d'apport naturel, dont les paramètres A, B et D sont issus du calage des bassins de l'Evel et du Coet Organ. Le paramètre C est calculé par analogie de taille de bassin versant (plus une constante de 24h due au mode de résolution GESRES).

Les prélèvements et rejets sont affectés aux points de calcul sous forme de courbes de besoin, y compris en sortie du barrage de Guerlédan.

Les variations du plan d'eau de Guerlédan sont reproduites par différence entre débits entrants et sortants puis par comparaison à la courbe de capacité de la retenue fournie par EDF (loi hauteur surface du plan d'eau). Du fait de la précision relative de la courbe de capacité, les dates issues du modèle sont à considérer à +/- 5 jours. Une surverse est prévue à la cote 123,79 mNGF pour prendre en compte le turbinage des débits au-delà de la cote optimale du plan d'eau.

4.1 Résultats pour la situation réelle observée

Les débits calculés à Languidic sont comparés aux débits mesurés à la station hydrométrique, comme sur la figure suivante :



Les étiages sont reproduits de façon satisfaisante pour les années 2003, 2005 et 2006, comme le montrent les 3 figures suivantes :

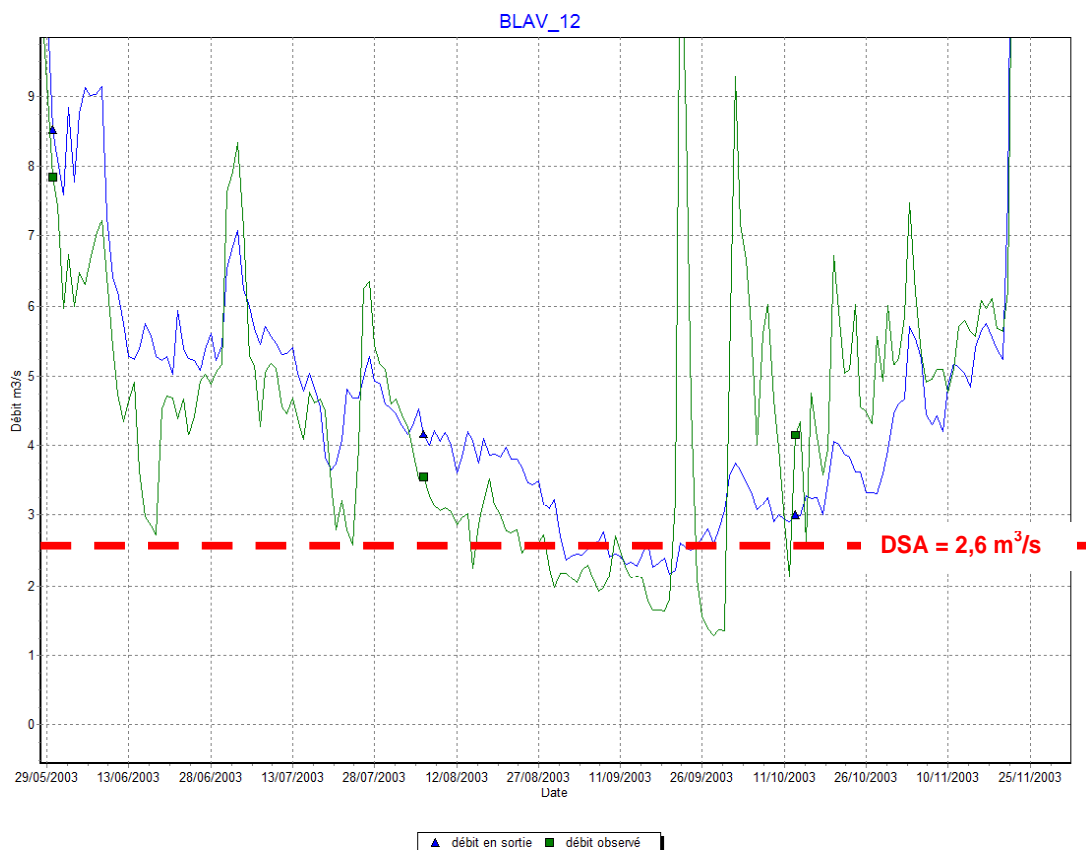


Figure 16 : étiage 2003

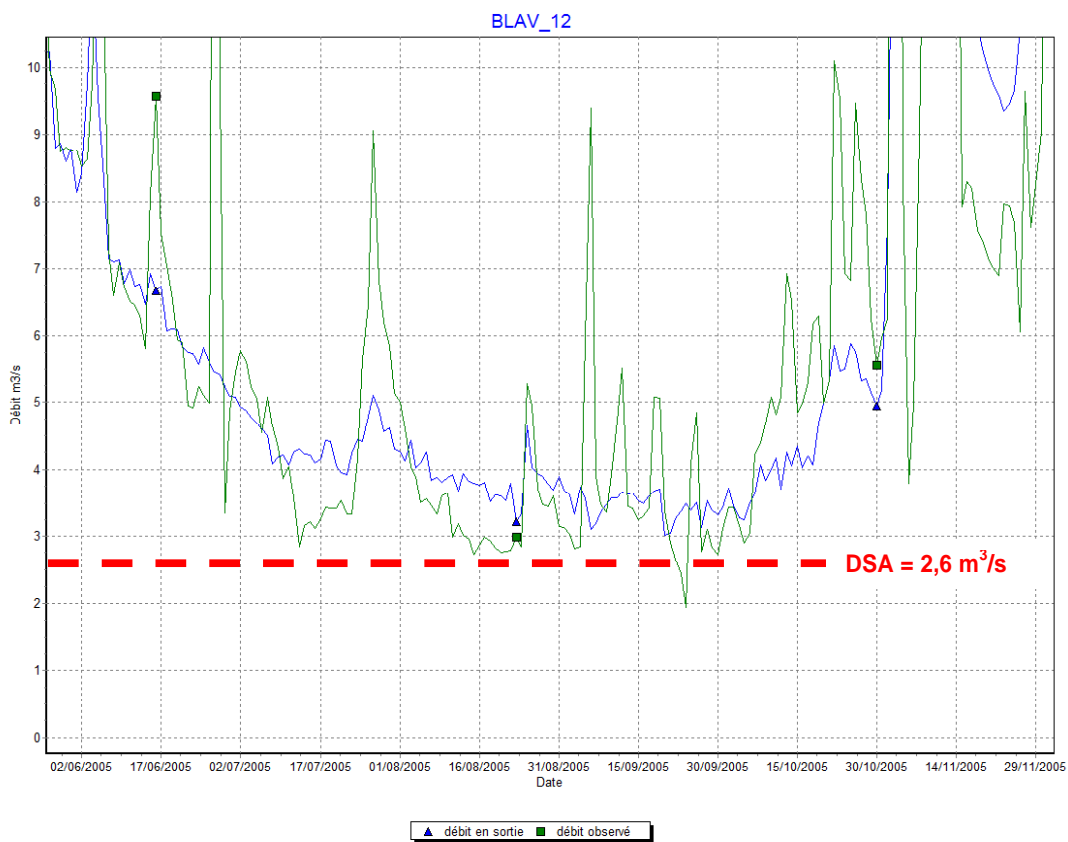


Figure 18 : étiage 2005

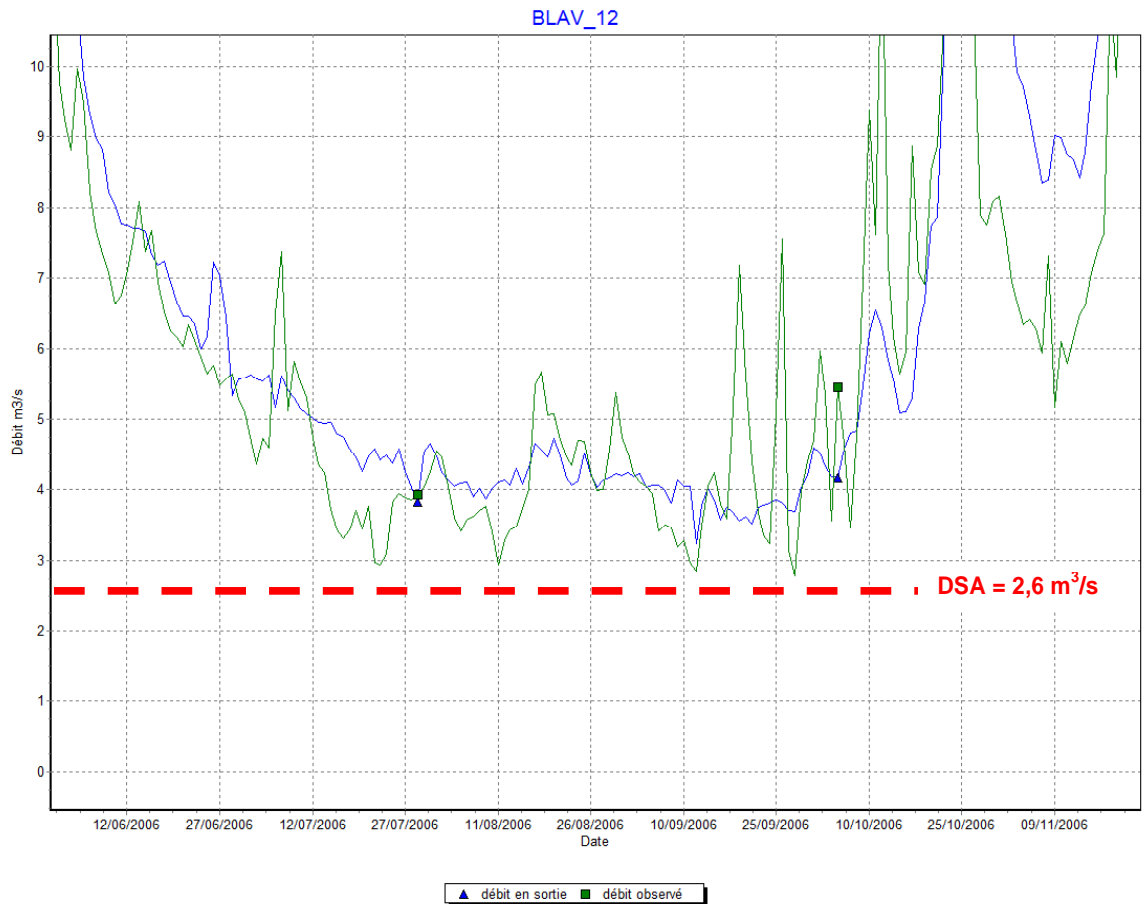


Figure 20 : étiage 2006

Le débit de seuil d'alerte (DSA) de $2,6 \text{ m}^3/\text{s}$ est indiqué sur les figures. Il faut rappeler que le débit objectif d'étiage (DOE) de $3,4 \text{ m}^3/\text{s}$ s'applique aux débits moyens mensuels.

L'étiage 2003 est reproduit avec un débit moyen sur 30 jours qui atteint un minimum de $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ le 29/09 ($2,2 \text{ m}^3/\text{s}$ le 21/09 selon les mesures à la station). Quelques pointes de débit très marquées en septembre puis octobre ne peuvent pas être reproduites par le modèle. La moyenne sur 30 jours simulée est donc sous la valeur mesurée et la durée de défaillance par rapport au DOE est prolongée de 12 jours. Cet écart est pris en compte dans l'interprétation des résultats dans la suite.

Pour l'étiage 2005, la tendance générale de l'étiage est correctement reproduite. Les 2 abaissements de débit autour du 17 juillet puis du 16 août ne sont pas reproduits par le modèle. Le débit moyen sur 30 jours atteint un minimum de $3,4 \text{ m}^3/\text{s}$ début octobre ($3,5$ le 06/10 selon les mesures à la station).

La simulation de l'étiage 2006 s'apparente à celle de 2005 : la tendance générale de l'étiage est correctement reproduite, à l'exception de deux abaissements de débit (autour du 15 juillet puis du 11 août). Le débit moyen sur 30 jours atteint un minimum de $3,9 \text{ m}^3/\text{s}$ autour du 29/09 ($4,07 \text{ m}^3/\text{s}$ mesuré le 24/09).

4.2 La gestion du plan d'eau lors des étiages de 2003, 2005, 2006

Pour chaque année critique étudiée, des phases de gestion du plan d'eau entre mai et septembre ont été retracées à partir des courbes d'évolution de la cote d'eau, des débits entrants et des débits sortants. Les graphiques correspondants sont fournis en annexe.

Il en ressort pour 2003 les 4 phases suivantes :

Phase 1	01/05 au 09/06	40 jours	les apports sont abondants les débits en sortie suivent les apports > maintien du plan d'eau au-dessus de Zopti
Phase 2	10/06 au 21/06	12 jours	les apports chutent sous 2,5 m ³ /s les sorties suivent les apports sous 2,5 m³/s > maintien du plan d'eau autour de Zopti
Phase 3	22/06 au 23/08	63 jours	les apports poursuivent leur chute sous 2 m ³ /s les sorties sont maintenues autour de 2,75 m³/s > chute du plan d'eau nettement sous Zmini
Phase 4	31/08 au 30/09	31 jours	les apports atteignent leur minimum sous 1 m ³ /s les sorties sont réduites autour de 1,75 m³/s > le plan d'eau poursuit sa chute

Tableau 6 : les 4 phases de gestion de Guerlédan à l'étiage 2003

Une courte phase de transition du 23/08 au 31/08 est notée entre les phases 3 et 4.

Pour 2005 on distingue 3 phases :

Phase 1	01/05 au 03/07	64 jours	les apports sont abondants les débits en sortie suivent les apports > maintien du plan d'eau un peu en-dessous de Zopti
Phase 2	04/07 au 05/09	63 jours	les apports passent sous 2 m ³ /s les sorties sont maintenues entre 2 et 2,5 m³/s > le plan d'eau baisse et passe sous Zmini
Phase 3	06/09 au 30/09	25 jours	les apports restent faibles entre 1 et 1,5 m ³ /s les sorties sont maintenues à 2,5 m³/s > le plan d'eau continue sa chute sous Zmini

Tableau 7 : les 3 phases de gestion de Guerlédan à l'étiage 2005

En 2006 on distingue les 5 phases suivantes :

Phase 1	01/05 au 30/05	30 jours	les apports sont abondants les débits en sortie suivent les apports > maintien du plan d'eau sous Zopti, proche de 123 mNGF
Phase 2	05/06 au 08/07	33 jours	les apports chutent rapidement, mais restent > à 2m ³ /s les sorties sont maintenues entre 2 et 2,5 m³/s > le plan d'eau monte est atteint Zopti
Phase 3	09/07 au 09/08	32 jours	les apports passent sous 2 m ³ /s les sorties sont maintenues entre 2 et 2,5 m³/s > le plan d'eau baisse et atteint Zmini
Phase 4	10/08 au 13/09	35 jours	les apports restent faibles sous 2 m ³ /s les sorties sont relevées autour de 2,75 m³/s > le plan d'eau continue de baisser
Phase 5	14/09 au 30/09	17 jours	les apports restent faibles sous 2 m ³ /s les sorties sont abaissées autour de 2,25 m³/s > le plan d'eau continue de baisser

Tableau 8 : les 5 phases de gestion de Guerlédan à l'étiage 2006

Une courte phase de transition du 31/05 au 04/06 est notée entre les phases 1 et 2.

En 2003 le plan d'eau atteint bien sa cote optimale (et la dépasse même légèrement) au mois de mai (phase 1). Après une courte période de transition où les débits sortants sont faibles (phase 2 de 12 jours), le débit minimum est respecté, voire dépassé, oscillant autour de 2,75 m³/s pendant plus de 60 jours (phase 3). Les faibles apports dans la retenue sur cette période provoquent une chute rapide du plan d'eau. La réduction du débit sortant autour 1,75 m³/s en septembre (phase 4) ne permet pas de maintenir le plan d'eau qui perd encore plus d'1m.

→ ***Un débit sortant plus faible de fin juin à fin août (phase 3) aurait permis un gain de plan d'eau et un meilleur soutien d'étiage en septembre (phase 4).***

En 2005 le plan d'eau est maintenu au cours des mois de mai et juin un peu en-dessous de sa cote optimale (phase 1). En juillet et août le débit sortant minimum oscille entre 2 et 2,5 m³/s alors que les apports naturels dans la retenue continuent de baisser (phase 1). Le plan d'eau descend alors sous sa cote minimale (entre le 11 et le 12 août). La remontée du débit sortant autour de 2,5 m³/s en septembre (phase 3) ne pénalise pas le plan d'eau qui est déjà largement sous sa cote minimale (122 m en début de phase 3, soit 0,8 m sous la cote optimale).

→ ***Un plan d'eau à sa cote optimale entre mai et juin aurait constitué une réserve intéressante pour prolonger le plan d'eau au-dessus de sa cote minimale puis pour soutenir l'étiage en septembre***

→ ***Un débit sortant un peu plus faible de fin juin à fin août aurait constitué un gain supplémentaire pour le plan d'eau et pour le soutien d'étiage en septembre***

En 2006 le mois de juin est correctement mis à profit pour s'approcher de la cote optimale avec un débit sortant entre 2 et 2,5 m³/s (phase 2). La baisse des apports dans la retenue en juillet alors que le débit sortant est maintenu entre 2 et 2,5 m³/s (phase 3) provoque la baisse du plan d'eau jusqu'à sa cote minimale (le 11/08). Le relèvement du débit sortant au-dessus de 2,5 m³/s de mi-août à mi-septembre accentue la baisse du plan d'eau (phase 4). La réduction à nouveau du débit sortant sous 2,5 m³/s fin septembre ne permet pas d'enrayer cette baisse (phase 5).

→ ***Un débit sortant plus faible de début juin à fin août aurait permis un gain de plan d'eau et un meilleur soutien d'étiage en septembre.***

4.3 Scénarios de gestion du barrage de Guerlédan

4.3.1 Définition des scénarios

Cinq scénarios ont été simulés sur le modèle :

- scénario actuel (ou réel simulé) : débit sortant de Guerlédan estimé (voir §3.1)
- scénario 0 : débit réservé de 2,5 m³/s pendant tout l'étiage (règle avant 2007)
- scénario A : débit réservé modulable à 2 m³/s jusqu'au 15/07 (préconisation 3.2.1)
- scénario B : débit réservé modulable à 2 m³/s jusqu'au 31/07 (préconisation 3.2.2)
- scénario C : débit réservé modulable à 2 m³/s jusqu'au 31/08 (extension de 3.2.2)

Le scénario actuel permet de reproduire les débits mesurés aux stations.

Le scénario 0 est une application théorique du débit réservé à 2,5 m³/s sans modulation, soit la règle de gestion prévalant avant le renouvellement de concession du barrage en 2007.

Le scénario A peut être considéré comme le scénario actuellement en vigueur, puisqu'il correspond à la préconisation 3.2.1 du SAGE et que EDF améliore sa gestion des débits réservés (avec de nouveaux régulateurs de débit à Saint-Aignan prévus d'ici 2011).

Les scénarios B et C (modulation à 2 m³/s au-delà du 15 juillet) correspondent à des évolutions possibles des règles de gestion du barrage.

Il faut noter que dans le délai de réalisation de la présente étude, l'étiage 2010 a donné lieu à une modulation à 2 m³/s au-delà du 31 août, soit une extension supérieure à celle prévue au scénario C. Une note en annexe fournit une analyse de l'étiage 2010 en fonction des données disponibles sur les apports, les prélèvements et rejets dans le Blavet.

4.3.2 Méthode d'interprétation des résultats

Les scénarios permettent de mesurer l'écart avec la situation réelle vécue au moment de l'étiage (appelée « actuel ») :

- Sur les variations du plan d'eau, en particulier son passage sous la cote touristique minimale
- Sur le débit atteint au point nodal de Languidic

Le débit à Languidic doit être considéré :

- soit en valeur journalière à comparer aux débits de seuil d'alerte et de crise, DSA et DCR (2,6 et 1,9 m³/s)
- soit en valeur sur les 30 derniers jours à comparer au DOE (3,4 m³/s).

Ainsi les gains sur le plan d'eau et les impacts sur les débits à l'aval sont donnés chaque année pour les 5 scénarios. Les graphiques correspondants sont donnés en annexe. Les principales périodes de gestion du débit sortant du barrage de Guerlédan sont reportées sur ces graphiques.

5 RÉSULTATS DE LA MODÉLISATION HYDROLOGIQUE

Pour l'année 2003, le modèle sous-estime légèrement les débits d'automne, ce qui prolonge la défaillance du débit à Languidic d'une douzaine de jours (52 jours au lieu de 40 jours mesurés). Les gains en défaillance par rapport au DOE doivent donc être nuancés : on obtient 26 jours de défaillance en moins (au lieu de 38 jours simulés).

A noter que le scénario 0 représente une perte sur le plan d'eau par rapport au scénario réel simulé en 2003 et 2006 : l'application du débit réservé plus rigoureuse au scénario 0 entraîne un déstockage du plan d'eau par rapport à la situation réelle simulée.

2003	défaillance du plan d'eau de Guerlédan (Z<122,79 mNGF)		défaillance du débit à Languidic (QMN<3,4 m ³ /s)			
	date	gain/actuel	date	valeur	durée de défaillance	écart/actuel
Scénario actuel (ou réel simulé)	24-juil /		29-sept	2,5 m ³ /s	52 jours (40 jours mesurés)	/
Scénario 0	16-juil	Perte de 8 jours	30-sept	3,3 m ³ /s	14 jours	Meilleur soutien d'étiage (moins 38 jours de défaillance)
Scénario A	31-juil	Gain de 7 jours	30-sept	3,3 m ³ /s	14 jours	Meilleur soutien d'étiage (moins 38 jours de défaillance)
Scénario B	08-août	Gain de 15 jours	30-sept	3,3 m ³ /s	14 jours	Meilleur soutien d'étiage (moins 38 jours de défaillance)
Scénario C	13-août	Gain de 20 jours	20-sept	3,2 m ³ /s	37 jours	Meilleur soutien d'étiage (moins 3 à 9 jours de défaillance)

Tableau 9 : synthèse des simulations pour 2003

2005	défaillance du plan d'eau de Guerlédan (Z<122,79 mNGF)		défaillance du débit à Languidic (QMN<3,4 m ³ /s)			
	date	gain/actuel	date	valeur	durée de défaillance	écart/actuel
Scénario actuel (ou réel simulé)	11-août /		05-oct	3,4 m ³ /s	0 jours	/
Scénario 0	17-août	Gain de 6 jours	06-oct	3,6 m ³ /s	0 jours	Meilleur soutien d'étiage
Scénario A	22-août	Gain de 11 jours	06-oct	3,6 m ³ /s	0 jours	Meilleur soutien d'étiage
Scénario B	30-août	Gain de 19 jours	06-oct	3,6 m ³ /s	0 jours	Meilleur soutien d'étiage
Scénario C	12-sept	Gain de 32 jours	03-sept	3,46 m ³ /s	0 jours	Soutien d'étiage équivalent anticipé d'1 mois

Tableau 10 : synthèse des simulations pour 2005

2006	défaillance du plan d'eau de Guerlédan (Z<122,79 mNGF)		défaillance du débit à Languidic (QMNA<3,4 m ³ /s)			
	date	gain/actuel	date	valeur	durée de défaillance	écart/actuel
Scénario actuel (ou réel simulé)	11-août	/	29-sept	3,9 m ³ /s	0 jours	/
Scénario 0	10-août	perte de 1 jour	29-sept	4,05 m ³ /s	0 jours	Meilleur soutien d'étiage
Scénario A	10-août	perte de 1 jour	29-sept	4,05 m ³ /s	0 jours	Meilleur soutien d'étiage
Scénario B	20-août	Gain de 9 jours	29-sept	4,05 m ³ /s	0 jours	Meilleur soutien d'étiage
Scénario C	07-sept	Gain de 27 jours	31-août	3,6 m ³ /s	0 jours	Soutien d'étiage légèrement moins bon (-10%) et anticipé d'1 mois

Tableau 11 : synthèse des simulations pour 2006

5.1 Modification du QMNA

Les gestions 0, A et B du plan d'eau de Guerlédan n'impactent pas la valeur du QMNA de l'année. En effet le minimum de débit mensuel est atteint fin septembre, début octobre alors que la gestion n'a un impact que jusqu'à fin août.

Pour l'étiage de 2006, la gestion du scénario C fait passer la QMNA de 3,9 (le 29/09/06) à 3,6 m³/s (le 01/09/06). L'incertitude sur le débit simulé étant de l'ordre de 0,2 m³/s, le DOE de 3,4 m³/s est bien respecté.

5.2 Effet d'une modulation à 2 m³/s au-delà du 15 juillet

Les scénarios B et C permettent un gain sur le plan d'eau par rapport au scénario A (actuellement en vigueur) :

- de 8 et 13 jours pour un étiage de type 2003,
- de 13 à 26 jours pour un étiage de type 2005,
- de 10 à 28 jours pour un étiage de type 2006.

Les impacts des scénarios B et C sur le débit mensuel à Languidic par rapport au scénario A sont :

- Nul pur le scénario B,
- Faible pour le scénario C qui réduit légèrement le QMNA (-0,1 m³/s en 2003, -0,14 m³/s en 2005 et -0,45 m³/s en 2006) et provoque une durée de défaillance plus nette en 2003 (37 jours au lieu de 14)

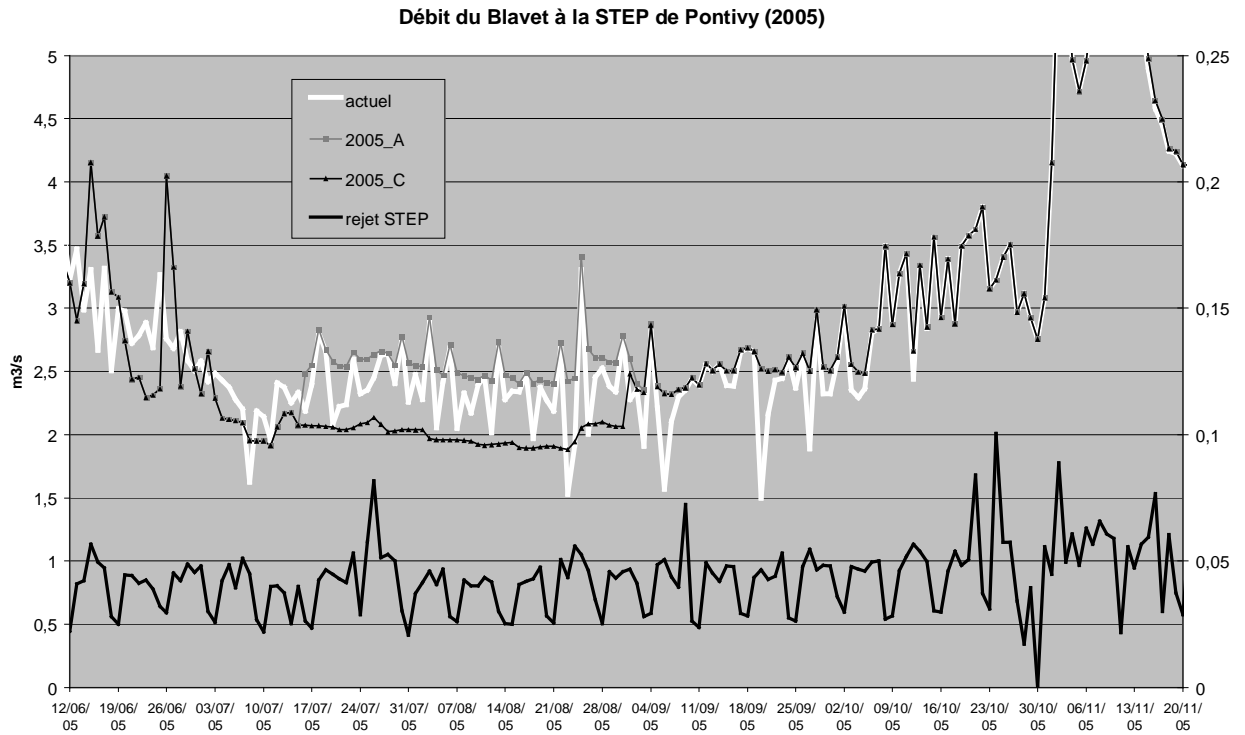


Figure 23 : débits d'étiage 2005 à la STEP de Pontivy selon les scénarios (débit Blavet à gauche, débit STEP à droite)

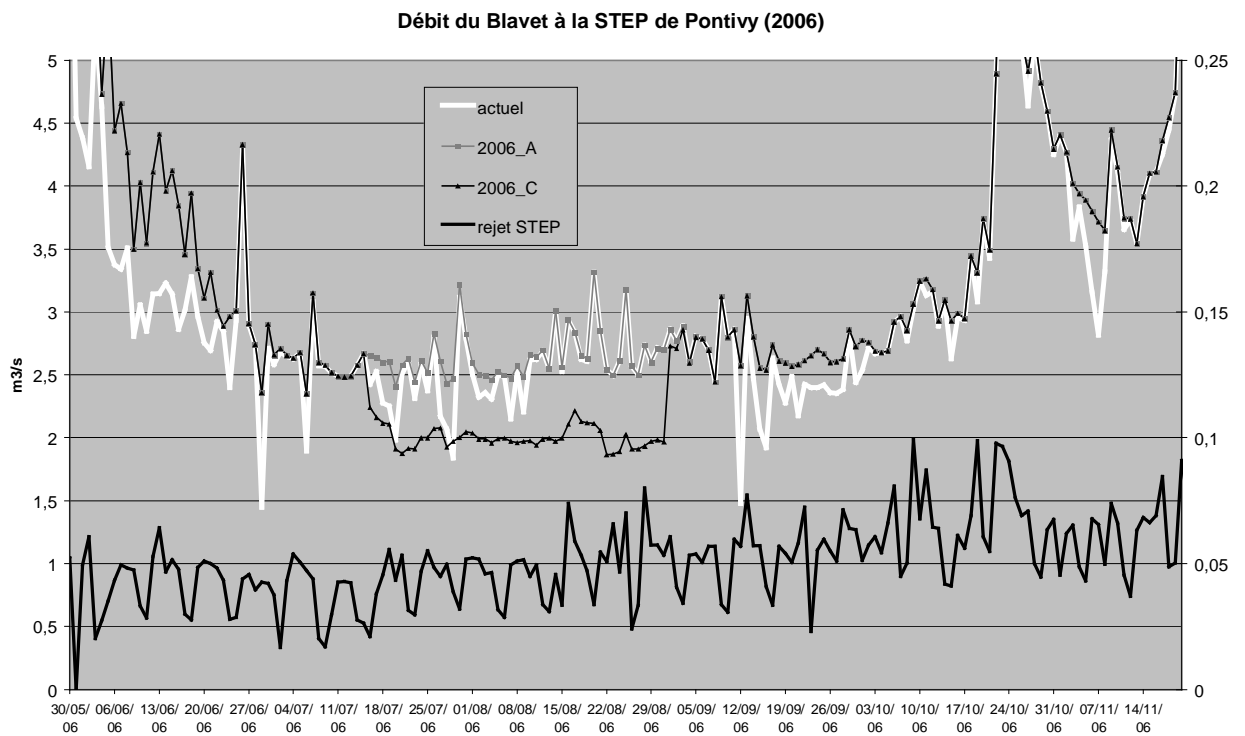


Figure 24 : débits d'étiage 2006 à la STEP de Pontivy selon les scénarios (débit Blavet à gauche, débit STEP à droite)

5.4 Conséquences sur les stations de pompage AEP

Les prélèvements les plus importants de Coet Er Ver et Langroise (capacité de 20 000 m³/jour) ne sont pas impactées puisque les scénarios simulés ne modifient pas sensiblement les débits à Languidic. Ces stations bénéficient pleinement des apports naturels (Sarre, Evel, Coet Organ et autres).

La deuxième station de pompage la plus importante est celle de Mangoer avec 8 000 m³/jour de capacité. Cette station est la première (d'amont en aval) depuis le barrage de Guerlédan. Pour l'été le plus sévère de 2003, la gestion du scénario C ne met pas en cause le bon fonctionnement de la station, comme le montre la figure suivante. En effet les volumes journaliers prélevés (entre 0,05 et 0,1 m³/s) sont inférieurs au 1/10^{ème} du débit du Blavet en situation réelle.

Pour le scénario C, qui correspond à la réduction du débit sortant la plus longue, le débit du Blavet aval est réduit jusqu'à fin août par rapport à la situation réelle, mais les débits prélevés par la station de Mangoer restent inférieurs au 1/20^{ème} du Blavet. Les plus faibles valeurs de débit observées début septembre en situation réelle (jusqu'à 1 m³/s) sont relevées au-dessus de 2,5 m³/s.

La station du Déversoir a une capacité égale (8 000 m³/jour) et reçoit des débits équivalents à ceux de Mangoer (pas de prélèvements ou d'apports significatifs entre Mangoer et le Déversoir). Sa situation vis-à-vis des scénarios de gestion du barrage de Guerlédan est donc comparable.

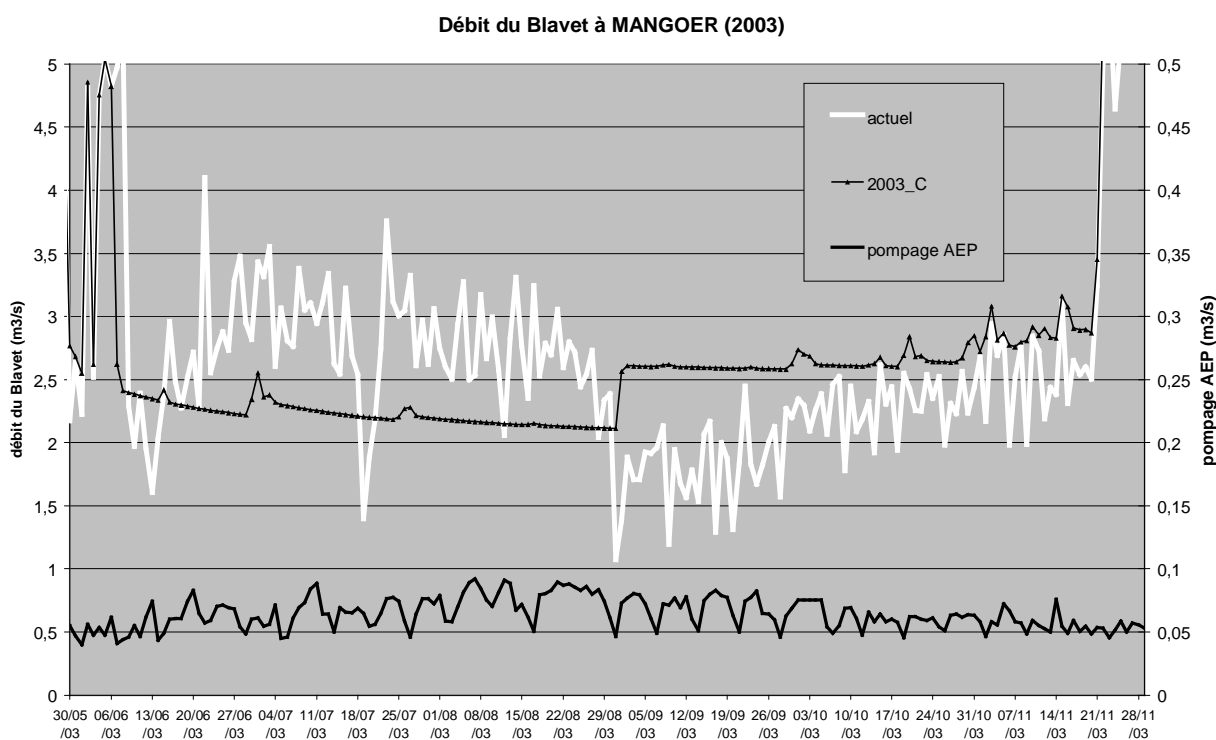


Figure 25 : débits d'été 2003 à la station AEP de Mangoer

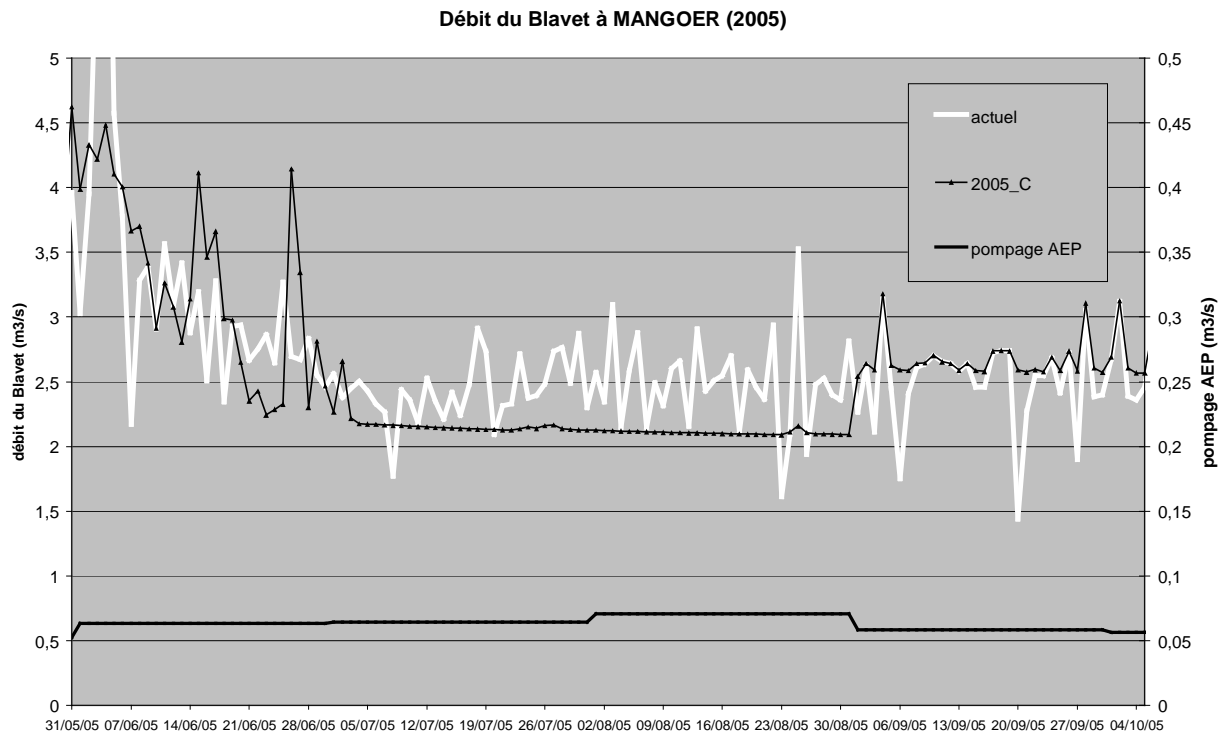


Figure 26 : débits d'été 2005 à la station AEP de Mangoer

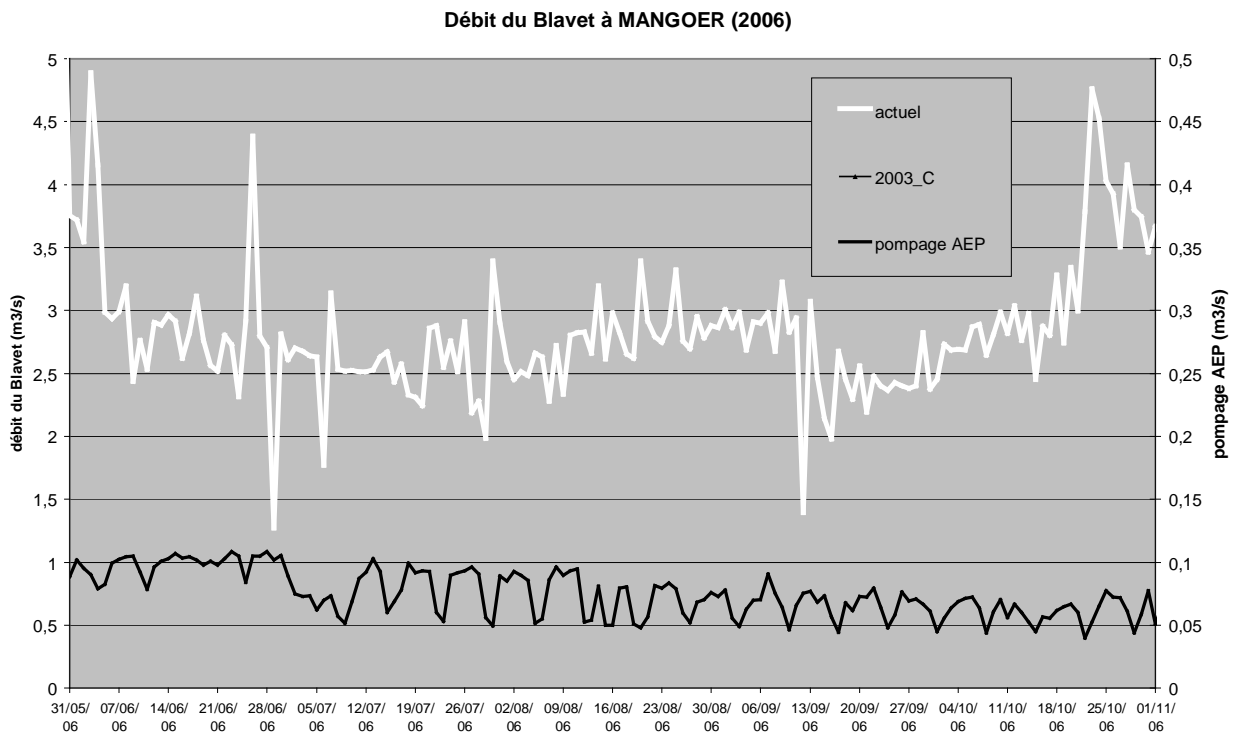


Figure 27 : débits d'été 2006 à la station AEP de Mangoer

5.5 Conséquences au point nodal de Neulliac

La réduction du débit sortant de Guerlédan à $2 \text{ m}^3/\text{s}$ a des conséquences directes au point nodal de Neulliac, situé à 15 km du barrage, après les prélèvements de Mangoer et du Porzo.

En 2003, le débit moyen sur 30 jours a atteint son minimum de $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ le 26/09. Les gestions A, B et C améliorent cette situation : le minimum est augmenté (respectivement 2, 2 et $1,8 \text{ m}^3/\text{s}$) et il est atteint plus tôt (respectivement le 14/07, le 01/08 et le 30/08). Les débits journaliers sont réduits pendant toute la durée de régulation, soit de mi-juin à fin août. Toutefois les débits journaliers restent supérieurs à $1,8 \text{ m}^3/\text{s}$ pour les scénarios A et B, et $1,6 \text{ m}^3/\text{s}$ pour le scénario C.

En 2005 et 2006 le débit moyen sur 30 jours atteint son minimum ($2,2$ et $2,3 \text{ m}^3/\text{s}$) fin juillet, soit pendant la période de réduction du débit sortant de Guerlédan pour les scénarios B et C. Le scénario A a très peu ou pas d'incidence sur ces années. Les scénarios B et C impliquent un débit journalier légèrement inférieur à $2 \text{ m}^3/\text{s}$ à Neulliac pendant toute leur durée de régulation. Le débit moyen sur 30 jours atteint donc son minimum plus tard, autour de $2 \text{ m}^3/\text{s}$ (à $\pm 0,1 \text{ m}^3/\text{s}$). Soit une réduction relativement faible par rapport à la situation réelle (de $0,1$ à $0,3 \text{ m}^3/\text{s}$).

La comparaison de ces débits journaliers avec le DSA actuel ($2 \text{ m}^3/\text{s}$) et des débits moyens sur 30 jours avec le DOE ($2,5 \text{ m}^3/\text{s}$) doit être faite avec prudence. En effet, comme indiqué dans le rapport de phase précédente, ces valeurs semblent surestimées car elles supposent des apports naturels majorés et ne tiennent pas compte des prélèvements de Mangoer et du Porzo.

5.6 Conséquences sur le milieu aquatique

L'étude EDF de novembre 2002 établit un besoin de $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ pour le Blavet naturel (du barrage de Saint-Aignan au barrage de Poulhibet, soit un tronçon de 4 km). Ce débit est respecté pour l'ensemble des scénarios envisagés.

En aval, le débit relâché par le barrage de Guerlédan doit, avec les apports naturels des versants, permettre un fonctionnement normal des passes à poissons et éviter les altérations de la qualité physico-chimique et le réchauffement des eaux.

Les passes à poissons nécessitent un débit de $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ pour la montaison de la truite *fario* de septembre à mars. Or les scénarios de gestion du barrage de Guerlédan prévoient un débit réservé minimum de $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ à partir de septembre.

L'anguille nécessite des débits de montaison plus faibles et les gestions envisagées ne remettent pas en cause le bon fonctionnement des passes l'été.

Le brochet utilise les biefs du Blavet pour s'y reproduire dans des frayères, sections de faible hauteur d'eau en queue de biefs. Le maintien de ces frayères dépend avant tout d'une bonne gestion des niveaux d'eau dans les biefs, quelque soit le débit sortant du barrage de Guerlédan.

Cependant les réductions de débit sortant de Guerlédan peuvent entraîner des modifications des conditions de survie des poissons dans le Blavet. Dans les tronçons les plus calmes du Blavet canalisé, un suivi de la température et de la teneur en oxygène pourra être réalisé par précaution. Des prélèvements de chlorophylle pourront compléter l'analyse. Ce suivi doit rester une simple veille dans la mesure où pour la plupart, les espèces transitent par le Blavet afin de regagner les affluents qui offrent une plus grande diversité d'habitats.

6 CONCLUSION

La reconstitution des apports naturels entre le barrage de Guerlédan et Languidic pour les étiages de 2003, 2005 et 2006 montre qu'une modulation du débit sortant du barrage de 2,5 à 2 m³/s jusqu'à fin août représente un gain significatif sur le plan d'eau et permet un meilleur soutien d'étiage du Blavet au point nodal aval (Languidic) en septembre et octobre.

Les réductions de débit au point nodal amont (Neulliac) ne remettent pas en question les usages existants (pompage AEP et pompage canal) et les débits restent supérieurs aux besoins du milieu aquatique.

La simulation de l'étiage 2006 pour le scénario C montre que le QMNA approche la zone des 3,4 m³/s, sans passer en-deçà. C'est pourquoi l'application d'une consigne de modulation du débit sortant de Guerlédan à 2 m³/s au-delà du 31 juillet (scénario C) devra toutefois être réalisée avec une étroite surveillance du débit moyen sur 30 jours à Languidic.

Une gestion possible pourrait consister à permettre une modulation à 2 m³/s libre jusqu'au 31 juillet, puis soumise à autorisation de la CLE du 1^{er} au 31 août.

Le calendrier type d'une nouvelle gestion pourrait être le suivant :

mai et juin	viser la cote optimale (123,79 mNGF) en profitant des apports naturels et d'une réduction à 2,5 m ³ /s, voire 2 m ³ /s du débit sortant
juillet	maintenir le plan d'eau au-dessus de sa cote minimale (122,79 mNGF) avec une réduction à 2 m ³ /s du débit sortant
août	maintenir le plan d'eau au-dessus de sa cote minimale avec une réduction <u>validée et acceptée par la CLE</u> à 2 m ³ /s
septembre +mois suivants	retour à un débit minimum garanti de 2,5 m ³ /s

Les conditions de réussite d'une telle gestion sont :

1. L'application rigoureuse des valeurs de débits minimums de 2 ou 2,5 m³/s par un équipement adapté de mesure et de régulation au barrage, ainsi que le strict respect du calendrier de gestion au printemps et en été,
2. La révision des objectifs de débit au point nodal amont (Neulliac) en tenant compte des faibles apports naturels et des prélèvements existants,
3. Le maintien d'une vigilance particulière sur le milieu aquatique, en particulier dans les parties les plus calmes des biefs du Blavet canalisé.

7 ANNEXES

- 7.1 Carte des prélèvements et rejets du Blavet entre Guerlédan et Hennebont
- 7.2 Hydrogrammes des apports naturels (Sarre, Evel et Coet Organ)
- 7.3 Graphiques de gestion du plan d'eau de Guerlédan en 2003, 2005 et 2006
- 7.4 Variations du plan d'eau de Guerlédan en fonction des scénarios
- 7.5 Évolution du débit moyen sur 30 jours à Languidic en fonction des scénarios
- 7.6 Évolution du débit journaliers à Neulliac en fonction des scénarios
- 7.7 Note sur l'étiage 2010

S · A · G · E
BLAVET

Schéma d'Aménagement
et de Gestion des Eaux

Étude hydrologique sur le débit réservé en aval du barrage de Guerlédan



RAPPORT FINAL D'ÉTUDE

ANNEXES

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1 > Carte des prélèvements et rejets du Blavet entre Guerlédan et Hennebont

ANNEXE 2 > Hydrogrammes des apports naturels (Sarre, Evel et Coet Organ)

ANNEXE 3 > Graphiques de gestion du plan d'eau de Guerlédan en 2003, 2005 et 2006

ANNEXE 4 > Variations du plan d'eau de Guerlédan en fonction des scénarios

ANNEXE 5 > Évolution du débit moyen sur 30 jours à Languidic en fonction des scénarios

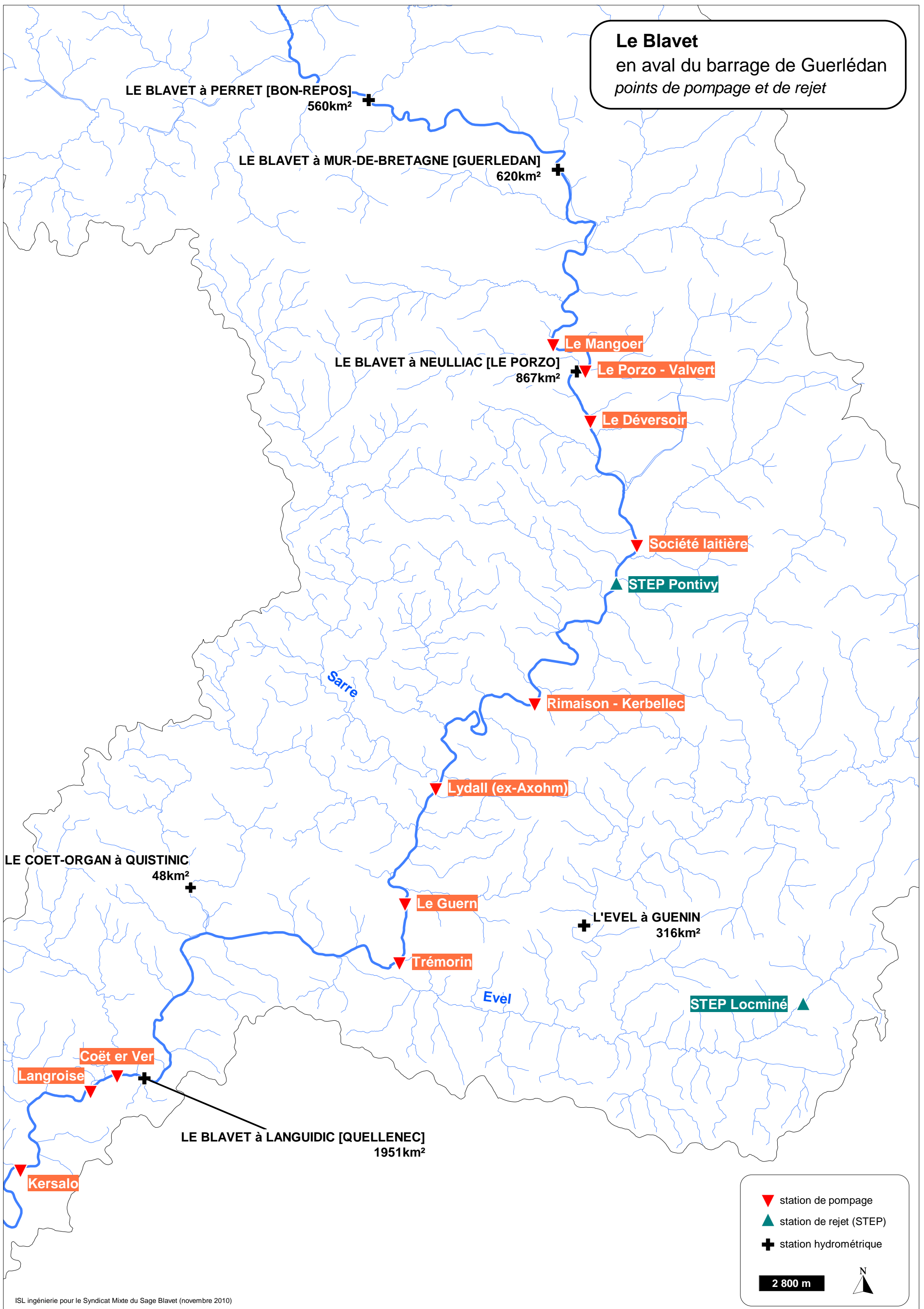
ANNEXE 6 > Évolution du débit journaliers à Neulliac en fonction des scénarios

ANNEXE 7 > Note sur l'étiage 2010

Le Blavet

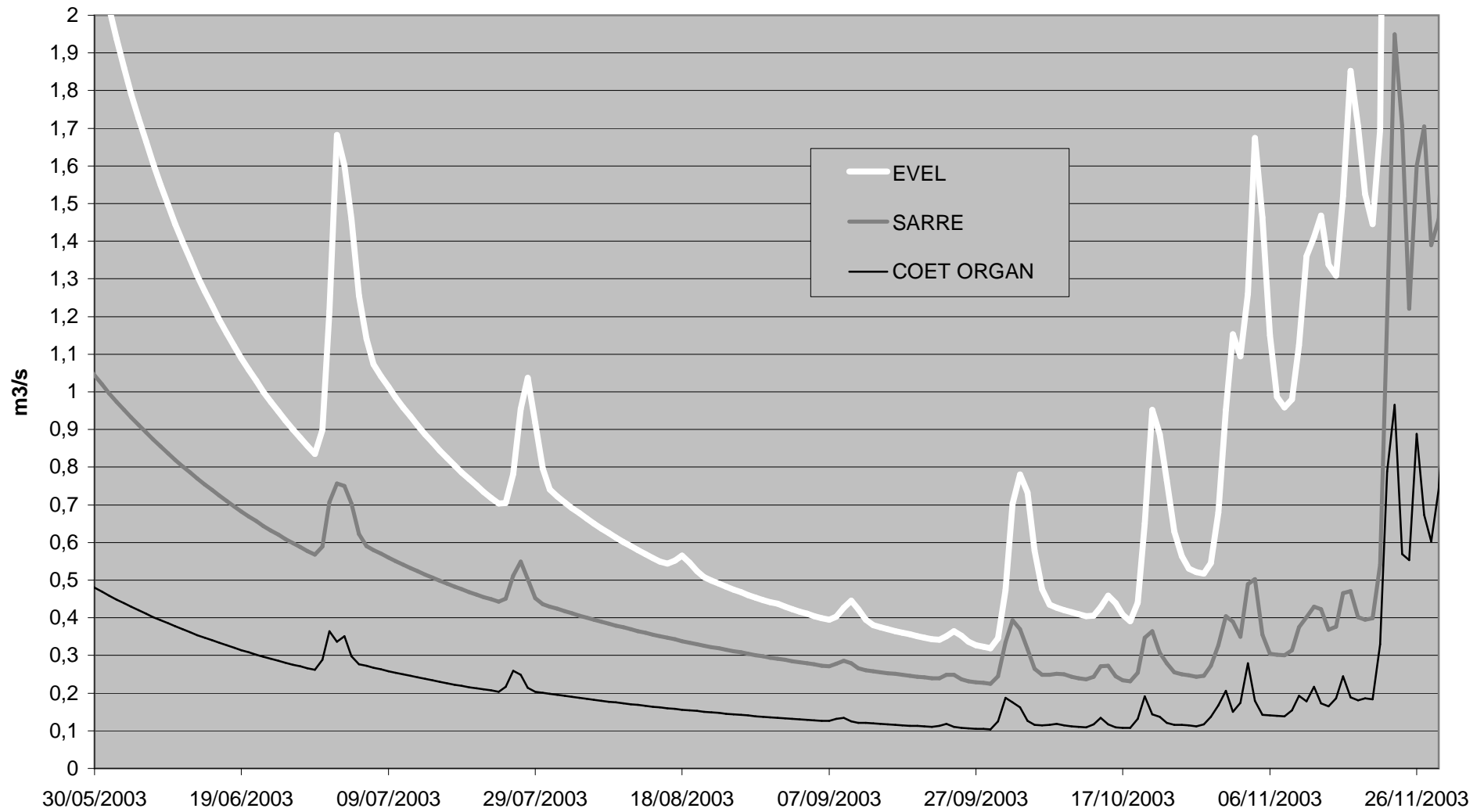
en aval du barrage de Guerlédan

points de pompage et de rejet

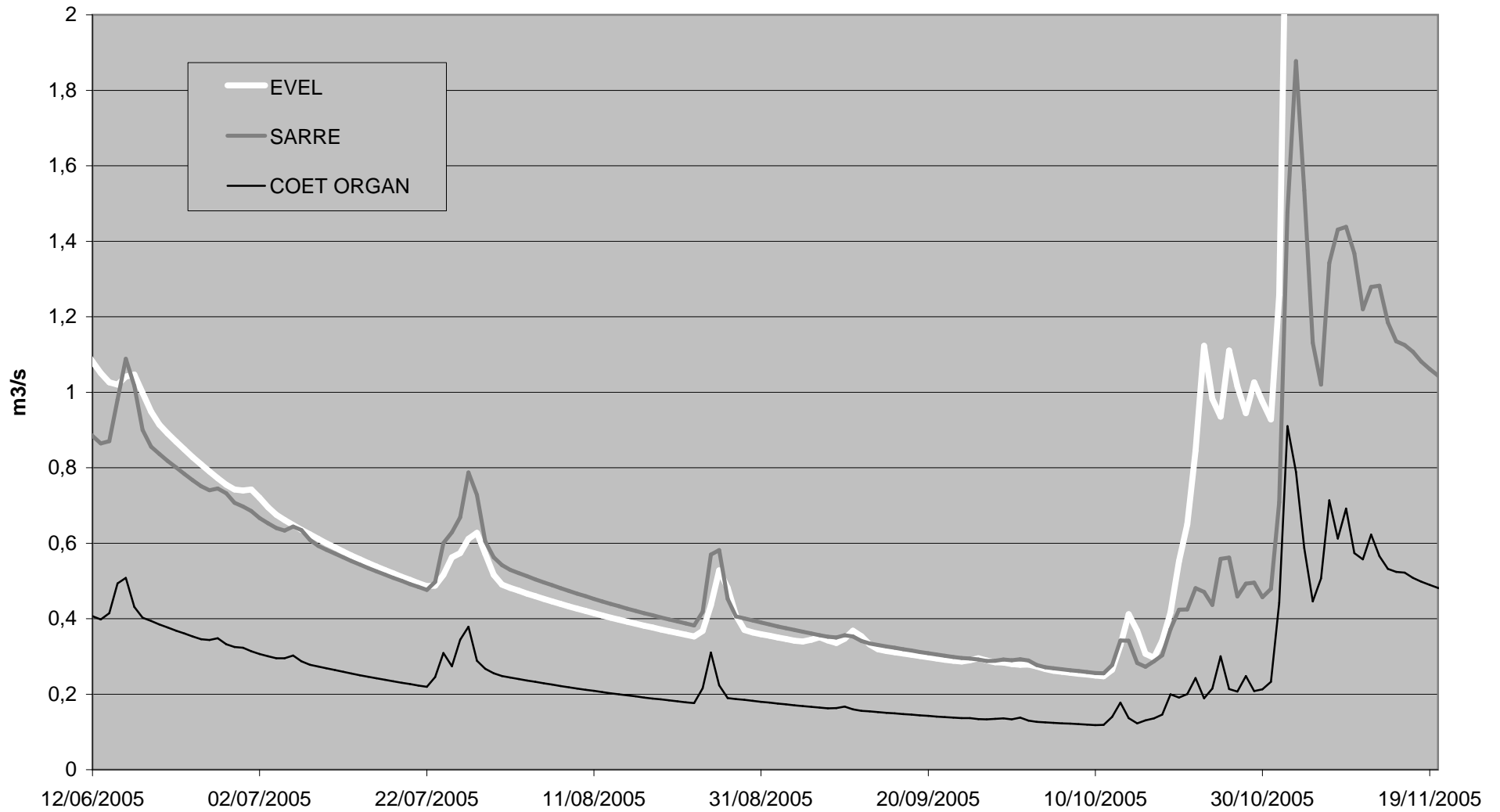


ANNEXE 2 > Hydrogrammes des apports naturels (Sarre, Evel et Coet Organ)

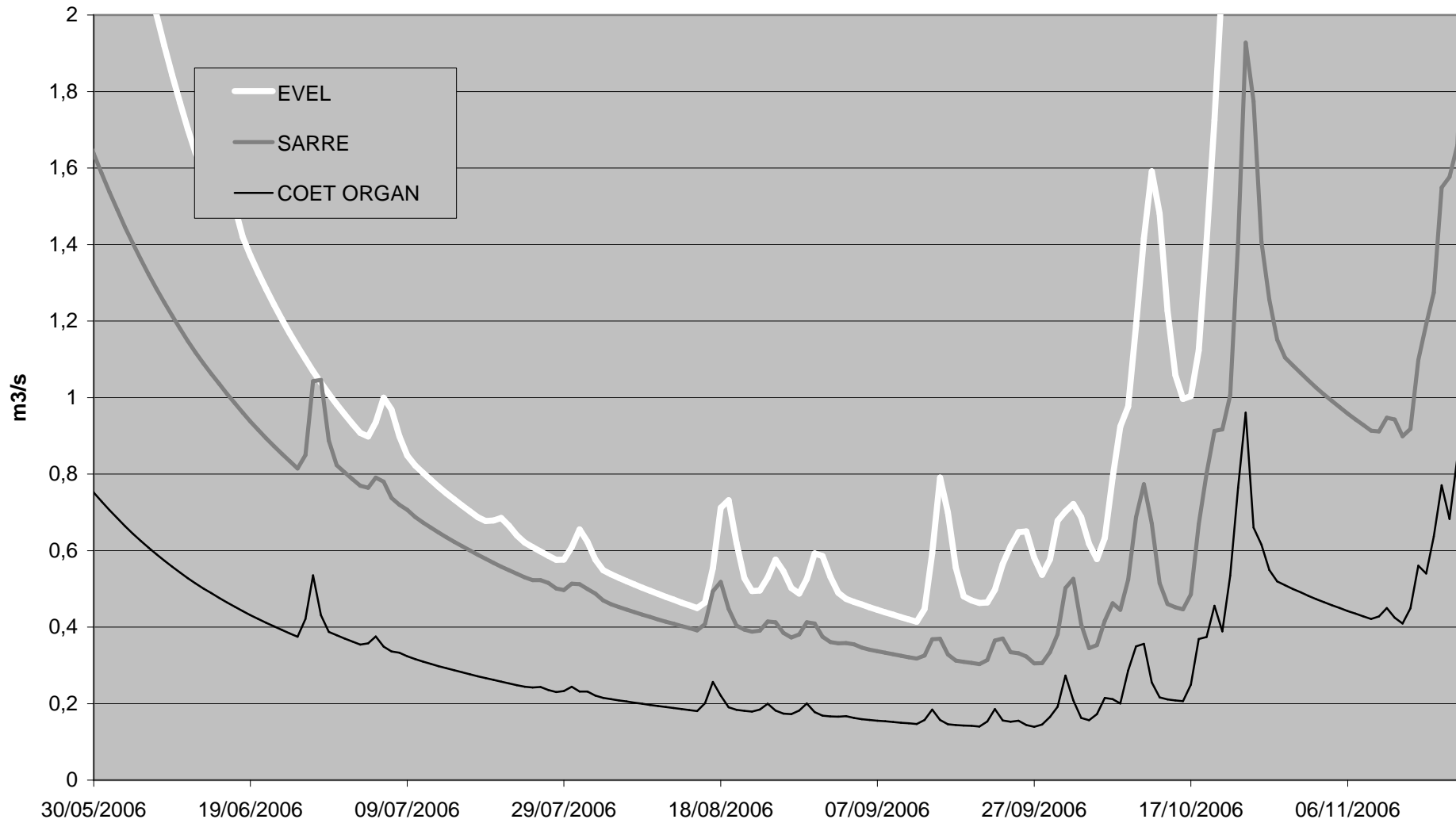
Principaux apports naturels au Blavet (2003)



Principaux apports naturels au Blavet (2005)

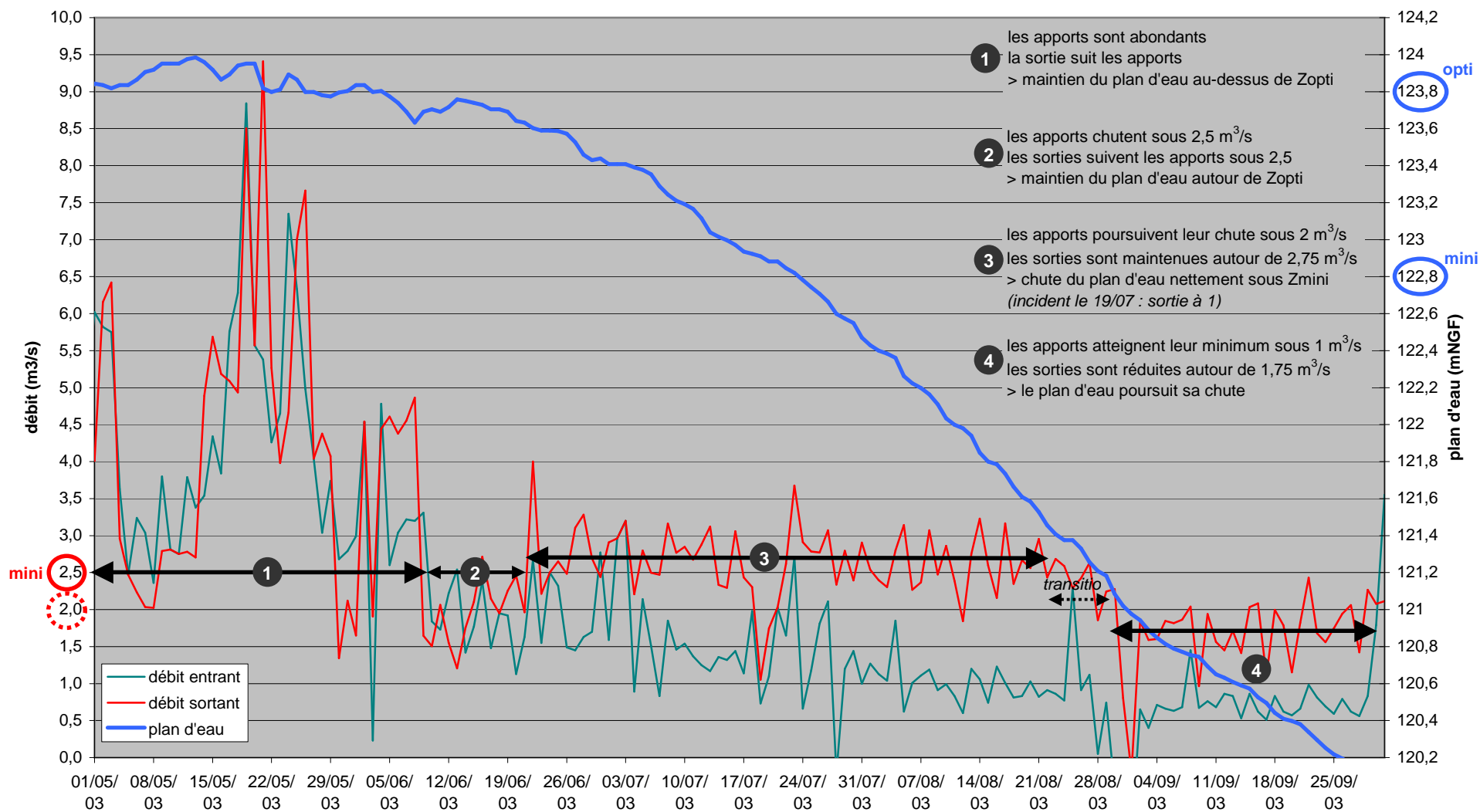


Principaux apports naturels au Blavet (2006)

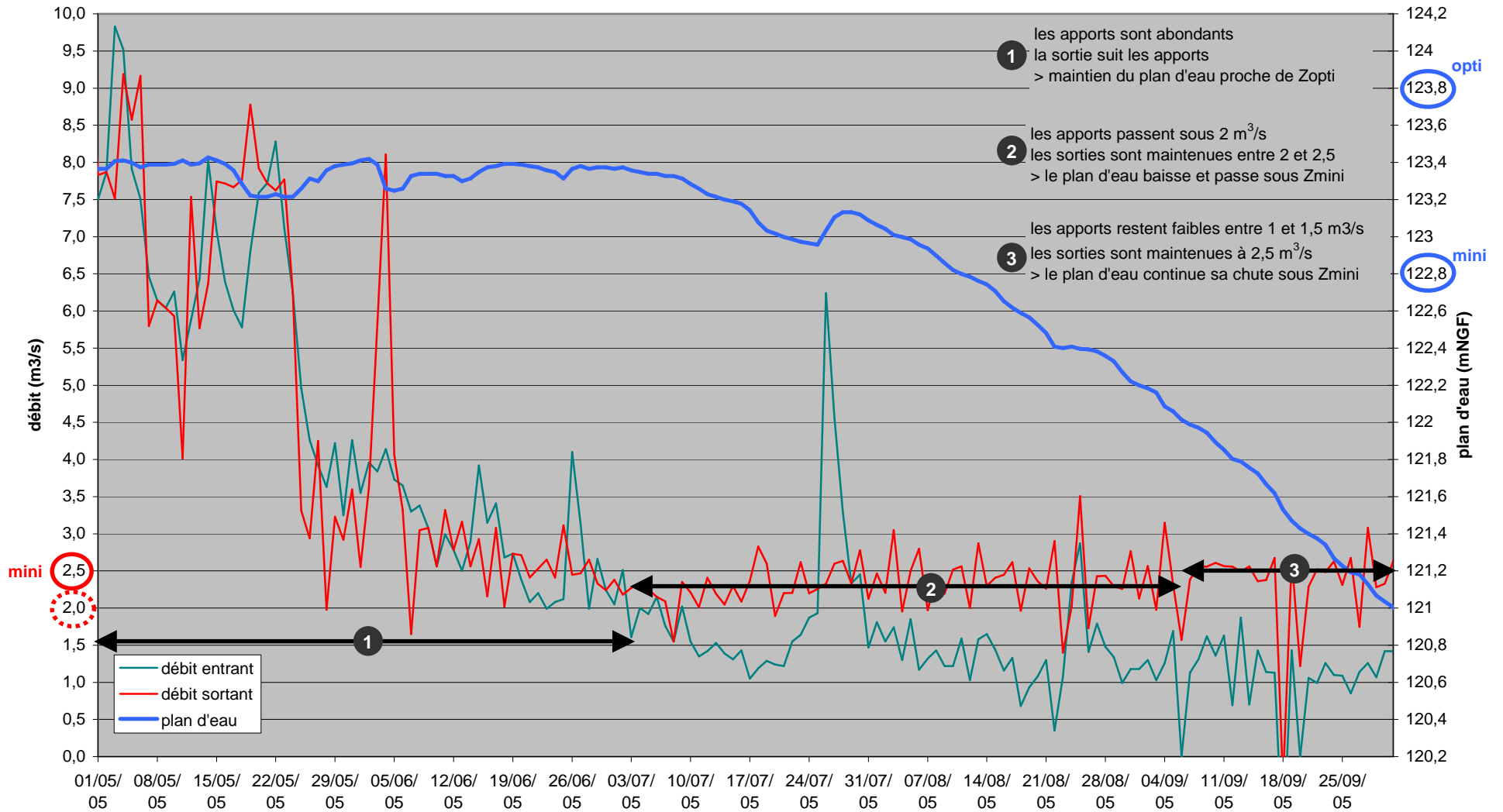


ANNEXE 3 > Graphiques de gestion du plan d'eau de Guerlédan en 2003, 2005 et 2006

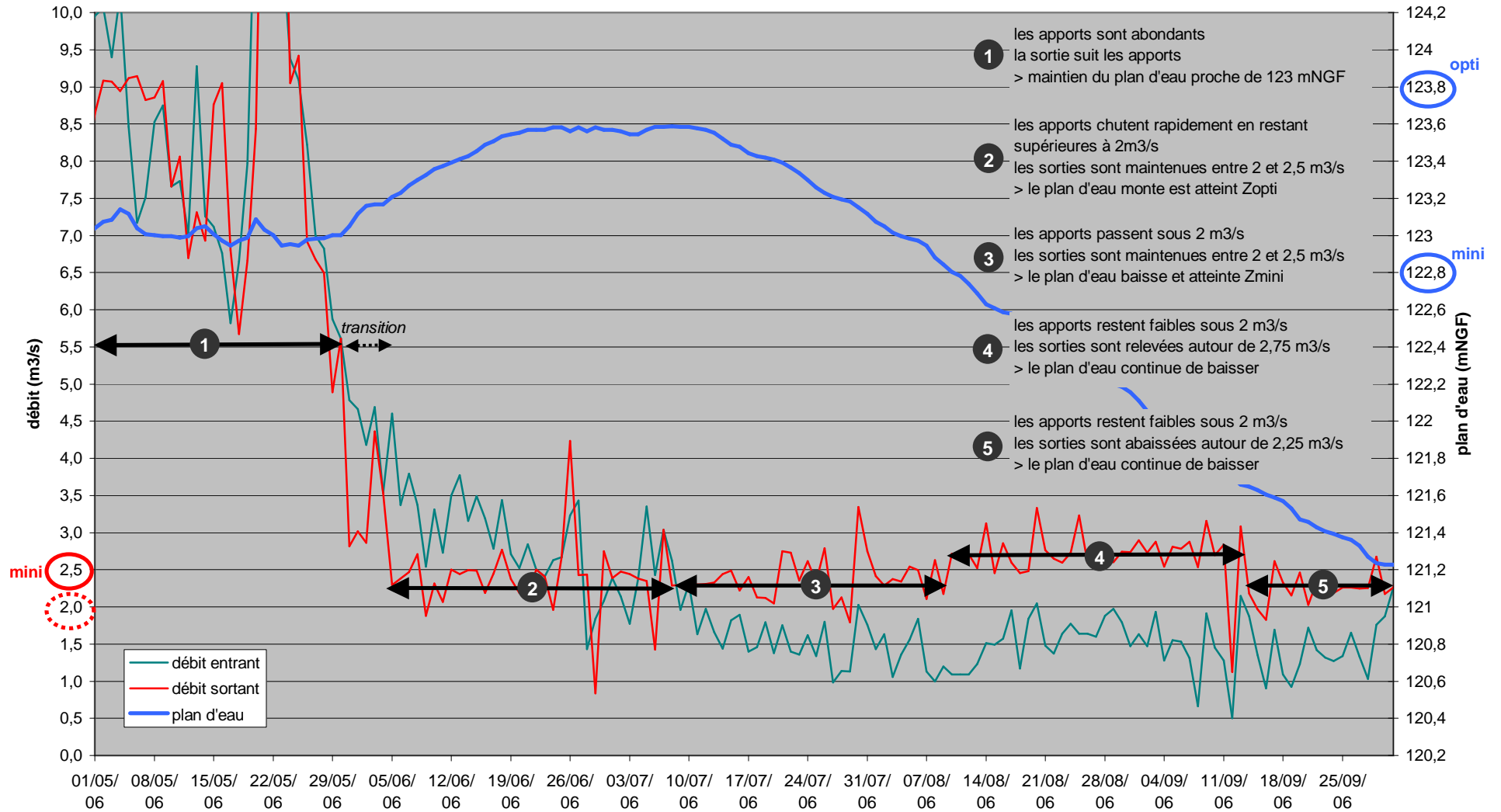
Gestion du lac de Guerlédan - étiage 2003



Gestion du lac de Guerlédan - étiage 2005

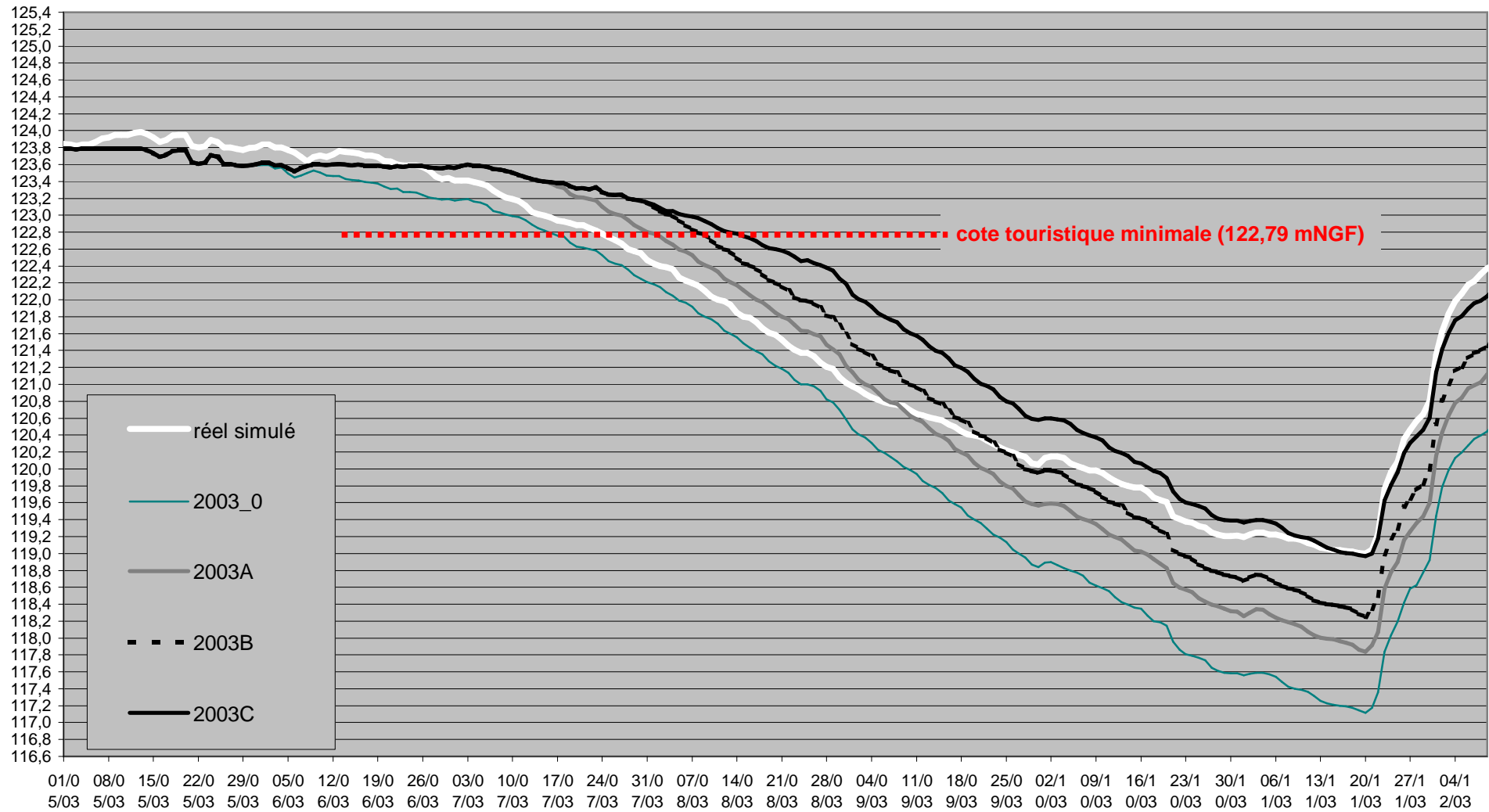


Gestion du lac de Guerlédan - étiage 2006

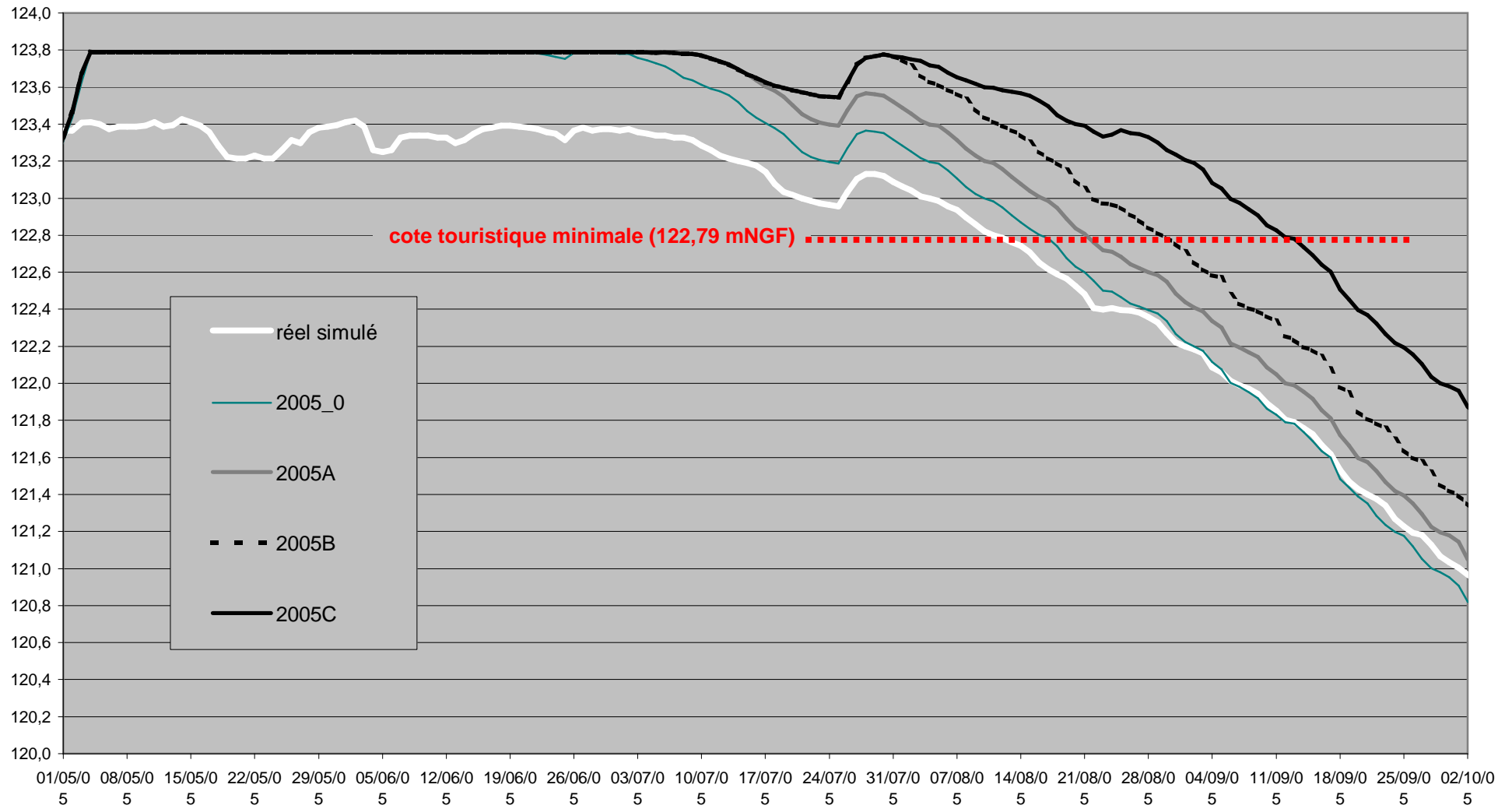


ANNEXE 4 > Variations du plan d'eau de Guerlédan en fonction des scénarios

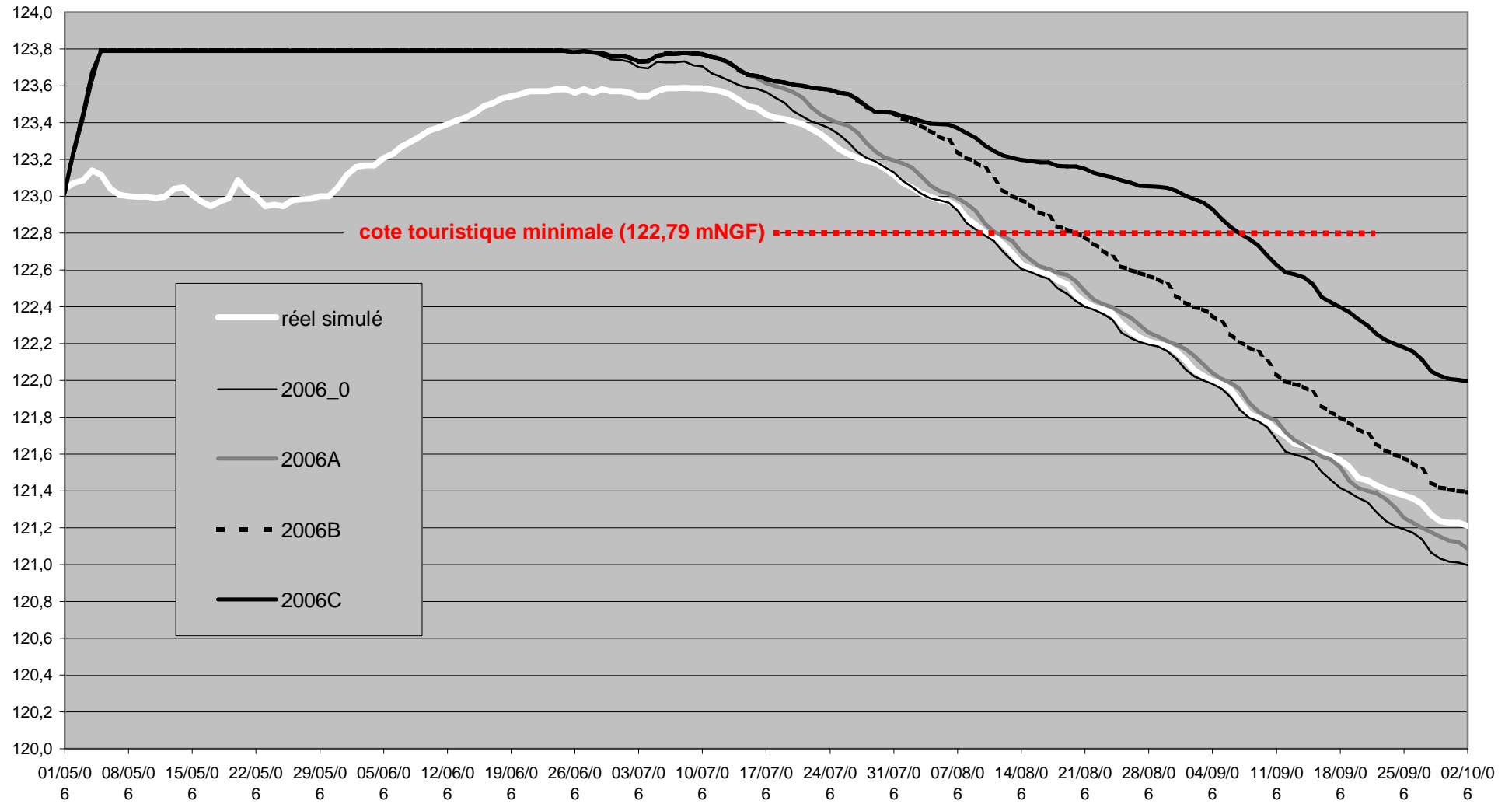
Variations du plan d'eau de Guerlédan (2003)



Variations du plan d'eau de Guerlédan (2005)

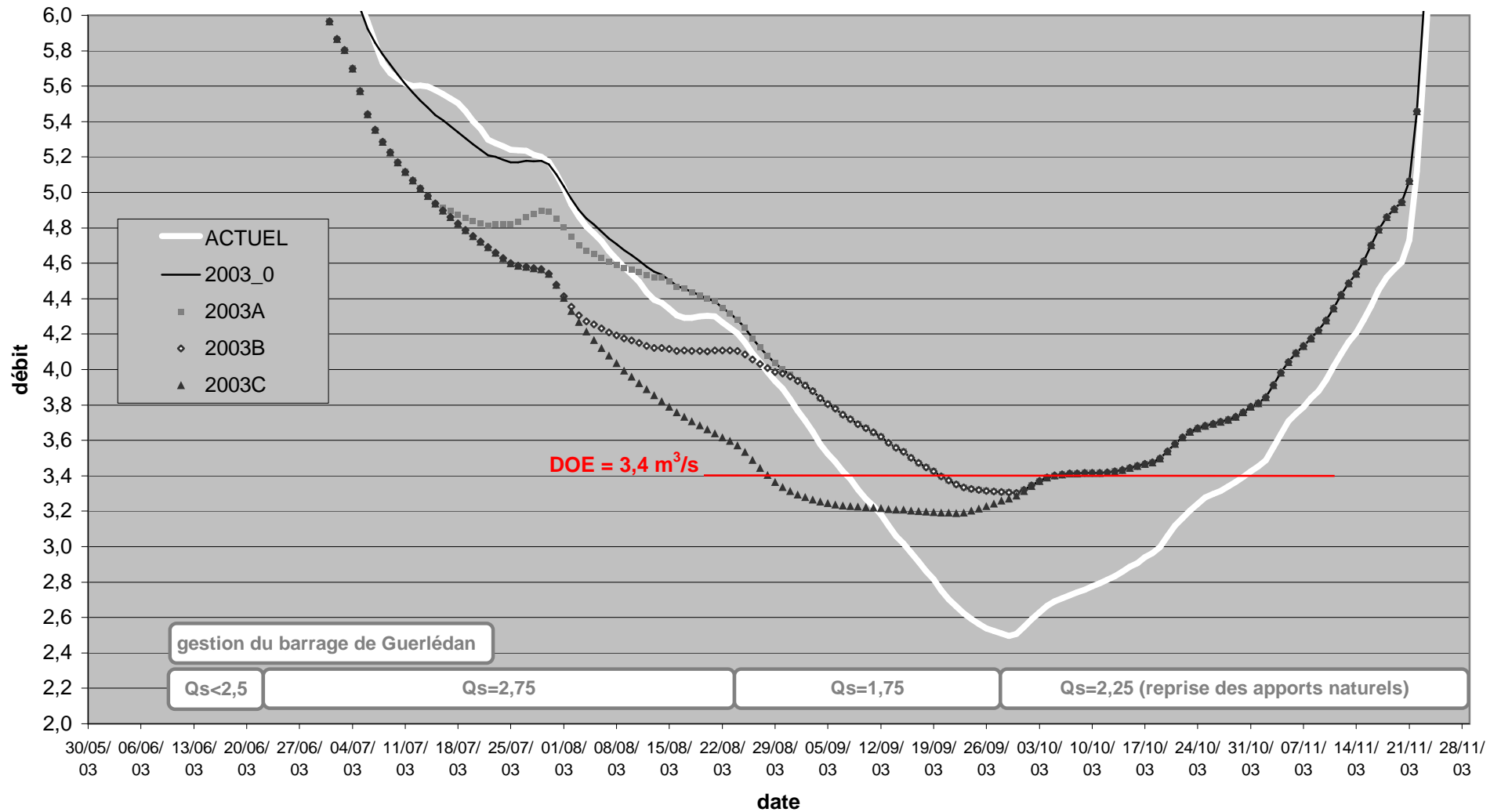


Variations du plan d'eau de Guerlédan (2006)

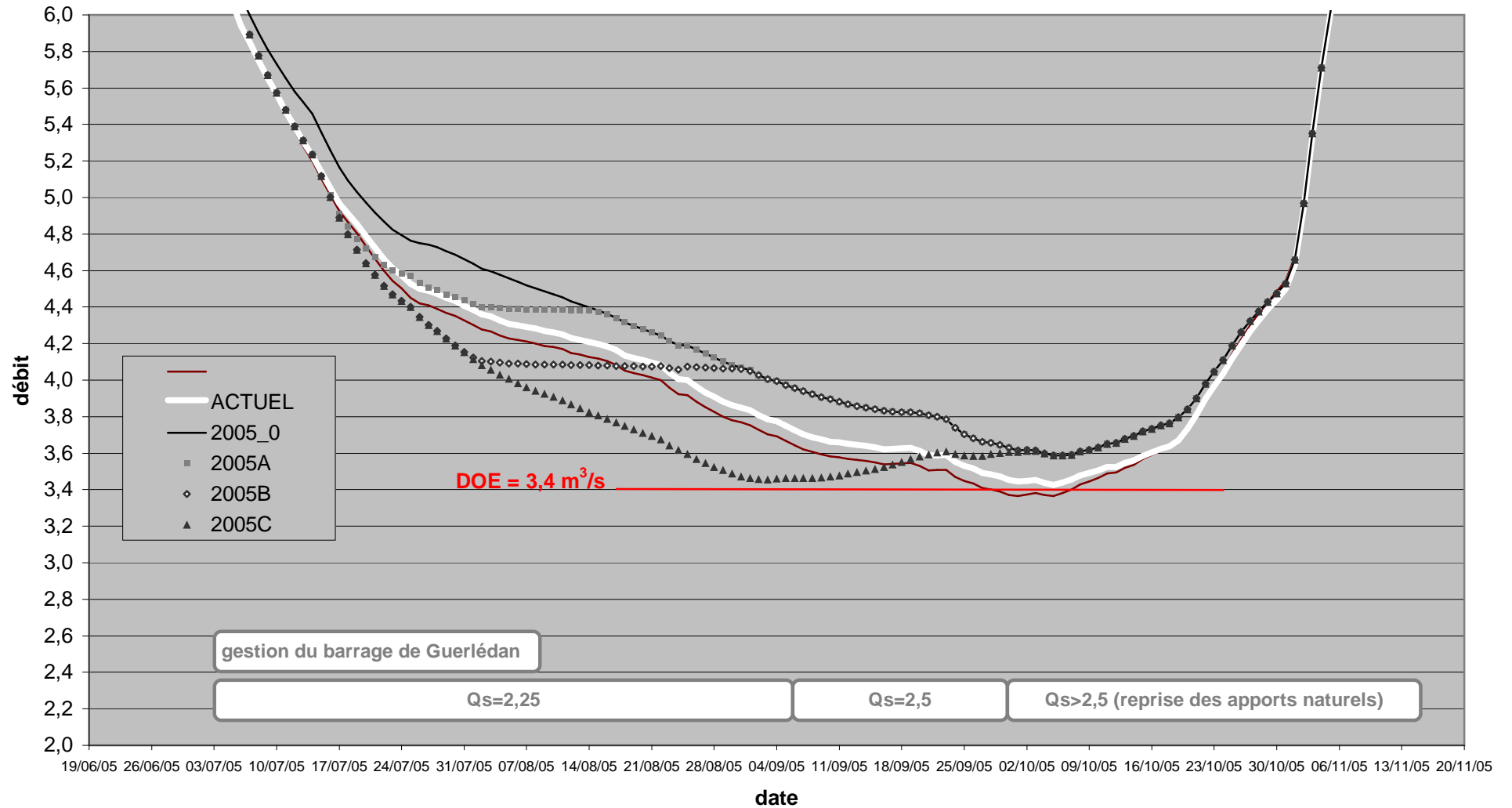


ANNEXE 5 > Évolution du débit moyen sur 30 jours à Languidic en fonction des scénarios

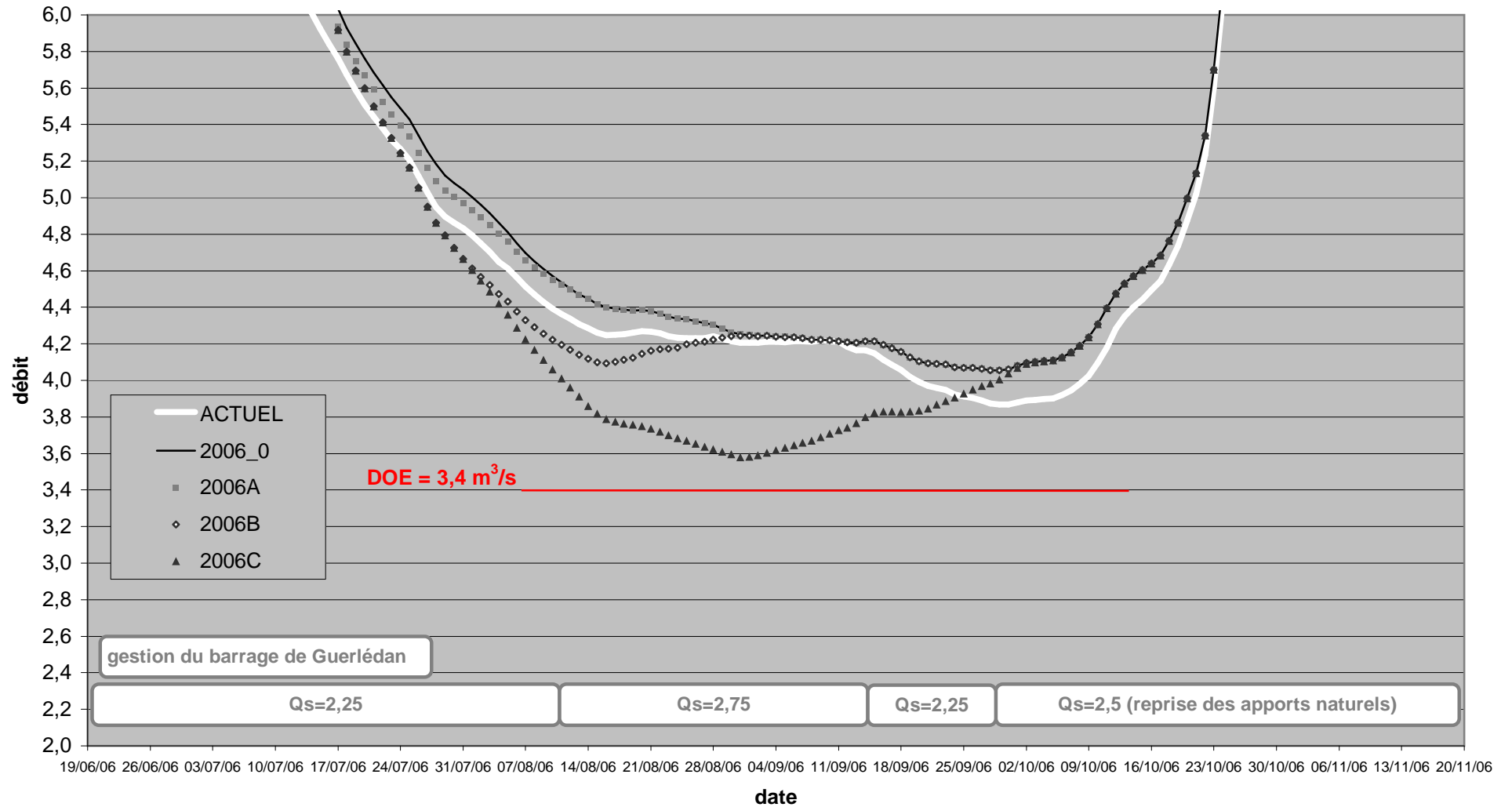
Débit moyen sur 30 jours à Languidic (2003)



Débit moyen sur 30 jours à Languidic (2005)

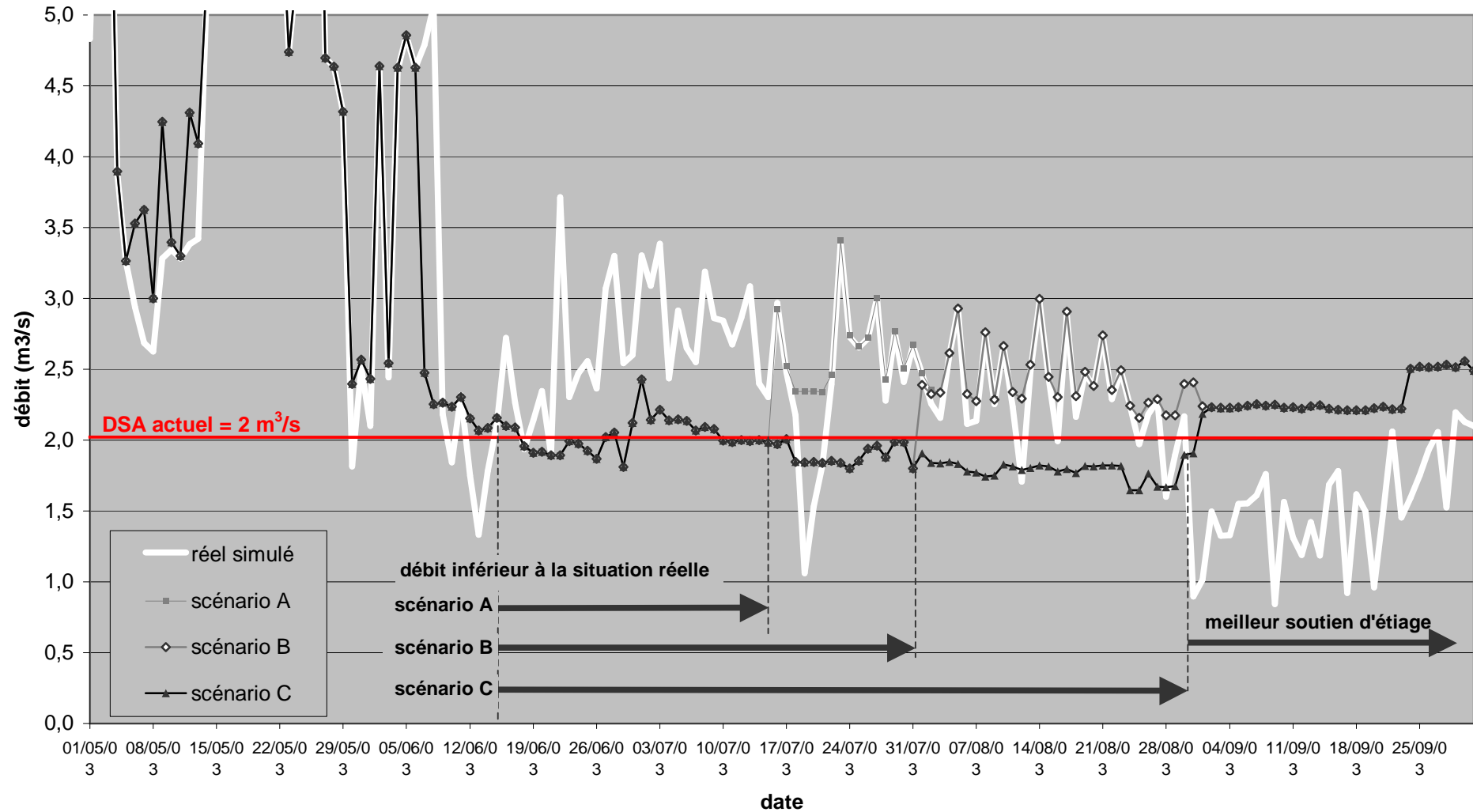


Débit moyen sur 30 jours à Languidic (2006)

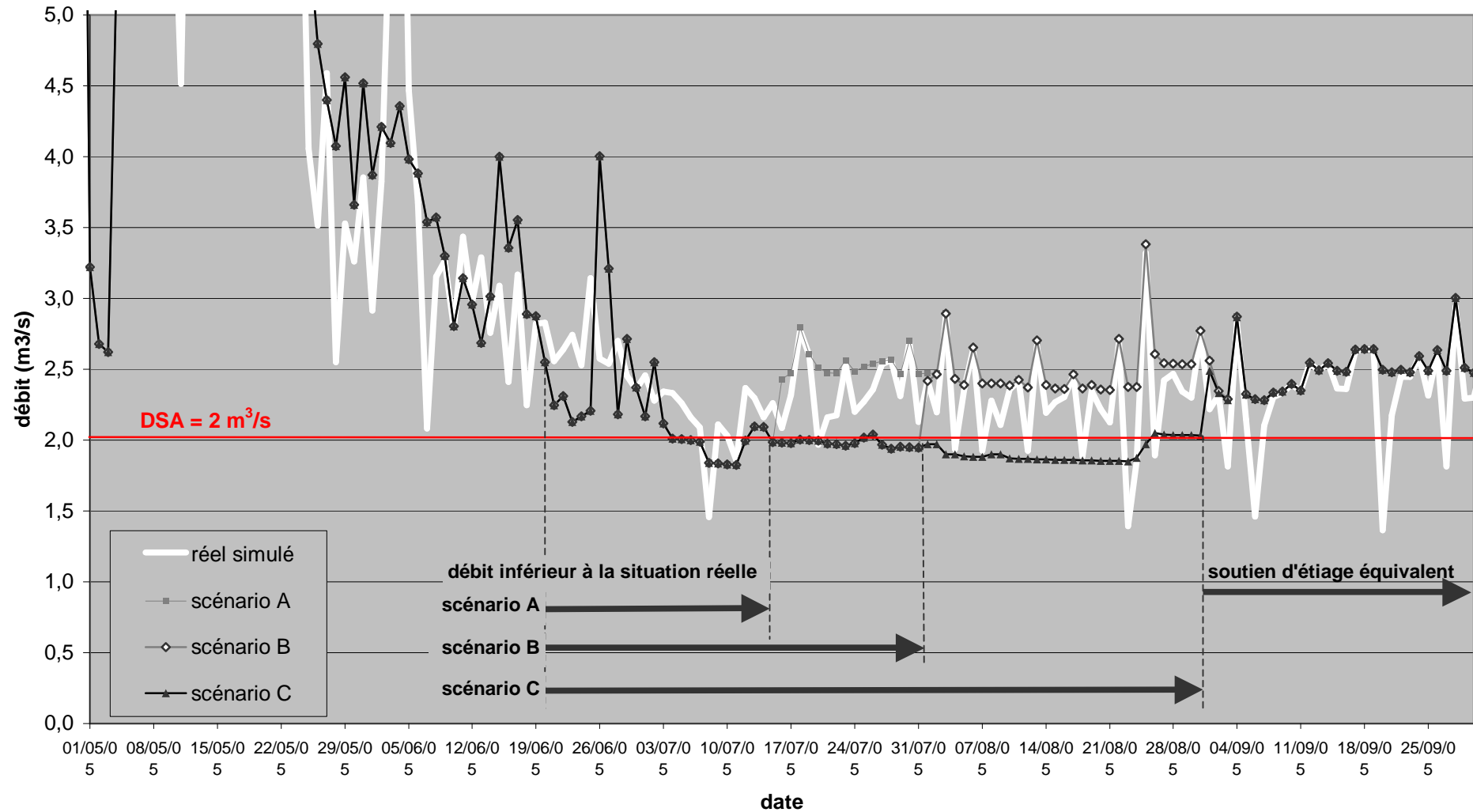


ANNEXE 6 > Évolution du débit journaliers à Neulliac en fonction des scénarios

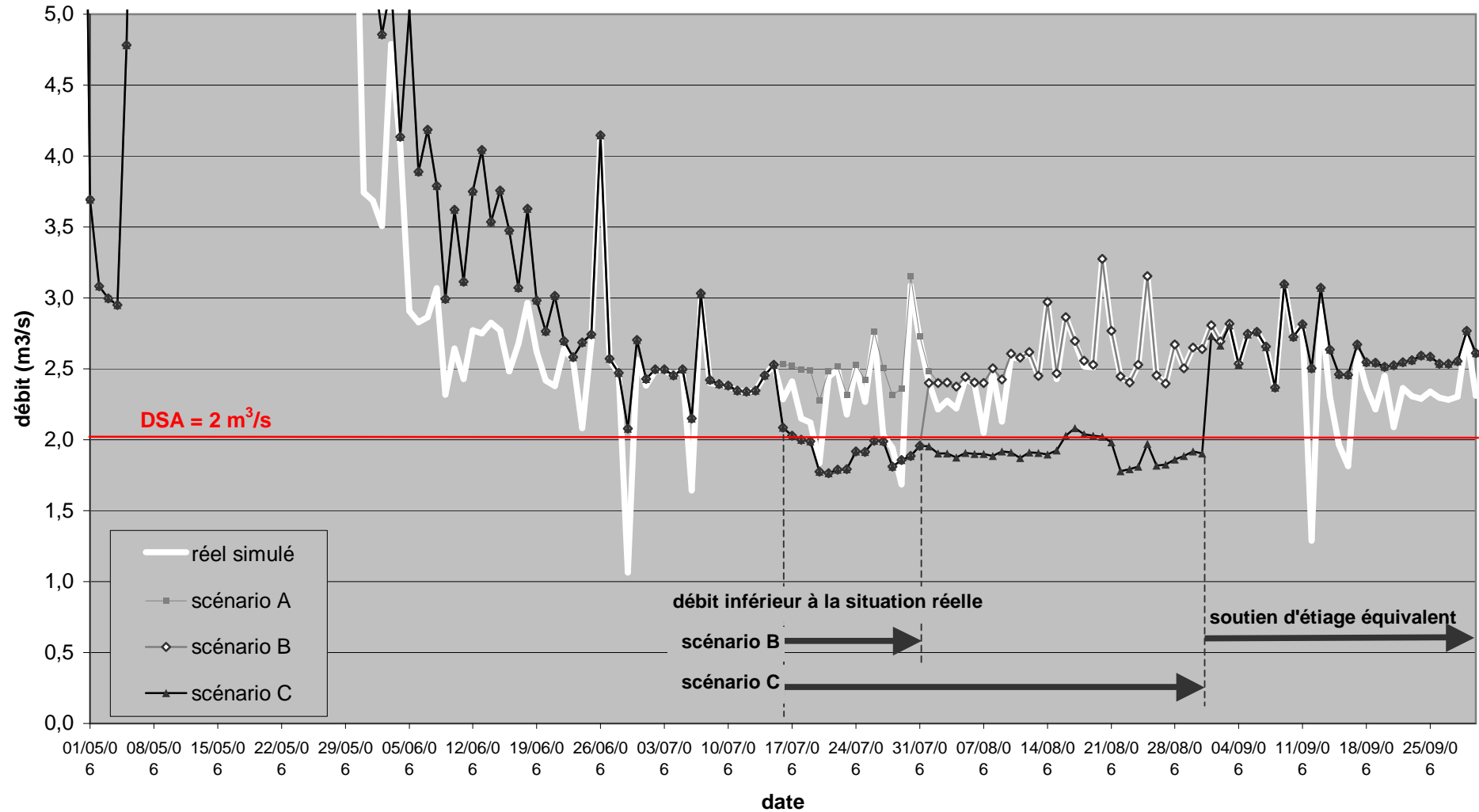
Débit journalier à NEULLIAC (2003)



Débit journalier à NEULLIAC (2005)



Débit journalier à NEULLIAC (2006)



ANNEXE 7 > Note sur l'étiage 2010

Étiage 2010

1 PASSAGE SOUS LA COTE TOURISTIQUE MINIMALE

Passage sous 122,79 mNGF le 22/07/2010 avec un débit sortant du barrage maintenu au-dessus de 2,5 m³/s (en moyenne sur 30 jours) de juin jusqu'à fin août. Vers le 21/08 le débit sortant journalier oscille autour de 2 m³/s, ce qui n'empêche pas la poursuite de la chute du plan d'eau.

La gestion du plan d'eau n'a pas été optimale. Dès la mi-juin la baisse du plan d'eau est engagée.

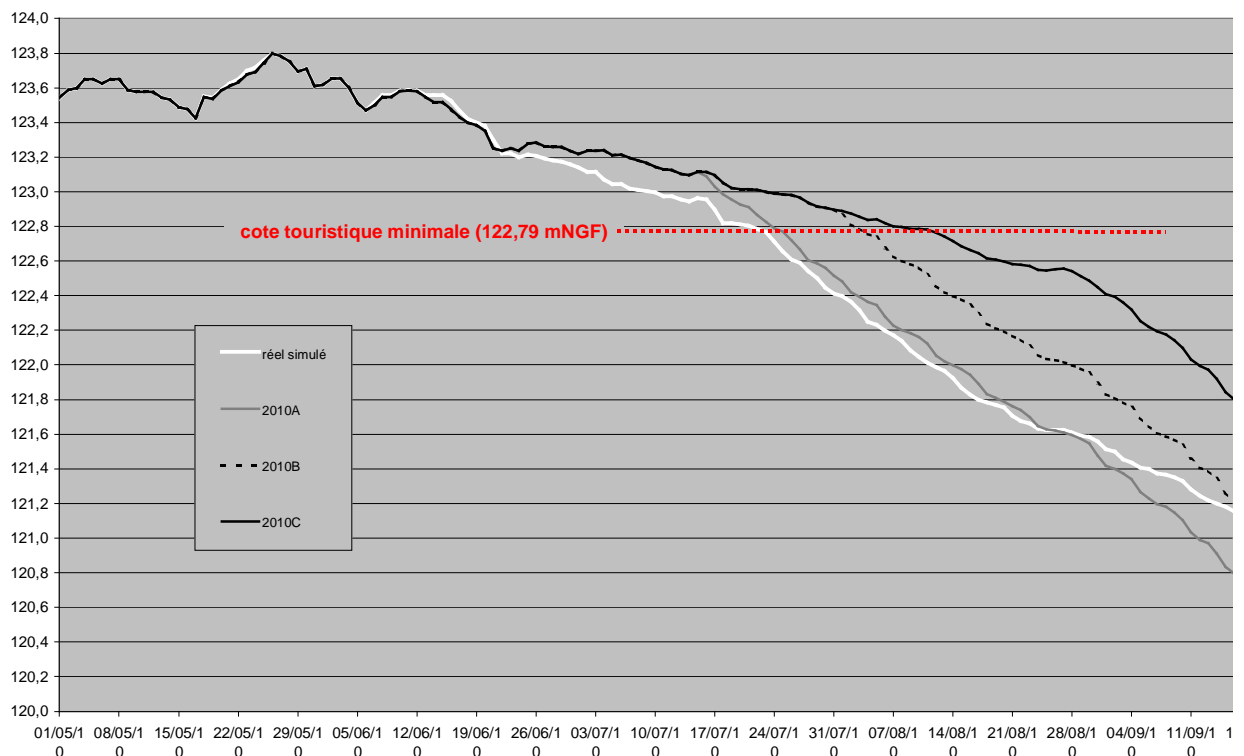
Des débits sortants inférieurs à 2 m³/s sont enregistrés (14/06 : 1,59 m³/s, 05/07 : 1,61 m³/s, 07/07 : 1,81 m³/s, etc.). Ces faibles débits sortants contribuent à maintenir le plan d'eau jusqu'au 22/07. Dans les scénarios de gestion A, B et C on suppose que le débit sortant de Guerlédan n'est jamais inférieur à 2,5 m³/s ou 2 m³/s pendant la période de modulation. Ceci implique pour ces jours là un léger destockage dans les scénarios A, B et C par rapport au réel.

L'application d'une modulation stricte du débit réservé à 2m³/s jusqu'au 15/07 (préco 3.2.1, scénario A) aurait permis de retarder le passage sous la cote minimale de **2 jours** (défaillance le 24/07). > **défaillance le 06/08 en partant de l'optimale +12 jours**

L'application d'une modulation stricte du débit réservé à 2m³/s jusqu'au 31/07 (préco 3.2.2, scénario B) aurait permis de retarder le passage sous la cote minimale de **12 jours** (défaillance le 03/08). > **défaillance le 17/08 en partant de l'optimale +14 jours**

L'application d'une modulation stricte du débit réservé à 2m³/s jusqu'au 31/08 (préco 3.2.2 étendue, scénario C) aurait permis de retarder le passage sous la cote minimale de **18 jours** (défaillance le 09/08). > **le 04/09, en partant de l'optimale +16 jours**

Variations du plan d'eau de Guerlédan (2010)



2 POINT NODAL DE NEULLIAC

Les débits à Neulliac sont évidemment directement influencés par la gestion du barrage de Guerlédan.

Le débit sur 30 jours « réel simulé » atteint son minimum de $1,84 \text{ m}^3/\text{s}$ le 21/09. La simulation s'arrête le 25/09 et ne permet pas de représenter de façon certaine la reprise du débit. Cependant on peut penser que le minimum est bien atteint le 21/09.

Pour le scénario A, un QMN de $2,13 \text{ m}^3/\text{s}$ est atteint le 21/07, soit exactement 2 mois avant le scénario « réel simulé » avec une augmentation de 16%.

Pour le scénario B, un QMN de $1,95 \text{ m}^3/\text{s}$ est atteint le 30/07.

Pour le scénario C, un QMN de $1,86 \text{ m}^3/\text{s}$ est atteint le 31/08.

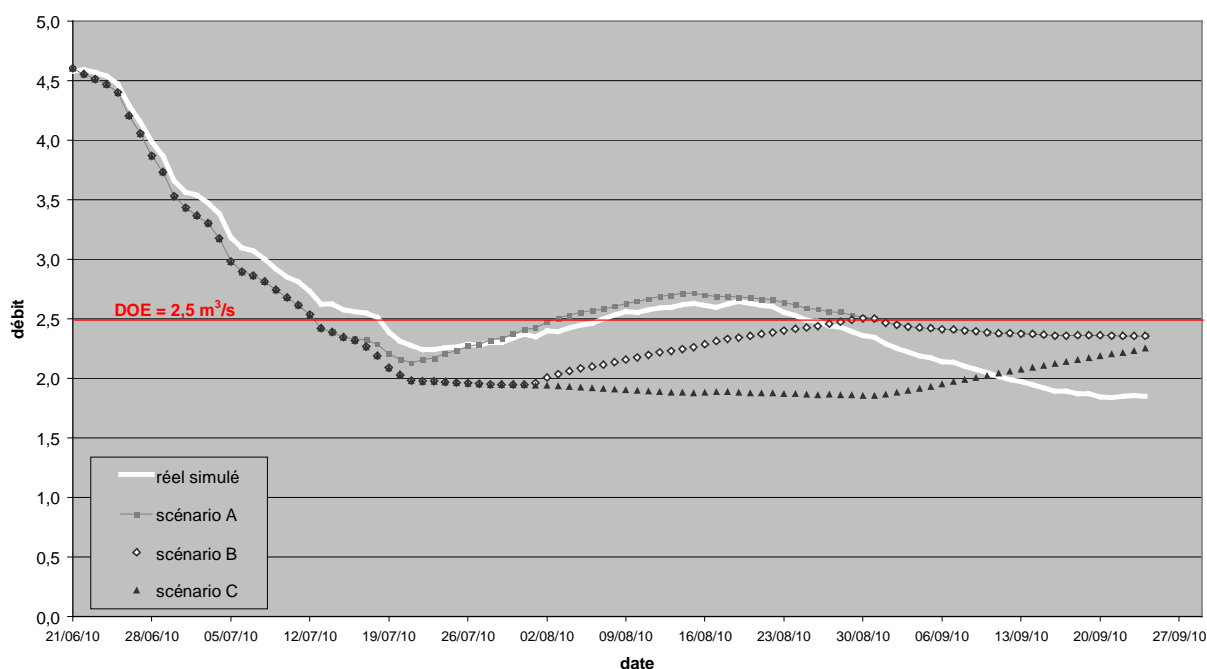
Les scénarios A et B permettent donc un meilleur soutien d'étiage en août et septembre.

Les durées de passage sous $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ sont nettement réduites pour le scénario A.

Les durées de passage sous $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ sont nettement allongées pour les scénarios B et C (avancées au 12/07 au lieu du 19/07 puis maintenues en continu jusqu'à fin septembre).

C'est une réduction de débit qu'il faut correctement analyser au regard des demandes en eau.

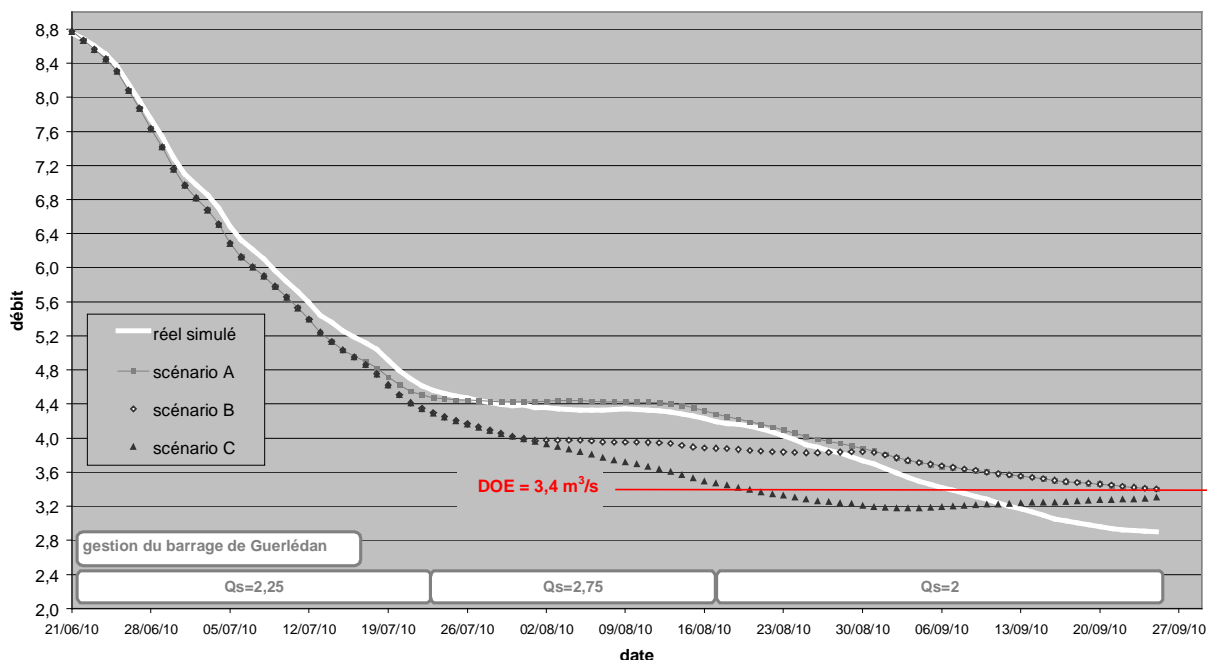
Débit moyen sur 30 jours à NEULLIAC (2010)



3 POINT NODAL DE LANGUIDIC

Le débit moyen sur 30 jours passe sous 3,4 m³/s le 07/09/2010 puis décroît jusqu'à 2,9 m³/s le 25/09/2010 (fin de la simulation). L'arrêt de la simulation au 25/09 ne permet pas de calculer une durée totale de défaillance.

Débit moyen sur 30 jours à Languidic (2010)



Les scénarios A et B impliquent un QMNA de 3,4 m³/s en fin de simulation (24/09/2010).

Le scénario C induit un QMNA de 3,2 m³/s le 02/09/2010 et prolonge la durée de passage sous le DOE (dès la mi-août).

Même en tenant compte des quelques carences de données (pas de pluies et de STEP de Pontivy après le 31/08), les scénarios A, B et C permettent bien un meilleur soutien d'étiage à Languidic.

4 INCIDENCES SUR LES CONCLUSIONS DU RAPPORT BASÉES SUR LES ANNÉES 2003, 2005 ET 2006

L'application d'un débit réservé de 2 m³/s dès le 21 juin 2010 aurait permis un gain de plan d'eau de 18 jours (défaillance à partir du 09/08). L'effet sur les débits aval est un meilleur soutien d'étiage (en terme de QMN atteint) mais avec un allongement de la durée de passage sous le DOE.

L'année 2010 vient donc confirmer – comme pour les années 2003, 2005 et 2006 – l'intérêt d'un nouveau calendrier de gestion des étiages par le barrage avec une réduction de 2,5 à 2 m³/s du débit sortant en juillet (scénario B) voire août (scénario C).

Enfin il faut rappeler l'intérêt de maintenir le plan d'eau à sa cote optimale en juin. Par exemple a retenue stocke 1,7 hm³ entre 123,8 (optimale) et 123,2 mNGF (tranche de 60cm sous la cote optimale), soit un soutien supplémentaire de 0,5 m³/s pendant 39 jours. Cette tranche supérieure du plan d'eau doit être mise à profit à la fois pour le soutien d'étiage et pour le maintien des activités de loisirs sur le plan d'eau.