



**QUALITE DES EAUX DES LACS
DE CARCANS-HOURTIN ET DE LACANAU
- ETUDE DES PARAMETRES AZOTE ET PHOSPHORE -
RESULTATS D'ANALYSES**

SAGE DES LACS MEDOCAINS - SIAEBVELG

Syndicat Intercommunal d'Aménagement des Eaux
du Bassin Versant des Etangs du Littoral Girondin



Année 2011-2012

QUALITE DES EAUX DES LACS DE CARCANS-HOURTIN ET DE LACANAU
- ETUDE DES PARAMETRES AZOTE ET PHOSPHORE -
RESULTATS D'ANALYSES

Le présent rapport a été écrit dans le cadre d'un post-doctorat à l'université de Bordeaux 3 et au LGPA (Laboratoire de Géographie Physique Appliquée). Il est mandaté et co-financé par le Syndicat Intercommunal d'Aménagement des Eaux du Bassin Versant des Etangs du Littoral Girondin (SIAEBVELG), l'Agence de l'Eau Adour-Garonne, le Conseil Régional d'Aquitaine et le Conseil Général de Gironde.

Les supports du SIABEVELG (Frank Quénault, animateur du SAGE des lacs médocains, et Sébastien Dufour, technicien rivière) et de l'IRSTEA/CEMAGREF (Alain Dutartre) ont été décisifs dans les campagnes de terrain et les processus d'écriture.

Les membres du LGPA, en particulier Teddy Auly, Frédéric Hoffmann, Philippe Laymond et Anne-Marie Meyer, ont également été d'un soutien précieux durant ces travaux.

Gardaix Julien, 2012, Qualité des eaux des lacs de Carcans-Hourtin et de Lacanau - Etude des paramètres azote et phosphore – Résultats d'analyses, Rapport de Post-doctorat, université de Bordeaux 3, XXp.

RESUME

Le suivi de 20 sites durant 35 campagnes hebdomadaires menées du mois de novembre 2011 au mois de juin 2012 a permis de dresser un état des lieux de la qualité des eaux des bassins versants des lacs de Carcans-Hourtin et de Lacanau.

Les prélèvements ont été effectués durant une période particulièrement sèche.

Principaux résultats ; résultats sur les crastes issues de bassin versant agricole ; et sur BV craste Neuve...

PLAN DU RAPPORT

RESUME	2
PLAN DU RAPPORT	3
INTRODUCTION	4
I. LES PARTICULARITES DES SITES D'ETUDE	5
II. LES RESULTATS D'ANALYSES	21
III. LES PERTES EN NUTRIMENTS SELON L'OCCUPATION DU SOL	45
IV. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	52
ANNEXES	58
BIBLIOGRAPHIE	59

INTRODUCTION

Les décisions légales et administratives prescrivent des connaissances avancées de l'état de la qualité des cours d'eau et des plans d'eau. La Directive Cadre Européenne sur l'eau (DCE, 2000/60/CE du 23 octobre 2000) se base sur le respect de l'état écologique et chimique des eaux afin de qualifier l'état de santé d'un milieu. Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) et le Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) prennent en compte ces recommandations et critiques.

Dans ce contexte, les lacs médocains, gérés au sein d'un même SAGE, ont été décrits par la DCE comme de « bonne qualité » pour le lac de Carcans-Hourtin et de qualité « moyenne » pour le lac de Lacanau. L'amélioration des conditions est prévue pour 2015. De plus, des phénomènes d'eutrophisation sont apparus depuis plusieurs années risquant une dégradation des qualités d'usage des lacs.

Les contraintes de ces déclassements ont imposé une décision prioritaire du SAGE. L'enjeu A « Préserver voire améliorer la qualité de l'eau » a placé en mesure A1 de « Réaliser une étude afin de connaître et quantifier les sources de nutriments (N et P) ».

L'étude sur la qualité des eaux superficielles des bassins versants des lacs de Carcans-Hourtin et de Lacanau répond à ces enjeux. Elle cherche à quantifier les différentes pollutions azotées et phosphorées dans les cours d'eau alimentant les lacs. L'abondance de l'azote et du phosphore est le principal vecteur de l'eutrophisation. La finalité de la démarche est d'évaluer la qualité des eaux tributaires et de comprendre les charges superficielles supportées par les lacs pour pouvoir apprécier, dans une autre étude, les conséquences sur leur état de pollution et leur eutrophisation.

Pour cela, l'étude se fait en deux temps : un premier rapport résume les principaux éléments scientifiques et techniques en se basant sur les bibliographies sur les lacs médocains, mais aussi sur les pollutions en nutriments dans d'autres contextes. Un état des lieux permet d'apprécier le fonctionnement du bassin versant des lacs avec quelques éléments de comparaison. Il propose des constats et des hypothèses plutôt que des réponses et des explications. Dans le même temps, une campagne de prélèvements de 20 points sur 35 semaines est menée de novembre 2011 à juin 2012. Suite à ces analyses, un deuxième rapport présentera les résultats de ces analyses, l'état du bassin versant face à ces types de pollution et les principales conclusions servant d'appui aux gestionnaires.

Par soucis d'organisation, ce premier rapport reprend la structure des questionnements du SAGE. Dans un premier temps, il expose les caractéristiques des lacs et de leur bassin-versant ainsi que la gestion des nutriments sur la zone et dans d'autres contextes. Les études antérieures et leurs données permettent par la suite de comparer l'évolution des divers systèmes dans l'espace et dans le temps. Enfin l'occupation du sol et l'estimation des charges spécifiques azotées et phosphorées sont évaluées à partir de différents coefficients d'exportations. Ces calculs pourront être comparés aux données de terrain.

Quelques hypothèses de travail, en vue d'expliquer les analyses et leurs répartitions, sont formulées tout au long du rapport.

I. LES PARTICULARITES DES SITES D'ETUDE

A partir des spécificités de la zone d'étude et des contraintes de déroulement des analyses, il faut souligner quelques points d'importance. En premier lieu, les sites de prélèvements ont été choisis de façon à être répartis sur l'ensemble du bassin versant des lacs et d'occuper les principales crastes. De plus, il faut préciser les tendances pluviométriques durant la campagne de mesures : la pluviométrie sur la zone peut avoir des effets sur les résultats d'analyses car le déplacement des éléments change. La situation pluviométrique influence la remise et le maintien en eau des systèmes.

A. Les sites de prélèvement

En accord avec les demandes du SIAEBVELG, 20 zones de prélèvements ont été localisées sur le bassin versant des lacs médocains. De manière générale, les sites se trouvent à proximité d'une voie d'accès et en situation aval (Figure 1) afin d'obtenir un état des lieux pertinents sur les éléments entrant dans chaque lac.

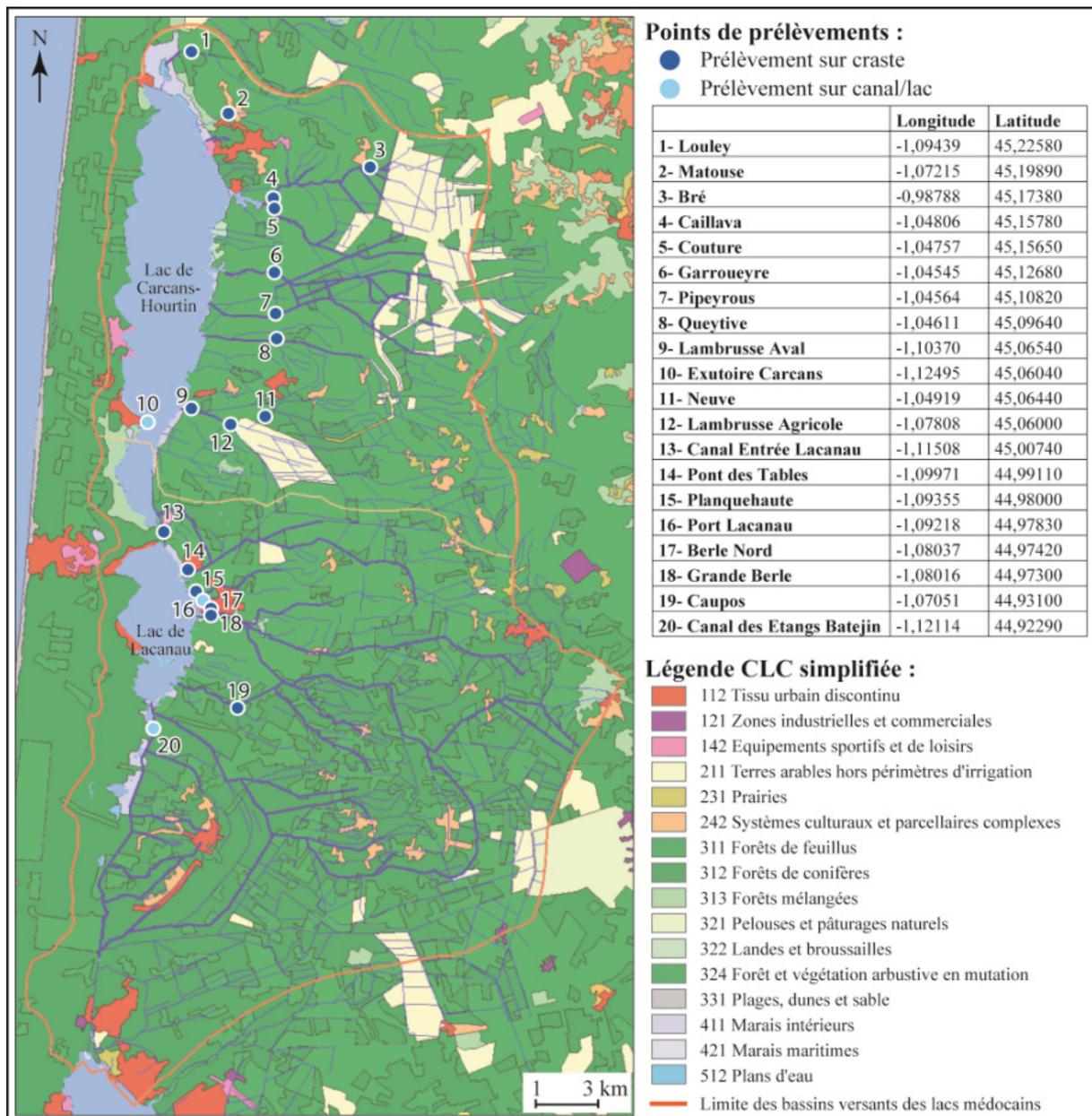


Figure 1 : Les sites de prélèvements de l'étude

Les principales crastes font l'objet d'un suivi si bien qu'une grande partie des eaux ruisselant sur le bassin versant est prise en considération. Quelques crastes disposent de deux sites de prélèvement dans le but de comprendre les changements entre l'amont et l'aval : il s'agit de la berle de Caillava et de la craste du Grand Lambrusse. A partir de cela, il pourrait être possible d'identifier, voire d'évaluer, des zones de production ou de consommation de nutriments. D'autres prélèvements ont été effectués sur les canaux pour comparer les éléments entrant et sortant des lacs. Le port de Lacanau dispose également d'un suivi.

1. Sites sur le bassin versant du lac de Carcans-Hourtin

Du Nord au Sud, différents sites ont connu des prélèvements :



Figure 2 : Localisation des sites de Louley et de la Matouse



Figure 3 : Localisation des sites de Bré, Caillava, Couture et Garroueyre



Figure 4 : Localisation des sites de Pipeyrous, Queytive, Lambrusse Aval, Exutoire Carcans, Neuve et Lambrusse Agricole

2. Sites sur le bassin versant du lac de Lacanau



Figure 5 : Localisation des sites du Canal d'entrée de Lacanau, Pont des Tables, Planquehaute, Port de Lacanau, Berle Nord, Grande Berle

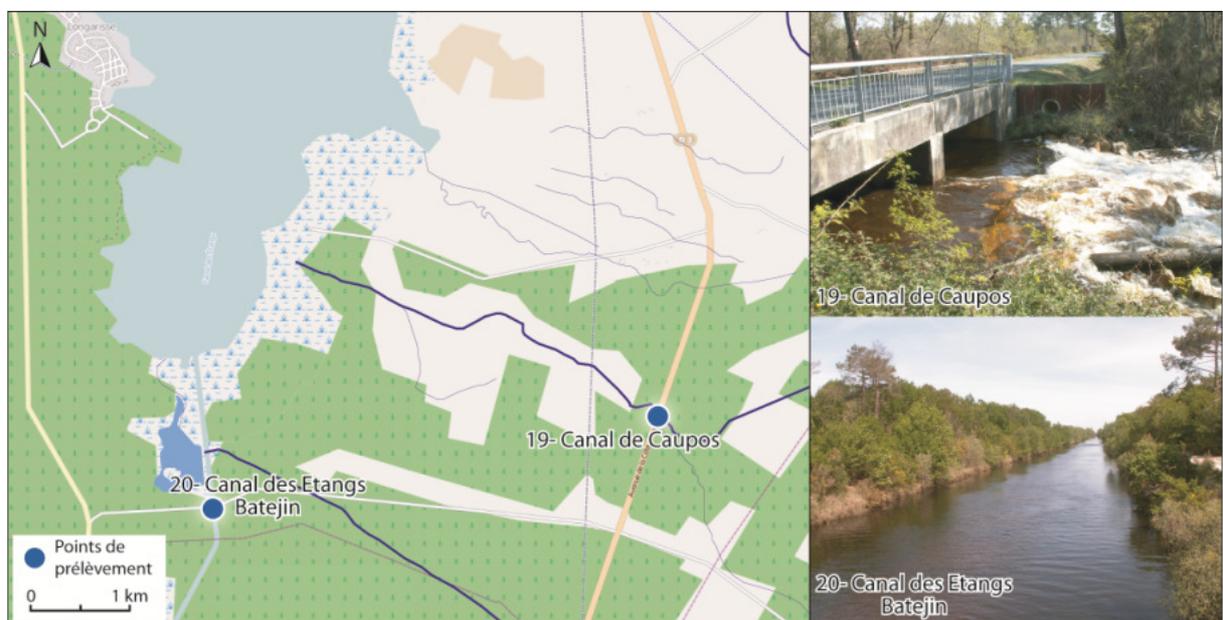


Figure 6 : Localisation des sites du Canal de Caupos et du Canal des Etangs Batejin

B. Pluviométrie, hauteur des nappes et évapotranspiration

Les prélèvements sur ces sites ont été effectués du début du mois de novembre 2011 jusqu'à la fin du mois de juin 2012 à un rythme hebdomadaire. Les relevés pluviométriques correspondant à cette période ont été établis à l'exploitation des Matouneyres à Carcans.

A INSERER

Figure 7 : Précipitations selon les relevés des Matouneyres

Durant ces huit mois, les précipitations n'ont guère suivi la moyenne des années 1998 à 2011 (Figure 8). Les mois d'octobre et de novembre 2011 ont connu des déficits pluviométriques importants qui ont été compensés par les pluies soutenues de décembre. La remise en eau des systèmes ne s'est effectuée qu'à ce moment : les prélèvements ont alors pu avoir lieu dans les crastes aux écoulements temporaires. Malgré les pluies de décembre, l'année 2011 est l'année la plus sèche depuis 15 ans avec 661 mm contre 870 mm en moyenne et un maximum de 1273 mm en 2000.

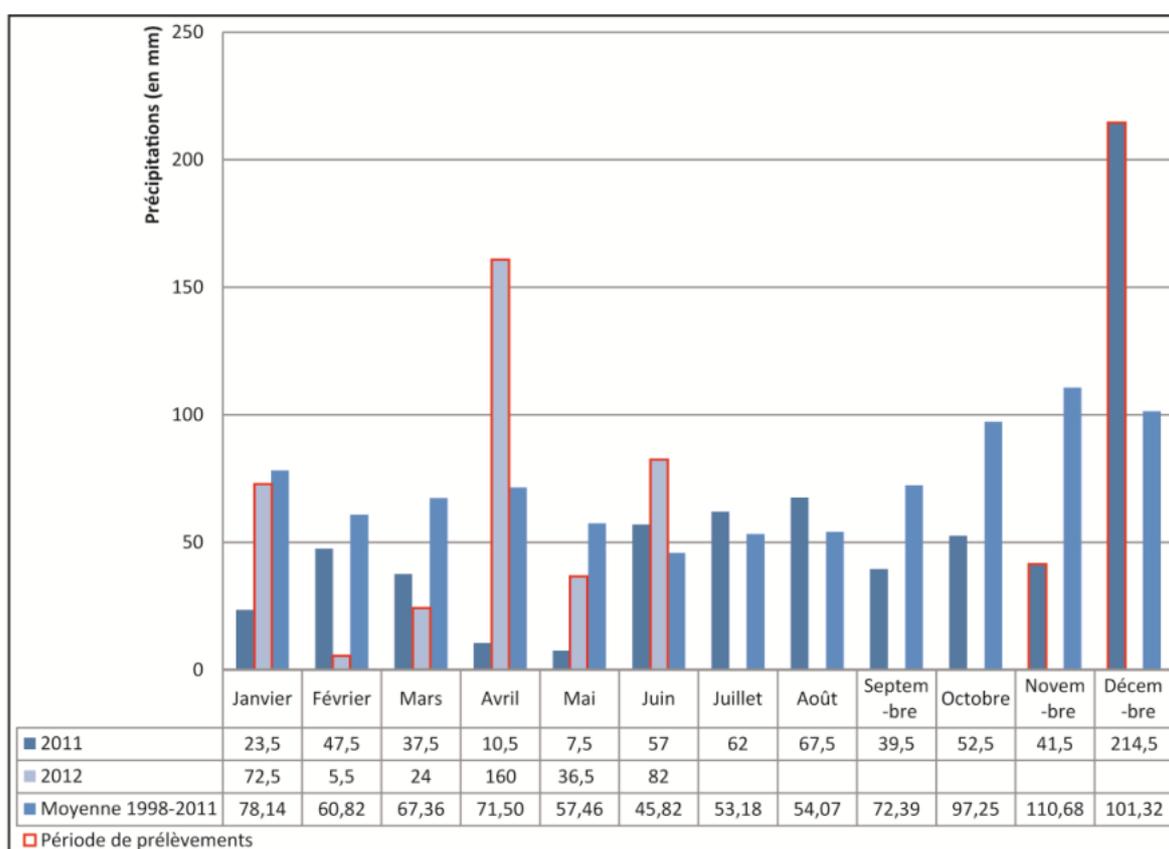


Figure 8 : Précipitations sur le bassin versant

Si les précipitations en janvier 2012 ont suivi de près la moyenne, elles se sont effondrées pour février et mars. Le mois d'avril a compensé les faibles pluies des mois précédents avec un total couvrant plus du double des moyennes. Les niveaux des nappes et les débits ont été réhaussés (cf. *infra*). **Le décalage des précipitations au printemps devrait avoir un effet double** : sur les bassins versants au fonctionnement quasi-naturel, les teneurs en nutriments devraient baisser à cause des ponctions de la végétation en réveil ; sur les bassins versants agricoles, les teneurs en éléments azotés devraient croître en raison du drainage et du lessivage des sols tout juste amendés. Le mois de juin a également connu de fortes pluies, avec un total proche du double de la moyenne.

Durant la période de prélèvements, le total des pluies est même excédentaire par rapport aux moyennes de 1998 à 2011 (Tableau 1).

	Précipitations en 2011-2012	Moyenne sur 1998-2011
Novembre	41,5	110,68
Décembre	214,5	101,32
Janvier	72,5	78,14
Février	5,5	60,82
Mars	24	67,36
Avril	160	71,50
Mai	36,5	57,46
Juin	82	45,82
Total	636,5	593,11

Tableau 1 : Comparaison des précipitations sur la période

Au final, les précipitations durant les 8 mois d'étude ont révélé de fortes variabilités mensuelles. Ces excès sont préjudiciables aux résultats d'analyses puisqu'ils conditionnent soit une sous-mobilisation des nutriments, soit leur sur-mobilisation : seuls les mois de janvier voire de mai (avec un écart de plus d'un tiers à la moyenne) apparaissent caractéristiques. **D'après ces chiffres et de mémoire des habitants locaux, cette année peut être considérée comme exceptionnelle au niveau pluviométrique.** Une étude sur une année aux pluviométries moins erratiques permettrait une meilleure évaluation des nutriments sur le bassin versant.

Les nappes phréatiques évoluent également en fonction du contexte climatique (Figure 9). Les suivis des nappes à Saumos et Brach ont été jugés pertinents en accord avec les connaissances de terrain du SIAEBVELG. Le portail ADES du BRGM a fourni les données automatisées sur les eaux souterraines.

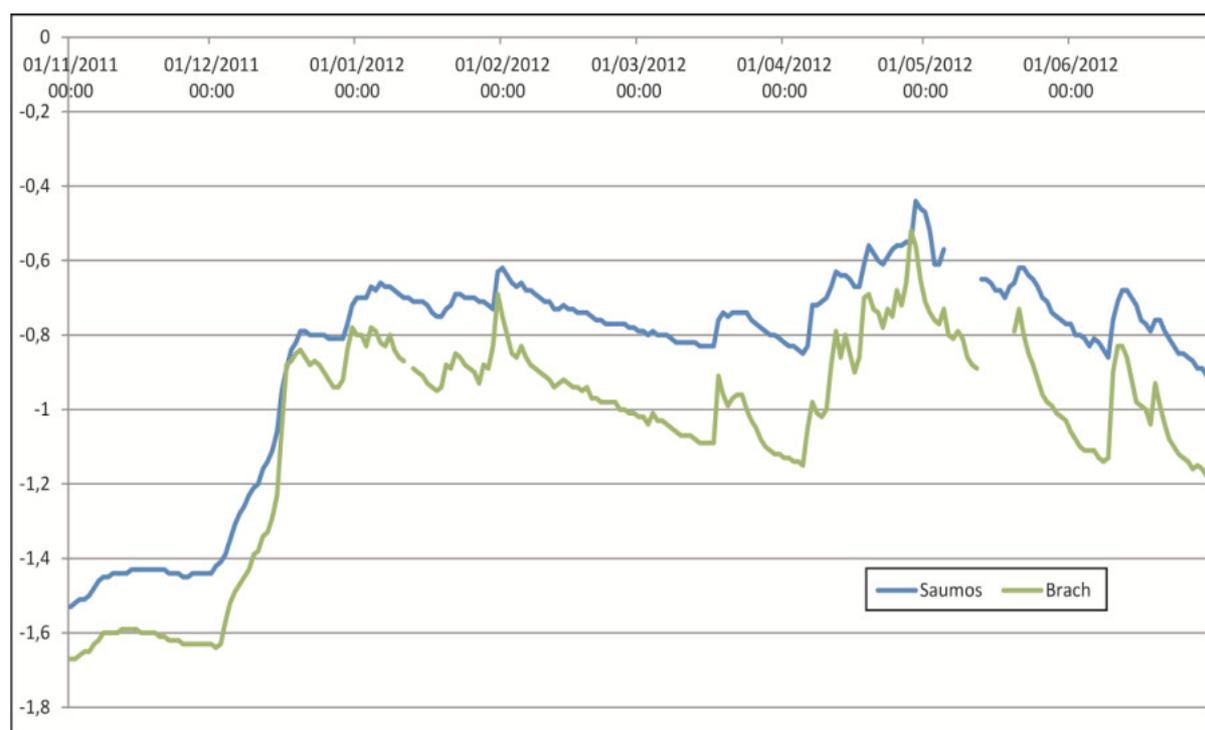


Figure 9 : Hauteur des nappes sur le bassin versant des lacs médocains

Source : <http://www.ades.eaufrance.fr/>

Avant la remise en eau des crastes, les précipitations automnales ont contribué à hausser le niveau des nappes sur le bassin versant. Ce regonflage des nappes s'est opérée sur près de 80 cm. Les déficits de pluie de février et mars ont favorisé une baisse des niveaux. Les nappes ont été réactivées grâce aux pluies d'avril et sont depuis en baisse, sauf lors des pluies ponctuelles.

Les niveaux des lacs varient principalement avec les précipitations, la hauteur des nappes et l'évapotranspiration. L'année 2011 a eu deux périodes de déficit pluviométrique lors des mois de mars à mai et des mois de septembre à novembre. Après l'été 2011, le rechargement des lacs s'inscrit dans une tendance basse, voire historiquement basse en comparaison à l'année 2005 (avec des niveaux les plus bas depuis XX années) pour le lac de Carcans-Hourtin (Figure 10) et pour le lac de Lacanau (Figure 11). Les mois de novembre et de décembre pour le lac de Lacanau et de décembre pour le lac de Carcans-Hourtin ont coïncidé avec des niveaux minimums. Les précipitations concentrées lors des mois de décembre et de janvier ont facilité l'exhaussement des deux lacs.

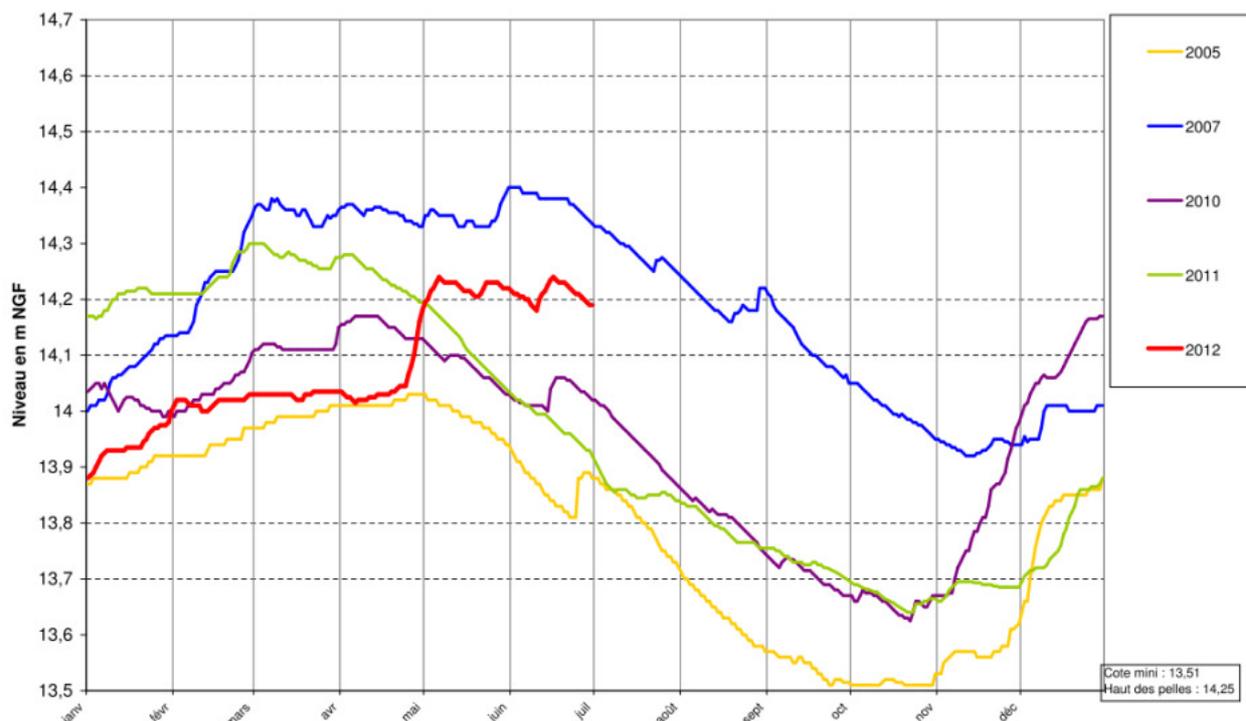


Figure 10 : Niveau du lac de Carcans-Hourtin

Source : SIAEBVELG.

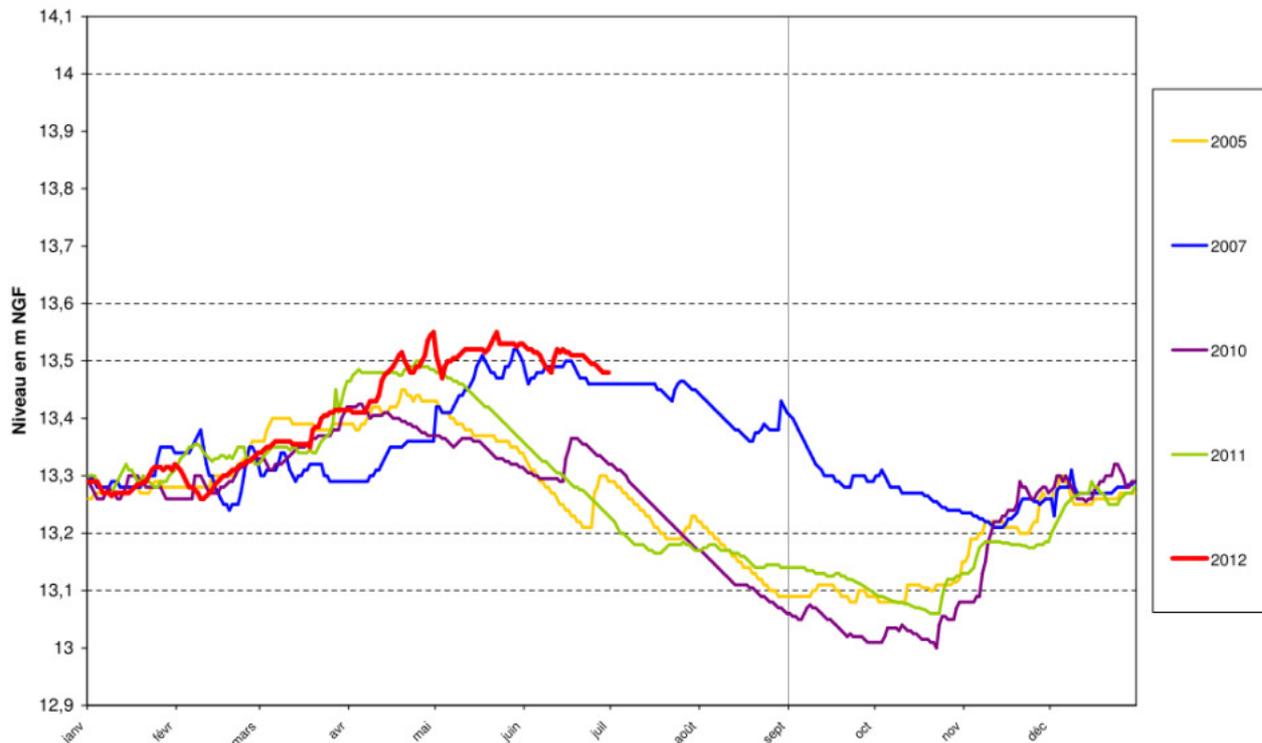


Figure 11 : Niveau du lac de Lacanau

Source : SIAEBVELG.

Depuis le début de l'année 2012, les niveaux sur le lac de Lacanau ont bien remonté, mais ceux à Carcans-Hourtin sont restés préoccupants jusqu'à la fin du mois d'avril. L'évolution de ses niveaux est la plus pénalisée à cause du grand volume du lac et d'apports d'eau limités depuis son bassin versant. Ses niveaux d'eau demeurent ainsi dans la partie basse des courbes, tandis que les niveaux du lac de Lacanau ont vite remonté pour des raisons inverses. Fin avril, le rechargement du lac de Carcans-Hourtin est favorisé par de fortes pluies et le maintien toujours fermé des écluses du Canal des lacs. A la fin du mois de juin, les niveaux des deux lacs peuvent être considérés comme hauts à Carcans-Hourtin et très hauts à Lacanau.

Les précipitations influencent directement les niveaux des nappes et des lacs. Les contrastes pluviométriques durant la période d'étude augurent de forts changements dans les débits des crastes et dans les teneurs en nutriments en fonction des saisons. De faibles précipitations drainent peu à cause d'une faible érosion et d'un ruissellement limité. Au contraire, des pluies brutales réactivent le départ d'éléments jusque-là indisponibles. Ces caractéristiques sont à prendre en compte en particulier pour le déplacement des phosphates et du phosphore total qui sont peu mobiles et des éléments azotés lors des périodes de fertilisation.

Des eaux abondantes pour les lacs et arrivées tardivement, comme c'est le cas en 2012, pourraient donc avoir des conséquences sur leur eutrophisation d'autant que les conditions physiques peuvent renforcer ces processus. Vers l'été, le réchauffement des eaux croît. Ainsi une hausse des températures des eaux et les conditions propices au développement de la biomasse sont-elles des critères de surveillance de l'eutrophisation. Un suivi pluriannuel pourrait éclairer plus précisément sur cette question. Les analyses menées par l'Agence de l'eau sur le lac de Carcans-Hourtin (qui est plus sensible aux faibles précipitations) permettent par exemple de constater une transparence des eaux plus faibles en 2007¹ : les pluies de fin

¹ Mesurée au disque de Secchi, Etang de Carcans-Hourtin : <http://adour-garonne.eaufrance.fr/>

d'année 2006 ont été bien inférieures aux moyennes de 1998 à 2011, tandis qu'en février, mars et mai 2007, les précipitations ont largement excédé les moyennes. Ces apports tardifs en eau pourraient être l'un des facteurs explicatifs à la baisse de limpidité des eaux. Toutefois, le suivi de l'Agence de l'eau n'est effectué que deux fois par an et ne donne qu'un aperçu très ponctuel de l'état du lac face à des contrastes pouvant être remarqués en fonction des conditions climatiques (les pluies et surtout le vent) et le brassage des eaux qui en résulte.

La période d'analyse, de novembre 2011 à juin 2012, a subi un léger excédent pluviométrique grâce à des pics de précipitations concentrés lors de quelques mois. Ces conditions particulières ont des conséquences sur la remise en fonctionnement des crastes, sur leurs concentrations en nutriments et des effets à évaluer sur l'eutrophisation des lacs.

C. Débits des crastes

Les mesures des débits des crastes permettent d'avoir un aperçu des apports d'eau sur les lacs et surtout d'évaluer les charges en nutriments à l'image des travaux menés par le CEMAGREF en 1992. Dans cette optique, plusieurs méthodes ont été croisées afin de calculer les débits.

La craste de la Matouse dispose d'une station de suivi des débits (gérée par la DREAL Aquitaine) : les informations sont disponibles sur leur site à l'adresse <http://www.hydro.eaufrance.fr/stations/S1205110>. Les eaux n'ont pas coulé dans la craste durant le mois de novembre et la moitié du mois de décembre (Figure 12). Une telle situation ne s'était produite qu'une seule autre fois (en 2007) depuis 15 ans. Ce n'est que grâce aux précipitations soutenues de décembre (après 20 jours de pluie) que la Matouse a commencé à couler avec un pic rapidement atteint de 100 l/s.

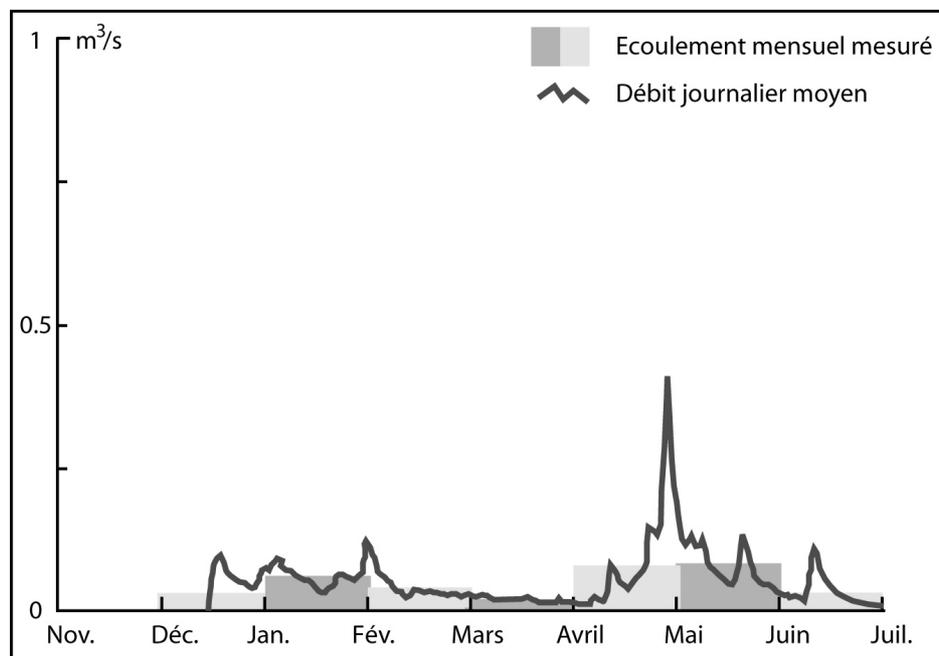


Figure 12 : Les débits de la Matouse durant la période d'étude

Source : DREAL, 2012.

Les débits ont chuté durant les mois de février et de mars 2012. Début avril, la Matouse ne coulait guère jusqu'à de fortes précipitations. Le pic de crue a été atteint à la fin du mois avec un maximum de 410 l/s. Ces pluies et celles du mois de mai ont maintenu des débits élevés pour la saison. Les débits sont en baisse après les quelques pluies de juin.

A partir de données similaires, des travaux de l'EGID (Besson, Chassignol, Montaufier, 2006) avaient établi une corrélation entre les débits enregistrés sur la Matouse et des mesures de terrain sur les autres crastes du bassin versant du lac de Carcans-Hourtin². Cette méthode a été reprise³ avec des données de corrélation réactualisées et élargies au bassin versant de Lacanau.

Grâce au prêt d'un courantomètre électromagnétique par l'IRSTEA / CEMAGREF, les débits ont été mesurés durant les mois d'avril, mai et juin. Le protocole de suivi a été établi avec les techniciens de l'Institut : plusieurs mesures ont été effectuées sur la section transversale d'une craste et ont été agrégées pour fournir un débit moyen. Des mesures verticales n'ont pas été utiles en raison des faibles profondeurs. Chaque résultat a été calculé à partir d'une mesure moyenne sur 30 secondes.

Durant ces 3 mois, ces mesures ont permis d'établir des corrélations entre les écoulements sur la Matouse et sur les autres crastes (Tableau 2). Cette corrélation moyenne peut alors être reprise pour évaluer les débits le reste de l'année en se basant sur les enregistrements automatiques des débits de la station DREAL sur la Matouse. Pour valider cette méthode, les écoulements totaux ont été calculés à partir des mesures faites sur le terrain (durant les mois d'avril à juin) et ont été comparés aux écoulements totaux évalués à partir des corrélations des données enregistrées par la station DREAL de la Matouse (sur la même période) : ces deux calculs témoignent d'une marge d'erreur inférieure à 7 %.

Crastes	Corrélation moyenne avec la Matouse	Ecart-type
1- Louley	0,43	0,098
2- Matouse	1	0
3- Bré⁴	1,42	0,976
4- Caillava	9,953	7,336
5- Couture	1,585	1,053
6- Garroueyre	4,124	2,433
7- Pipeyrous	3,568	1,328
8- Queytiwe	4,038	1,535
11- Neuve	1,171	0,97
12- Coutin	6,144	2,922
14- Pont des tables	5,834	2,333
15- Planquehaute	1,794	1,298

² Travaux présentés dans le rapport précédent.

³ Les méthodes faisant intervenir les précipitations, l'évapotranspiration, les niveaux des nappes souterraines et les niveaux des lacs n'ont pas donné de résultats satisfaisants. Le BRGM, ayant travaillé sur cette question, n'a pas trouvé de corrélations systématiques.

⁴ Il est utile de noter la variabilité des débits au niveau du point de prélèvement à Bré. Les débits ont évolué en raison de la mise en place de plusieurs batardeaux aux sorties (à partir de février) et dans l'exploitation du Domaine Saint-Jean (du mois de février au mois d'avril) : celui-ci a laissé passer durant son installation un volume d'eau à peu près 10 fois moins grand. Suite aux précipitations d'avril, le batardeau dans l'exploitation du domaine Saint-Jean a été enlevé car les eaux avaient envahies les terres de l'exploitation en amont. La corrélation proposée correspond à la période de bas débits.

17- Berle N	0,228	0,265
18- Grande Berle	10,103	5,082
19- Canal de Caupos	12,816	4,331

Tableau 2 : Corrélation des débits des crastes étudiés en fonction des débits enregistrés sur la Matouse

L'écart-type indique la dispersion des données : appliqué aux débits, ce calcul indique leur variabilité. Proche de 0, la variabilité est faible et les débits mesurés sont homogènes tout au long de la campagne. A l'inverse, plus l'écart-type est élevé, plus les débits ont pu connaître des écarts importants d'une mesure à l'autre. La Caillava, le canal de la Berle et le canal de Caupos ont ainsi des débits soutenus lors des périodes de fortes précipitations. Cette mesure indique surtout que le calcul par corrélation de leurs débits est lissé et ne tient pas compte des extrêmes qu'ils subissent.

Ces corrélations permettent d'avoir une évaluation satisfaisante des eaux circulant sur le bassin versant durant l'ensemble de la campagne. Les débits prennent alors la forme suivante :

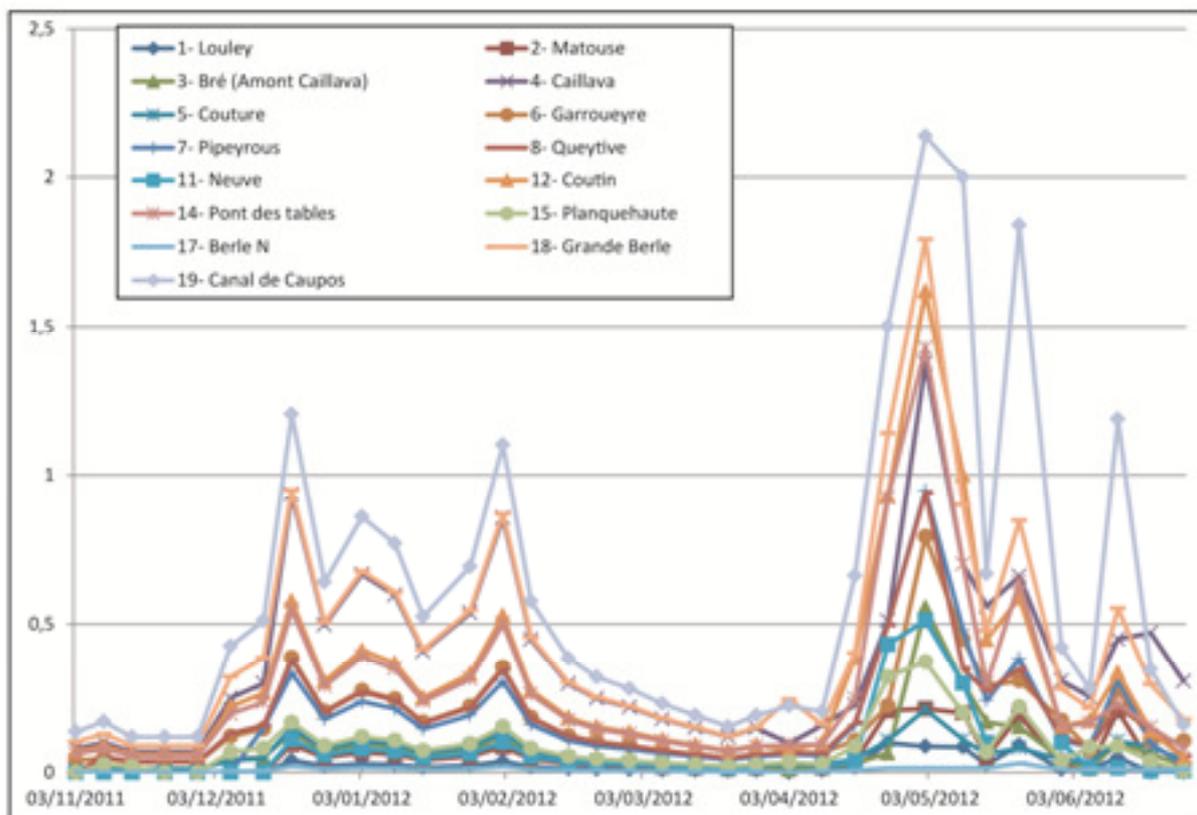


Figure 13 : Les débits sur le bassin versant, selon les corrélations à la Matouse et les campagnes de terrain (à partir du 03/04/2012)

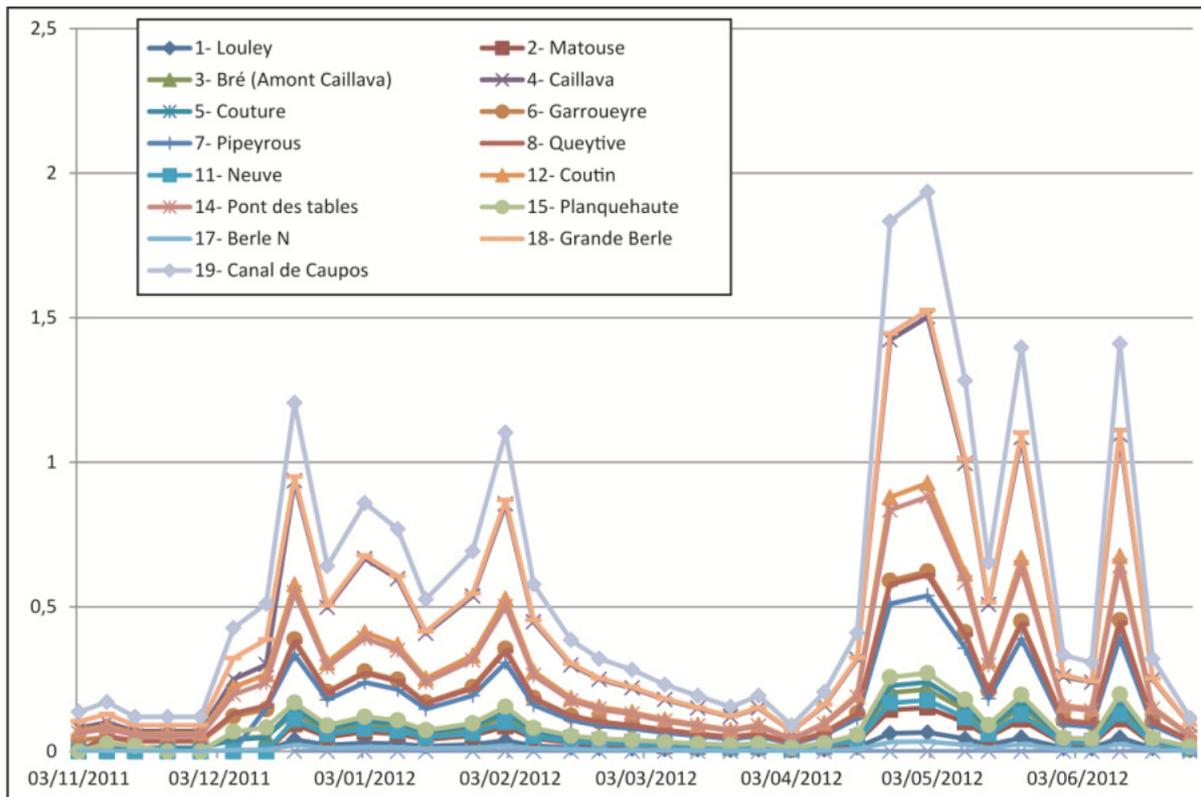


Figure 14 : Les débits sur le bassin versant selon les corrélations à la Matouse

Ces deux figures (ci-dessus) montrent des tracés proches entre les mesures faites sur le terrain et les calculs faits à partir des corrélations à la Matouse (comparaison des courbes à partir du 03/04/2012). Dès avril, les tendances sont les mêmes mais les pics de crue et de décrue sont moins prononcés. Les valeurs moyennes compensent ces variations.

Les débits moyens durant les périodes d'écoulement des crastes donnent une idée des principales sources d'eau des deux lacs. L'estimation des écoulements totaux durant la période de campagne permet de quantifier les flux d'eau vers les lacs et sert de base pour les calculs ultérieurs des charges en nutriments sur chaque craste (à croiser à la taille du bassin versant, à l'image des travaux du CEMAGREF de 1992).

	Débits moyens (m ³ /s)	Écoulements totaux du 1 ^{er} novembre au 30 juin (en m ³)	Écoulements évalués sur l'année (+5%)	Taille des bassins versants (km ²)
1- Louley	0,029	458 975,53	481 924,30	12
2- Matouse	0,066	1 120 879,47	1 176 923,44	17
3- Bré (Amont Caillava)	0,087	1 578 774,30	1 657 713,01	47
4- Caillava	0,442	8 061 191,02	8 464 250,57	19
5- Couture	0,071	1 293 019,18	1 357 670,07	
6- Garroueyre	0,202	3 697 589,43	3 882 468,90	22
7- Pipeyrous	0,204	3 551 893,75	3 729 488,44	33
8- Queytive	0,210	3 836 856,54	4 028 699,37	32
11- Neuve	0,088	1 381 854,92	1 450 947,67	68
12- Coutin	0,353	6 488 188,66	6 812 598,09	
Carcans-Hourtin	0,197	28 508 593,52	29 934 023,19	250

14- Pont des tables	0,318	5 836 271,98	6 128 085,57	47
15- Planque haute	0,097	1 769 837,46	1 858 329,34	12
17- Berle N	0,011	187 941,24	197 338,30	68
18- Grande Berle	0,496	9 139 720,50	9 596 706,52	
19- Canal de Caupos	0,706	12 921 953,74	13 568 051,42	103
Lacanau	0,326	29 855 724,91	31 348 511,15	230
Bassin versant	0,225	58 364 318,43	61 282 534,35	480

Tableau 3 : Débits moyens, écoulements totaux et taille des bassins versants des crastes des lacs de Carcans-Hourtin et de Lacanau

Ces différentes données indiquent de forts contrastes d'une craste à l'autre. Les écoulements totaux correspondent à près de 60 millions de m³ d'eau qui arrivent sur les deux lacs par les crastes étudiées. Les deux bassins versants de Carcans-Hourtin et de Lacanau apportent quasiment autant d'eau. Le lac de Lacanau dispose d'importantes arrivées d'eau comparativement à sa taille, à celle de son bassin versant et au nombre de crastes. Cette mesure rappelle le renouvellement rapide des eaux du lac (plus de deux fois par an) (Figure 27).

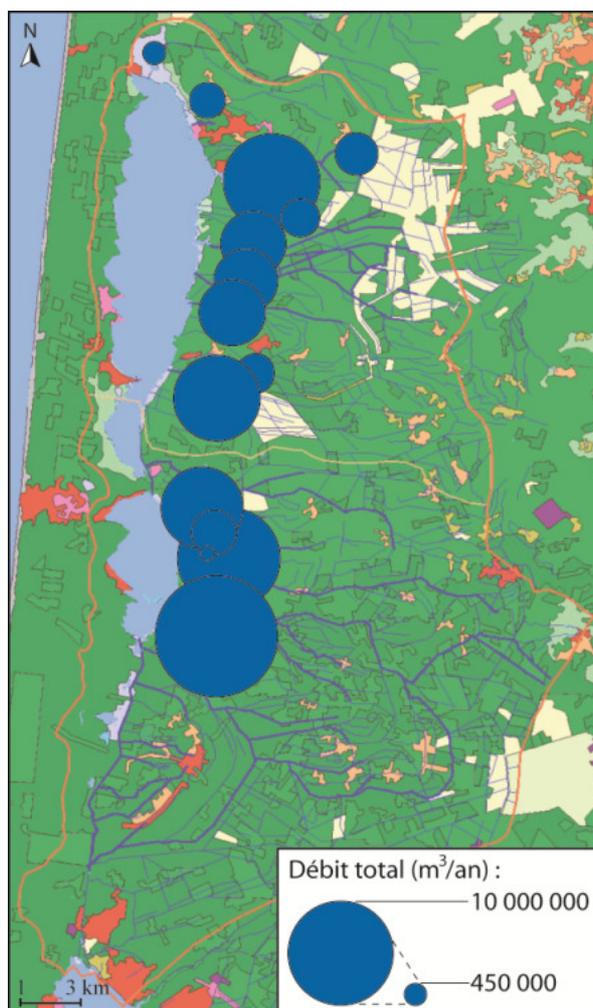


Figure 15 : Les écoulements sur le bassin versant

Les estimations sur l'année se basent sur les écoulements de la Matouse : 95% de ces écoulements ont lieu durant les 8 mois d'étude. De ce fait, il a été choisi d'ajouter 5% aux

totaux de chaque craste. Toutefois, cette méthode sous-estime l'écoulement des crastes au fonctionnement permanent, mais ces crastes sont en débit d'étiage durant cette période.

Le suivi des débits a donné de bons résultats afin d'évaluer l'ensemble des écoulements durant la période d'étude : les corrélations à la station automatisée de la Matouse paraissent pertinents et pouvoir être reproductibles pour d'autres travaux sur le secteur.

La variabilité des précipitations a favorisé la succession de période de basses eaux et de pics de crue.

II. LES RESULTATS D'ANALYSES

Les conditions précédemment décrites ont permis d'opérer des prélèvements durant l'ensemble de la durée de la campagne. Les précautions ont été prises pour que les conditions de prélèvement soient homogènes tout au long des 35 semaines de l'étude.

Des mesures de terrain ont été faites concernant la température et la conductivité à partir d'un boîtier WTW pH/Cond 340i. Les analyses en nitrates, azote totale, phosphates et phosphore total ont été faites à partir des réactifs fournis par WTW et proposent les marges d'erreurs suivantes :

FAIRE TABLEAU COMME CELLAMARE

Paramètre mesuré	Unité	Méthode d'analyse	Equipement	Marge d'erreur
Température	°C			
Conductivité				
Nitrates	mg/l			
Azote total	mg/l			
Phosphates	mg/l			
Phosphore total	mg/l			

Tableau 4 : Méthodes et outils utilisés

Les résultats de phosphore total sont à relativiser en raison des difficultés à le détecter. Le seuil de détectabilité pour cette mesure a rarement été franchi (0,05 mg/l), si bien qu'il a été décidé d'attribuer une valeur minimale de 0,01 mg/l lorsque la présence en phosphore total était confirmée et lorsque le seuil n'était pas atteint. Cette décision explique les évolutions proportionnelles entre les débits et les teneurs en phosphore total sur une majorité de crastes.

Une campagne de prélèvement a été faite en commun avec le BRGM (travaillant alors sur les nappes). La convergence des résultats a été très satisfaisante. De plus, un exploitant a effectué des analyses par un laboratoire indépendant : ces mesures ont confirmé les résultats des analyses de cette étude.

Cellamare, 2009 :

Tableau 5. Synthèse des méthodes et appareils employés dans cette étude.

	Paramètres mesurés	Unité	Méthode d'analyse	Equipement utilisé
Eau	Transparence Secchi	m	<i>In situ</i>	Disque de Secchi (20 cm de diamètre)
	pH			WTW probes (pH340, LF340, Oxi340)
	Conductivité	$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$		
	Oxygène	$\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$		
	Oxygène	%		
	Température	$^{\circ}\text{C}$		
	Phosphore Total	$\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$	Norme AFNOR NF T90-023	Spectrophotomètre LAMBDA 2 PERKIN ELMER
	Orthophosphate	$\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$	Norme AFNOR NF T90-023	Spectrophotomètre LAMBDA 2 PERKIN ELMER
	Azote Total	$\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$	Norme AFNOR NF EN 25663	Minéralisateur et Distillateur BUCCHI
	Nitrates	$\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$	Norme AFNOR NF EN ISO 13395	Auto-analyseur EVOLUTION II ALLIANCE
	Nitrites	$\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$	Norme AFNOR NF EN ISO 13395	Auto-analyseur EVOLUTION II ALLIANCE
	Ammonium	$\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$	Norme AFNOR NF EN ISO 11732	Auto-analyseur EVOLUTION II ALLIANCE
Silice	$\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	Norme AFNOR NF T 90-007	Spectrophotomètre LAMBDA 2 PERKIN ELMER	
Carbone Organique Dissous	$\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	Norme AFNOR NF EN 1484	COTmètre 1010 BIORITECH	
Chlorophylle <i>a</i>	$\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$	(Jeffrey et Humphrey, 1975) NF T 90-117	Spectrophotomètre LAMBDA 2 PERKIN ELMER	

+ indiquer que des prélèvements ont été faits en commun avec le BRGM (labo à Toulouse), avec des résultats ~similaires, au moins dans les tendances...

+ travail direct avec les acteurs locaux : Domaine Saint-Jean, rencontre + prélèvements et actions de leur côté...

Une campagne commune de prélèvements a été organisée avec le BRGM. Le BRGM travaillant sur les nappes souterraines, ces prélèvements ont consisté en deux analyses Elle portait sur des prélèvements

Rappeler que les résultats ont été donnés sous forme de $\text{N}\cdot\text{NO}_3$ et qu'ils ont été convertis en NO_3^- . C'est pourquoi il peut apparaître que l'azote total est parfois inférieur aux nitrates.

→ Mise en valeur des résultats par sous-ensembles

Rappel DCE : trouver des bornes pour l'azote total

Voir pour les données de l'azote total : à quelles teneurs sont-elles dégradantes ?

Rappel sur les lacs

Analyse faite en commun avec le BRGM dans le cadre de leur étude sur la modélisation de la nappe plio-quadernaire dans le Médoc.

(mg/l)	Très bonne	Bonne	Passable	Mauvaise	Très mauvaise
Phosphore	< 0,05	De 0,05 à 0,2	0,2 à 0,5	0,5 à 1	> 1
Nitrates	< 2	De 2 à 10	De 10 à 25	De 25 à 50	> 50

Tableau 5 : Classification SEQ-EAU par paramètres

Source : Agence de l'eau.

(mg/l)	Très bonne	Bonne	Moyen	Médiocre	Mauvais
Phosphates	< 0,1	0,1 à 0,5	0,5 à 1	1 à 2	> 2
Phosphore	< 0,05	0,05 à 0,2	0,2 à 0,5	0,5 à 1	> 1
Nitrates	< 10	10 à 50	A établir	A établir	A établir

Tableau 6 : Classification DCE Cours d'eau par paramètres

Source : MEEDDAT, 2009.

(mg/l)	Très bonne	Bonne	Moyen	Médiocre	Mauvais
Phosphates max.	< 0,01	0,01 à 0,02	0,02 à 0,03	0,03 à 0,05	> 0,05
Phosphore total max.	< 0,015	0,015 à 0,03	0,03 à 0,06	0,06 à 0,1	> 0,1
Azote minéral max. (Nitrates + Ammonium)	< 0,2	0,2 à 0,4	0,4 à 1	1 à 2	> 2
Transparence (moyenne estivale)	> 5 m	5 à 3,5 m	3,5 à 2 m	2 à 0,8 m	< 0,8 m

Tableau 7 : Classification DCE Plans d'eau par paramètres

Source : MEEDDAT, 2009

A. Présentation des principaux résultats

Le suivi des 20 points autour des lcs durant 35 semaines montre des résultats contrastés. Les différences de fonctionnement s'établissent principalement d'une craste à l'autre : chaque craste a en effet des caractéristiques bien marquées qui évoluent plus ou moins selon leur bassin versant.

Le premier témoin de l'évolution des sels minéraux dissous dans les eaux est la mesure de la conductivité (Tableau 8). Celle-ci a été faite sur le terrain lors des prélèvements. De novembre à juin, la conductivité baisse partout sauf en 6 points, à Couture, à Pipeyrous, à Queytime, au Lambrusse, à Neuve et sur le Canal au Nord du lac de Lacanau. Le bassin versant de Carcans-Hourtin connaît des moyennes bien plus élevées (329 $\mu\text{S}/\text{cm}$) qu'à Lacanau (226 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Les

conductivités de quelques points y tirent les valeurs par le haut : c'est le cas à Bré, Caillava, Garroueyre, Pipeyrous et Couture avec des moyennes supérieures à 350 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

	Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	NO ₃ -N	Nitrates	Azote total	PO ₄ -P	Phosphates	Phosphore total
1- Louley	203	0,31	1,38	0,73	0,004	0,011	0,012
2- Matouse	236	0,35	1,53	0,65	0,018	0,056	0,012
3- Bré	560	9,71	42,73	11,77	0,006	0,020	0,013
4- Caillava	450	6,35	27,93	7,57	0,009	0,029	0,027
5- Couture	351	1,62	7,12	2,23	0,006	0,018	0,014
6- Garroueyre	396	2,27	10,00	3,07	0,007	0,021	0,019
7- Pipeyrous	358	1,59	6,98	1,98	0,002	0,007	0,008
8- Queyfi ve	186	0,64	2,81	0,86	0,003	0,008	0,009
9- Lambrusse	272	1,57	6,90	1,89	0,015	0,045	0,015
10- Exutoire Carcans	352	0,70	3,06	1,24	0,013	0,039	0,012
11- Neuve	274	0,55	2,43	3,75	0,534	1,638	0,669
12- Coutin	303	1,67	7,10	2,11	0,021	0,063	0,027
Carcans-Hourtin	329	2,28	10,00	3,15	0,053	0,163	0,070
13- Canal Lacanau Nord	277	0,70	3,06	1,14	0,010	0,030	0,011
14- Pont des tables	168	0,45	1,99	0,56	0,002	0,005	0,009
15- Planquehaute	218	0,87	3,49	1,13	0,003	0,008	0,010
16- Port Lacanau	257	0,48	2,13	0,85	0,007	0,022	0,010
17- Berle Nord	280	0,53	2,34	0,90	0,013	0,041	0,012
18- Grande Berle	200	0,37	1,63	0,52	0,005	0,015	0,010
19- Canal de Caupos	178	0,44	1,95	0,58	0,001	0,004	0,009
20- Batejin	228	0,45	2,00	0,68	0,002	0,007	0,011
Lacanau	226	0,54	2,32	0,80	0,005	0,016	0,010
Moyennes	287	1,58	6,93	2,21	0,034	0,104	0,046

Tableau 8 : Moyennes des mesures faites durant la campagne (mg/l, sauf mentions)

Globalement l'ensemble des valeurs est plus élevé sur le bassin versant du lac de Carcans-Hourtin.

Dans le détail, la présence de NO₃-N et de nitrates (Figure 16) permet de distinguer deux catégories de crastes :

- celles qui connaissent des flux azotés faibles, c'est-à-dire la majorité des crastes avec des teneurs inférieures à 10 mg/l de nitrates (« bonne qualité » selon la SEQ-EAU), voire inférieure à 5 mg/l (« très bonne qualité ») ;
- celles qui connaissent des pics de concentrations, en premier lieu à Bré, Caillava, Couture, Garroueyre, Pipeyrous et Coutin avec des eaux de « moyenne qualité ».

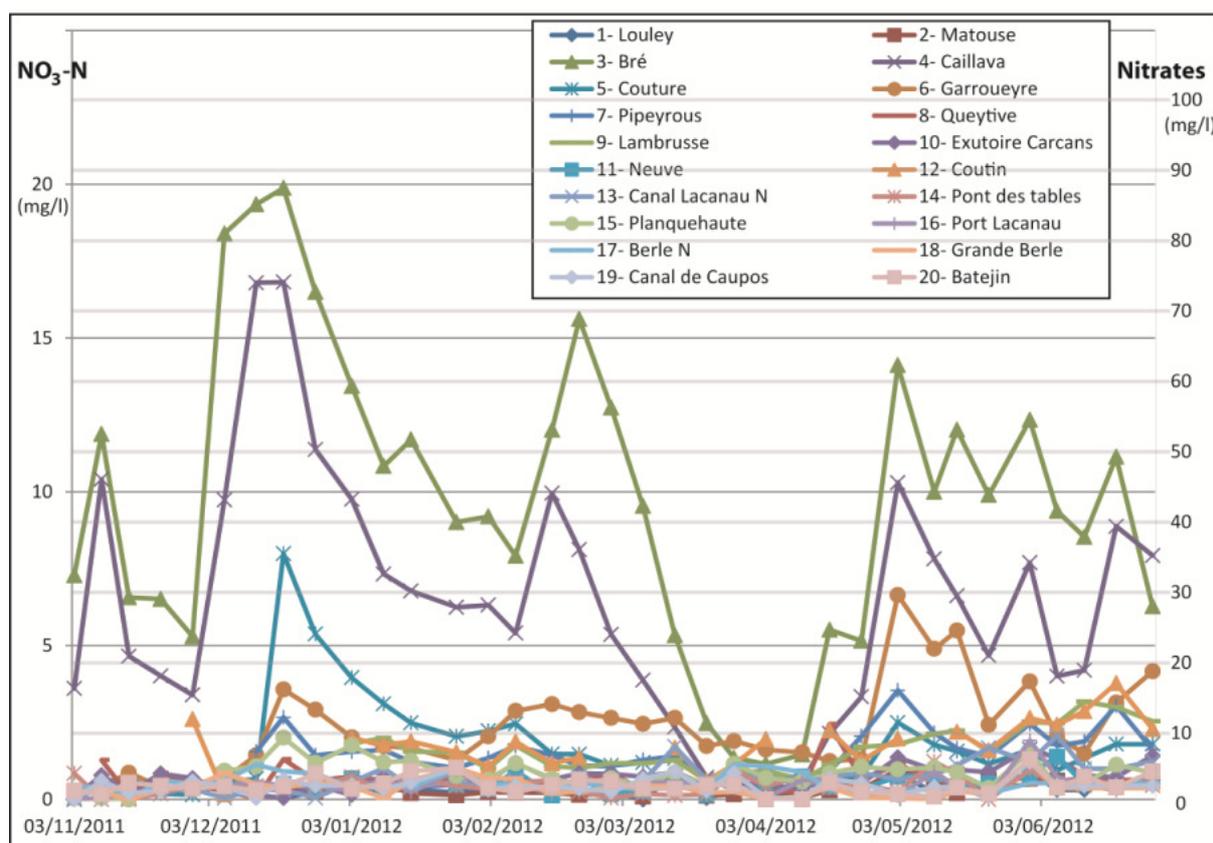


Figure 16 : Evolution du NO₃-N / Nitrates dans chaque craste

Des constats équivalents sont à faire concernant l'azote total (Figure 17). Les mêmes tendances se remarquent autour des mêmes crastes lors des mêmes périodes. Seule la craste Neuve offre une évolution différente à sa courbe de nitrates (cf. *infra*). La bibliographie permet de justifier cette évolution commune : l'augmentation (quasi-) parallèle de ces concentrations tient par la proportion majoritaire des nitrates dans l'azote total (plutôt dans les bassins versants mixtes que dans les bassins versants forestiers), et de ce fait l'évolution des nitrates indique la tendance de l'évolution de l'azote total. Ceci se confirme ici (Tableau 9) avec du NO₃-N qui correspond à 80% de l'azote total sur les bassins versants mixtes. Ces données sont proches des résultats de Vernier, Beuffe et Mestelan (1999) qui estimaient la part des nitrates à 85% de l'azote total. Par contre, la part des 65% d'azote organique dans les bassins forestiers correspond moins aux résultats actuels.

La craste Neuve dispose du ratio le plus bas signifiant le passage d'autres éléments azotés.

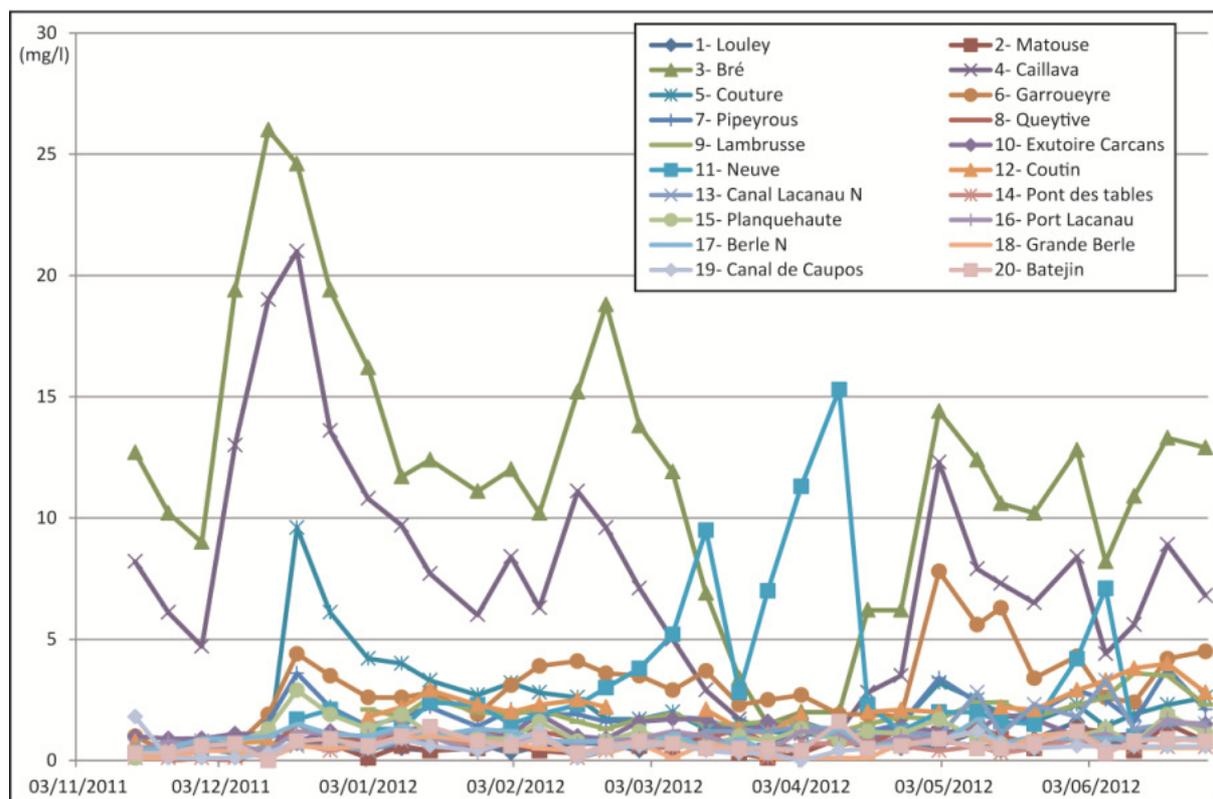


Figure 17 : Evolution de l'azote total dans chaque craste

(en %)	Part du NO ₃ -N dans l'azote total	Part du PO ₄ -P dans le phosphore total ⁵
1- Louley	43,03	31,07
2- Matouse	53,31	150,67
3- Bré	82,50	49,02
4- Caillava	83,81	35,18
5- Couture	72,47	42,27
6- Garroueyre	74,12	36,55
7- Pipeyrous	80,12	29,47
8- Queytive	74,12	28,89
9- Lambrusse	82,85	100,24
10- Exutoire Carcans	56,34	105,14
11- Neuve	14,71	79,74
12- Coutin	79,37	78,24
13- Canal Lacanau N	60,98	88,48
14- Pont des tables	81,46	18,28
15- Planquehaute	76,74	31,85
16- Port Lacanau	56,64	73,67
17- Berle N	58,84	110,56
18- Grande Berle	71,12	50,67
19- Canal de Caupos	76,62	13,70

⁵ Les valeurs supérieures à 100 % sont dues aux approximations des mesures (souvent en seuil de détectabilité) en raison de la faible présence de phosphates et phosphore total dans les crastes.

20- Batejin	66,71	20,30
-------------	-------	-------

Tableau 9 : Moyenne de la part du NO₃-N dans l'azote total et de la part du PO₄-P dans le phosphore total

Sur le bassin versant des lacs de Carcans-Hourtin et de Lacanau, la tendance est à la hausse générale des teneurs en nitrates et en azote total à partir du mois de novembre jusqu'au mois de juin.

Le bassin versant de Carcans-Hourtin connaît des teneurs très élevées en nitrates (et azote total) pour des eaux de qualité « mauvaise » et « très mauvaise ». Le point à Bré concentre les pollutions les plus fortes. A Caillava, en aval de Bré, des évolutions similaires mais atténuées se remarquent : les teneurs sont 10 à 15% moins grandes mais pour des débits beaucoup plus importants. Pour ces deux points, l'intervention humaine explique une diminution globale des apports en nitrates puisque des modifications dans les pratiques et dans la gestion de la craste ont été entreprises au cours de l'étude. L'impact des batardeaux a été optimal en début d'installation mais son efficacité a décliné par la suite dès que les précipitations en avril ont repris : sans doute les fortes pluies d'avril ont-elles participé à l'accroissement des concentrations en nitrates à cause d'eaux chargées en fertilisants et qui ont submergées les batardeaux. **Dans l'état actuel, le système des batardeaux a une efficacité à court terme et s'est révélé inadapté lors de fortes pluies.** Couture et Garroueyre ont également connu des pics de pollution avec des eaux de « mauvaise » qualité. Pour Couture, ce pic s'explique par le débordement de la Caillava dans Couture lors des précipitations de décembre. Par la suite les mesures et les prélèvements ont été menés en amont. Concernant la Garroueyre, les fortes pluies d'avril ont drainé des eaux chargées en nutriments ce qui explique ce pic tardif.

Sur le bassin versant de Lacanau, les teneurs en nitrates et en azote total sont basses. Les points sur la Petite Berle (Berle Nord) et sur le canal de la Berle indiquent une baisse en nitrates. La baisse est très limitée sur la Petite Berle et la stabilité demeure pour l'azote total. Le Canal de la Berle fait figure d'exception puisqu'il dispose de teneurs en nitrates à la baisse et de teneurs en azote total à la hausse. Ce canal draine une vaste surface forestière où la part des nitrates est moins importante et où l'azote organique représente une part essentielle des concentrations. Planquehaute propose les concentrations de nitrates les plus hautes du bassin versant avec un maximum de 8,8 mg/l (« bonne » qualité) à cause du déversement d'une partie des eaux d'une exploitation agricole.

Dans ces eaux et sur ce substrat, la conductivité est un indice intéressant pour évaluer les teneurs en nitrates : à partir de 400 uS/cm, il est probable de trouver une concentration en nitrates de 15-20 mg/l voire beaucoup plus. Il est ainsi possible de déceler rapidement des eaux de qualité « moyenne » (ou pire) dans un bassin versant préservé et où la majorité des crastes a des eaux de « bonne » qualité.

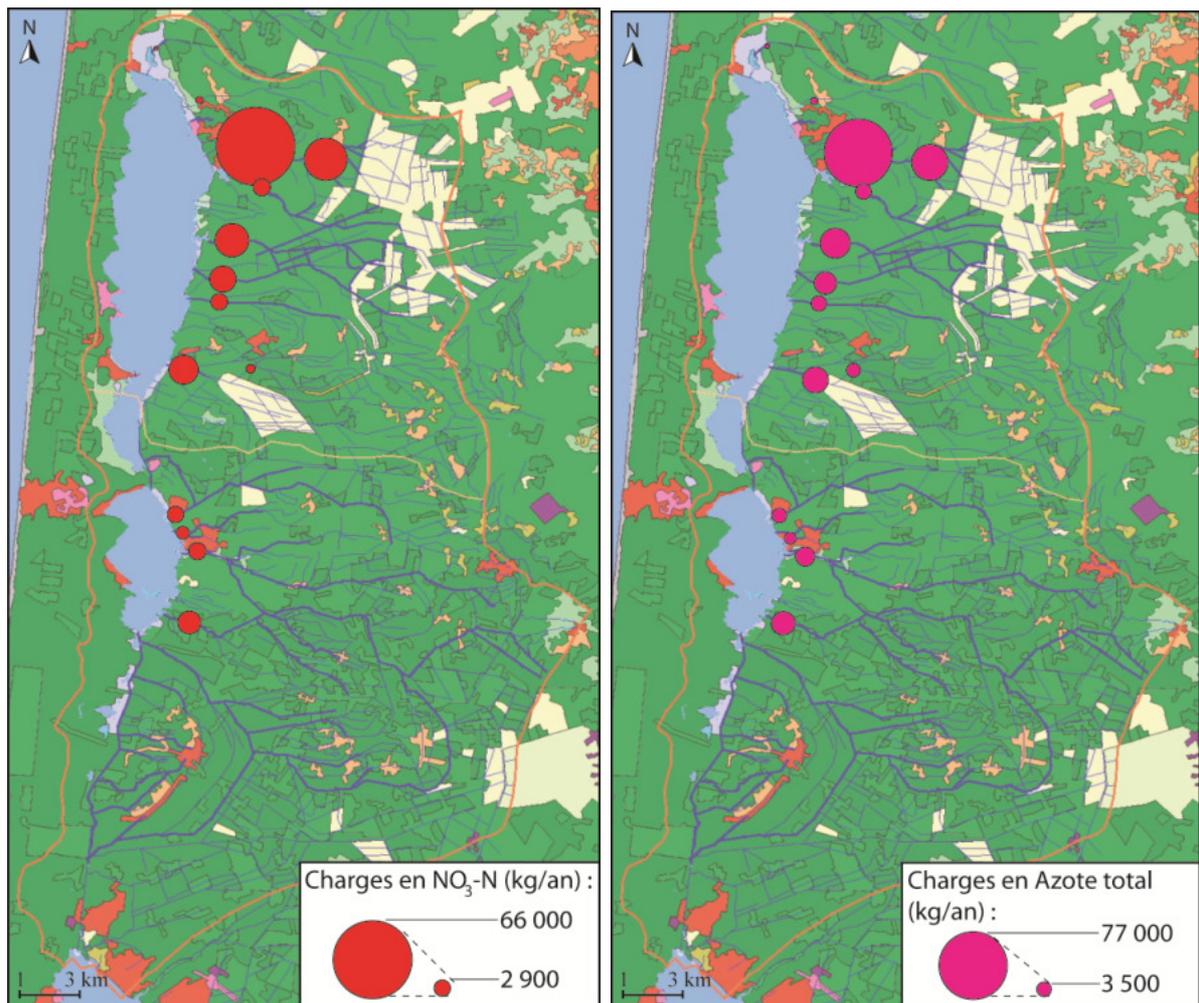


Figure 18 : Charges de NO₃-N et d'azote total issues de chaque craste

Croisés aux débits, ces résultats indiquent les charges issues de chaque craste et de leur propre bassin versant (Figure 18). **Ainsi près de 66 t/an de NO₃-N, soit 290 t/an de nitrates, et 77 t/an d'azote total s'échappent de la Caillava.** Il s'agit de près de la moitié des apports totaux sur les deux bassins versants et 65% des apports sur le seul lac de Carcans-Hourtin. Outre ce point, les bassins versants mixtes à vocation agricole ont des charges supérieures aux autres. **88% des apports en nitrates et 84% des apports en azote total sont faits sur le lac de Carcans-Hourtin.** Ces charges peuvent modifier le fonctionnement des lacs jusqu'à favoriser leur eutrophisation (voir C.[Les charges sur les lacs](#)).

Les teneurs en phosphates (Figure 19) et phosphore total (Figure 20) connaissent peu de variations sauf sur la craste Neuve. Seuls sur la Matouse des indices d'une faible pollution sont visibles : un maximum de 0,27 mg/l de phosphates y a été atteint, soit des eaux de qualité « passable » selon SEQ-EAU mais de « bonne » qualité selon la DCE. Même en aval de la craste Neuve, les traces de phosphates sont limitées à un maximum de 0,14 mg/l à Coutin. Pour le phosphore total, les seuils de détectabilité ont rarement été atteints sauf sur la craste Neuve. A la Garroueyre, un maximum de 0,1 mg/l PT indique des eaux de « bonne » qualité. A Caillava, le maximum est de 0,54 mg/l PT le 3 mai pour des eaux de qualité « médiocre » sans doute à cause de l'érosion liée aux fortes pluies de fin avril 2012. Les terrains sont alors sujets à l'érosion puisqu'ils sont à nues. Ailleurs, les eaux sont de « très bonne » et de « bonne » qualité tout au long de l'année.

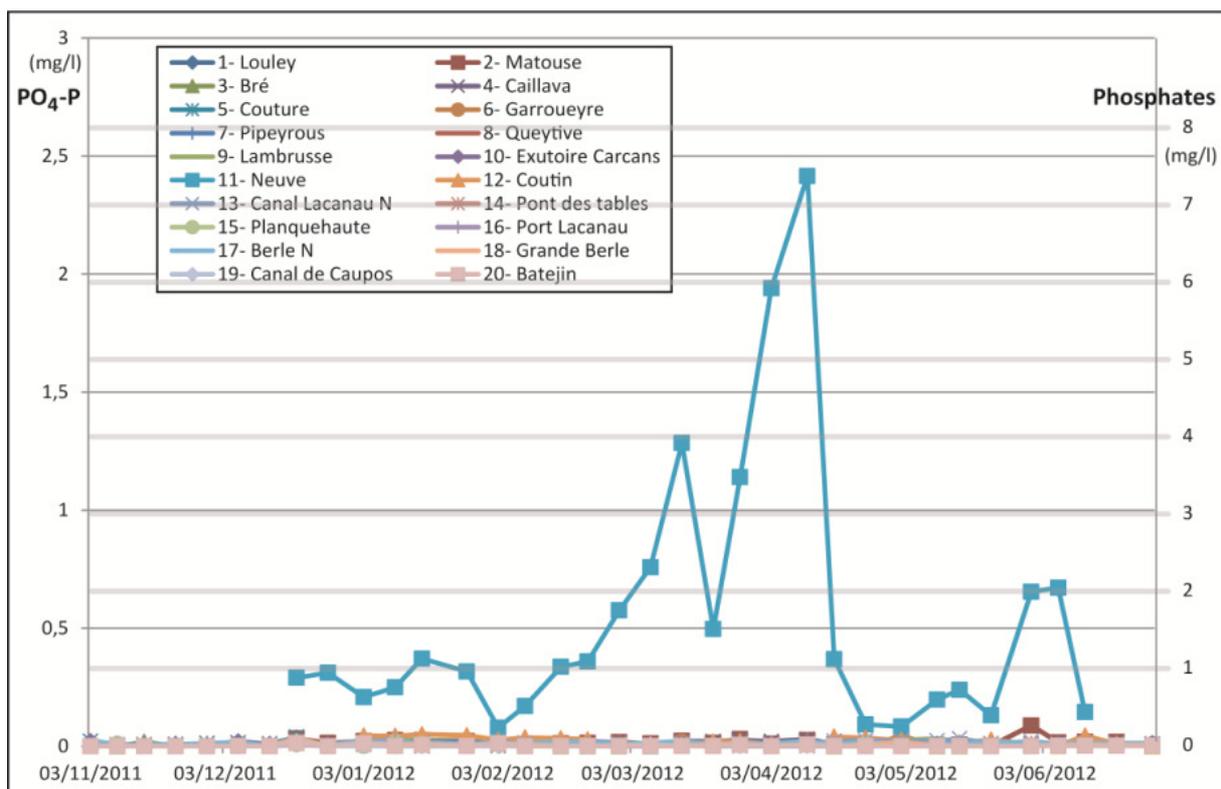


Figure 19 : Evolution du PO₄-P / Phosphates dans chaque craste

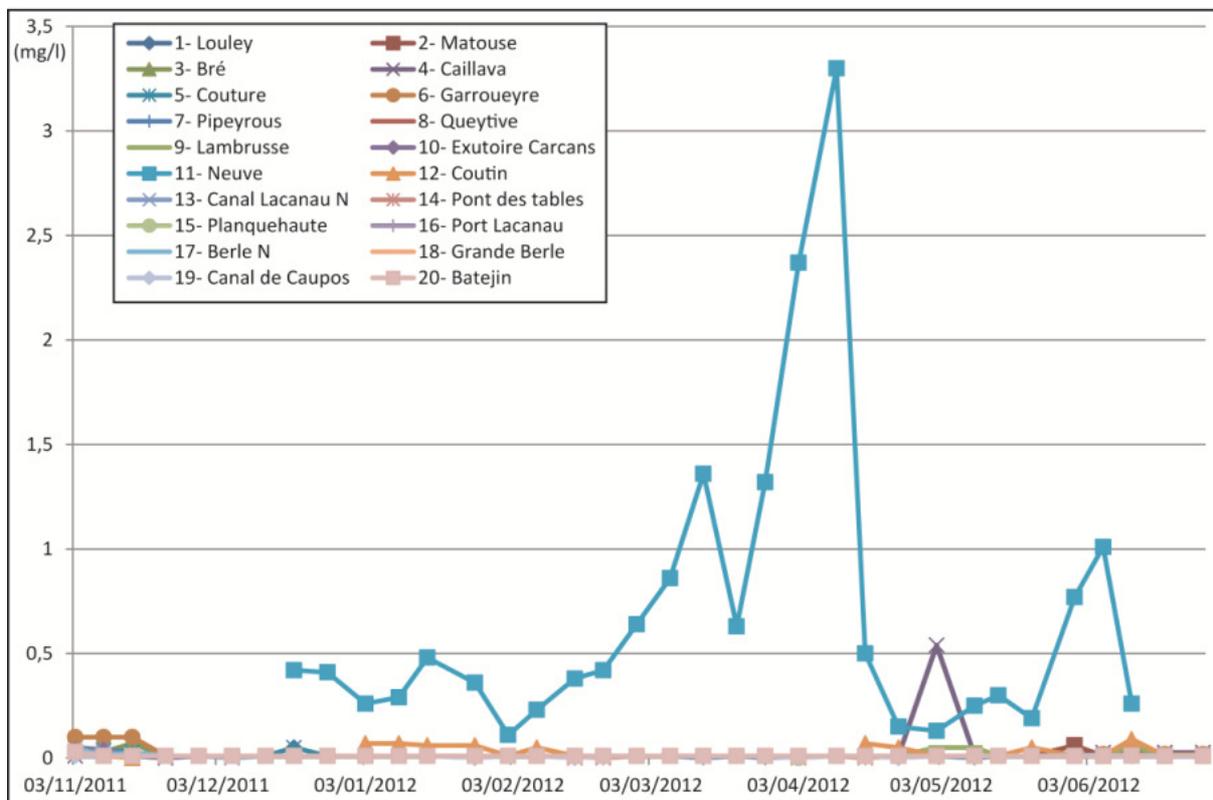


Figure 20 : Evolution du phosphore total dans chaque craste

Les charges en $\text{PO}_4\text{-P}$ et en phosphore total (Figure 21) issues de chaque craste montrent des résultats équivalents. **Près de 74% des phosphates et de 76% du phosphore total des bassins versants touchent le lac de Carcans-Hourtin.** Malgré de faibles débits et l'irrégularité de ses écoulements, **la craste Neuve accumule une large charge en phosphates (1 t/an) et en phosphore total (450 kg/an).** Le point de prélèvement en aval proche de l'ancienne station de lagunage explique ces fortes migrations d'éléments azotés. Les charges baissent toutefois rapidement en aval comme l'indique les concentrations mesurées au point de Coutin. 450 kg/an de phosphates et 178 kg/an de phosphore total y transitent pour des débits qui sont pourtant 5 fois plus hauts : en 2,6 km le long de la craste Neuve, les pertes en phosphates sont d'un facteur 11 pour le phosphate et d'un facteur 12,5 pour le phosphore total. Les pertes sont dues à l'utilisation par la végétation des phosphates et par leur dépôt le long du cours d'eau.

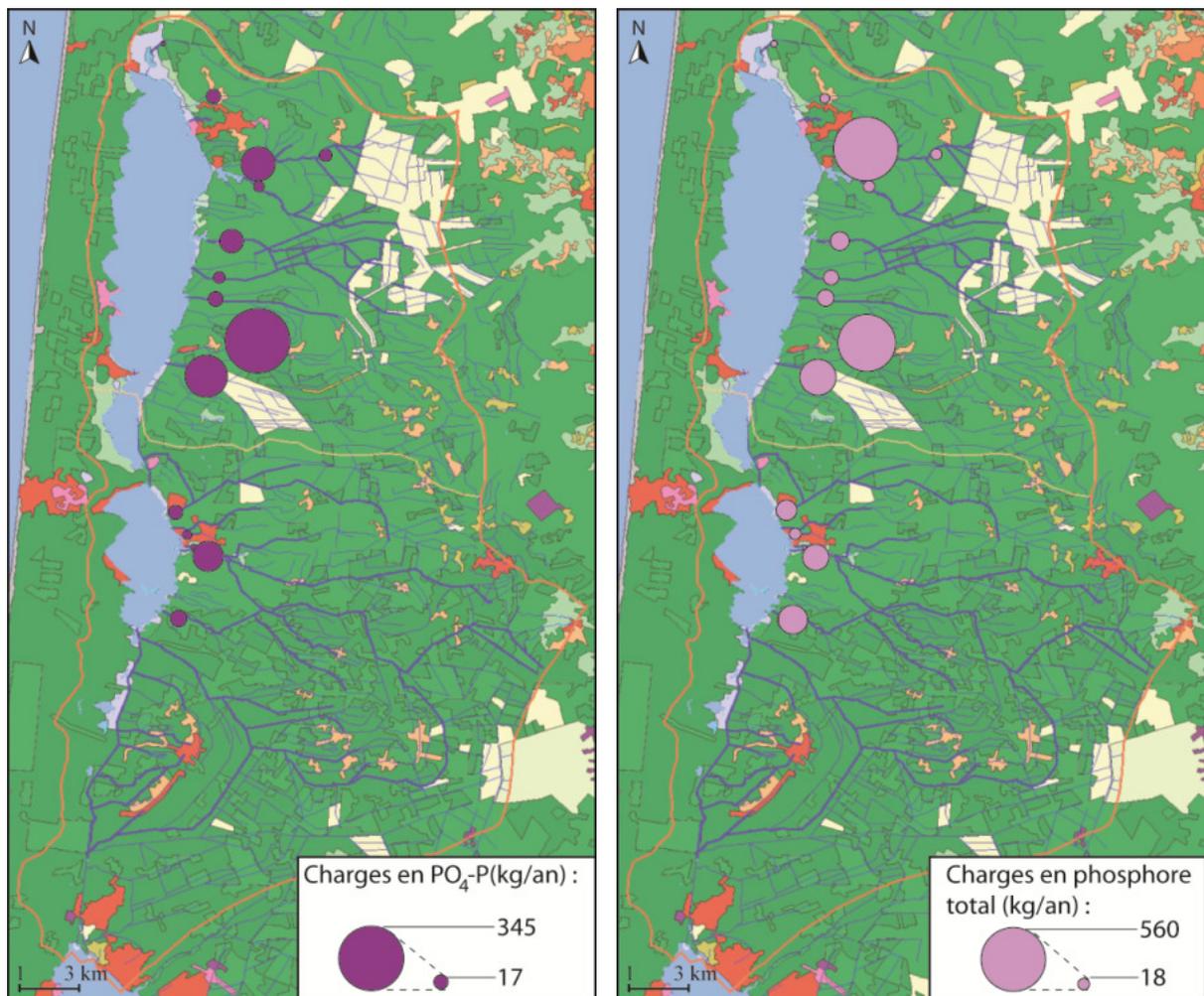


Figure 21 : Charges de $\text{PO}_4\text{-P}$ et charges de phosphore total issues de chaque craste

La Caillava présente une forte charge en phosphore total. Ce point n'a pourtant connu qu'un pic de concentration lors des pluies de fin avril. La teneur mesurée durant cette semaine croisée avec les forts débits du moment suffisent à expliquer 84% des charges annuelles sur ce point. Donc cette charge apparaît liée exclusivement aux fortes crues du mois d'avril et ne traduit pas un rejet régulier d'éléments phosphatés (contrairement à la craste Neuve). Sur les autres points, les charges sont le reflet des écoulements totaux de chaque craste à cause de mesures faites aux limites de détectabilité.

Les quantités d'éléments transportés varient énormément d'un nutriment à l'autre (Figure 22) et d'une craste à l'autre. Les nitrates se déplacent en très grandes quantités ce qui indique les occupations agricoles du bassin versant de Carcans-Hourtin. Le maximum de 290 t/an de nitrates à Caillava est le plus préoccupant. Les autres éléments azotés se trouvent en concentrations bien moins fortes. La place des éléments phosphorés paraît dès lors limitée.

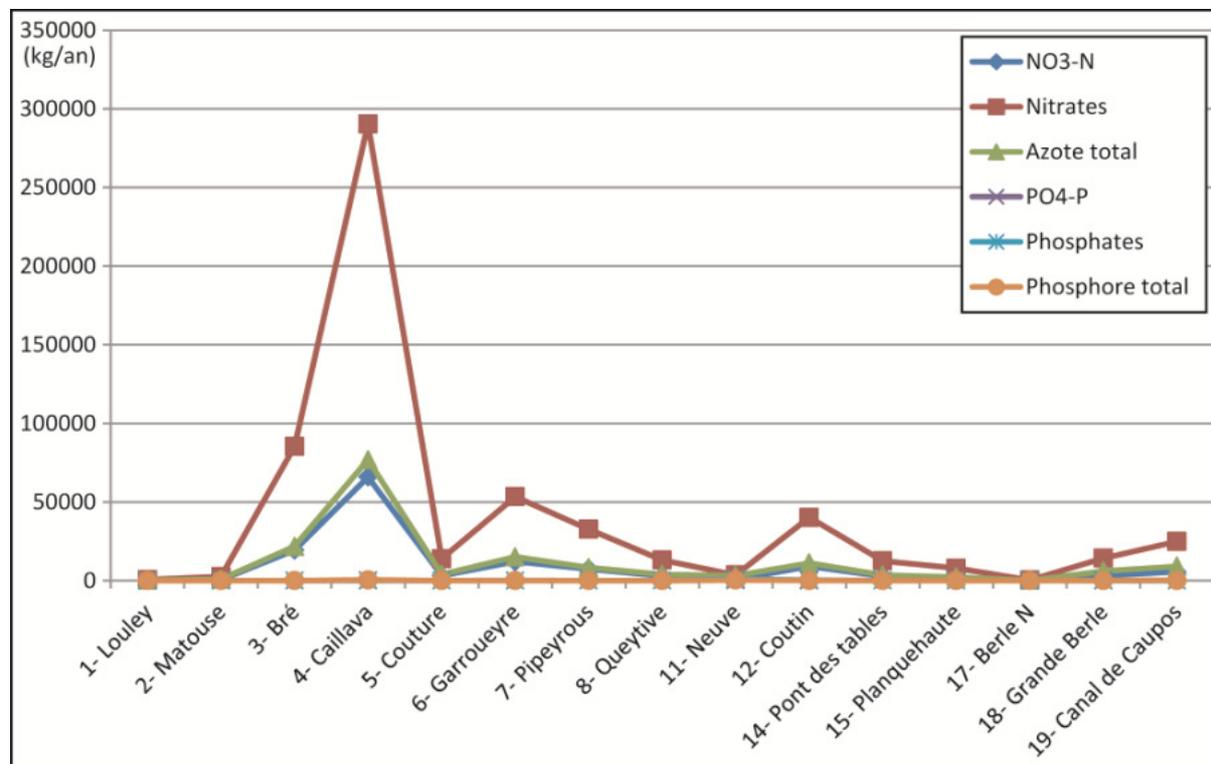


Figure 22 : Export de nutriments par craste

Le lac de Carcans-Hourtin subit les principaux flux de nutriments issus des bassins versants : plus de 85% des apports azotés et plus de 75% des apports phosphorés s'y concentrent. Le lac de Lacanau connaît des apports beaucoup moins importants de son bassin versant mais pourrait subir les apports venus de Carcans-Hourtin par le canal des étangs⁶ (à évaluer ; les écluses ont été fermées tout au long de l'étude).

Les apports en nitrates par la berle de Caillava sont considérables et sont à surveiller face à la capacité de charge du lac de Carcans-Hourtin. Les nitrates participent à l'eutrophisation des lacs.

Les éléments phosphorés sont peu présents et souvent à la limite de détectabilité des méthodes utilisées. Ils sont peu mobiles et cette mobilité n'a d'impact que sur des quantités émises importantes.

B. Étude de cas

Plutôt que de présenter et d'analyser les résultats de chaque craste, il a été choisi de mettre en avant le fonctionnement de certains systèmes⁷. En effet, la majorité des crastes est

⁶ Habituellement 30% des eaux du lac de Lacanau proviennent des transferts d'eau venant du lac de Carcans-Hourtin. En raison des faibles précipitations et du bas niveau du lac de Carcans-Hourtin, il a été décidé de ne pas ouvrir les écluses entre les deux lacs.

⁷ Les données sur chaque craste sont disponibles en annexe.

faiblement touchée par des nutriments et ceci dans des proportions qui peuvent être considérées comme appartenant au bruit de fond naturel. D'autres sont touchés par des pollutions chroniques ou ponctuelles qu'il est intéressant de détailler. L'accent est mis sur l'étude des nitrates et de l'azote total, sauf pour la craste Neuve.

1. Les crastes de Louley et de Pont des Tables

Les crastes de Louley sur le bassin versant du lac de Carcans-Hourtin et de Pont des Tables sur le bassin versant du lac de Lacanau correspondent le mieux au bruit de fond naturel qui a été évoqué (Figure 23 et Figure 24).

Leur conductivité est faible et inférieure à 250 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à Louley et inférieure à 185 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à Pont des Tables. La circulation de sels minéraux dissous y est limitée. La différence de conductivité minimale d'un bassin versant à l'autre rappelle les tendances qui se retrouvent sur les lacs depuis plusieurs années : la conductivité est globalement plus élevée dans les eaux du lac de Carcans-Hourtin que dans celles du lac de Lacanau. Tout au long de l'étude la conductivité demeure stable à Louley mais décroît à Pont des Tables.

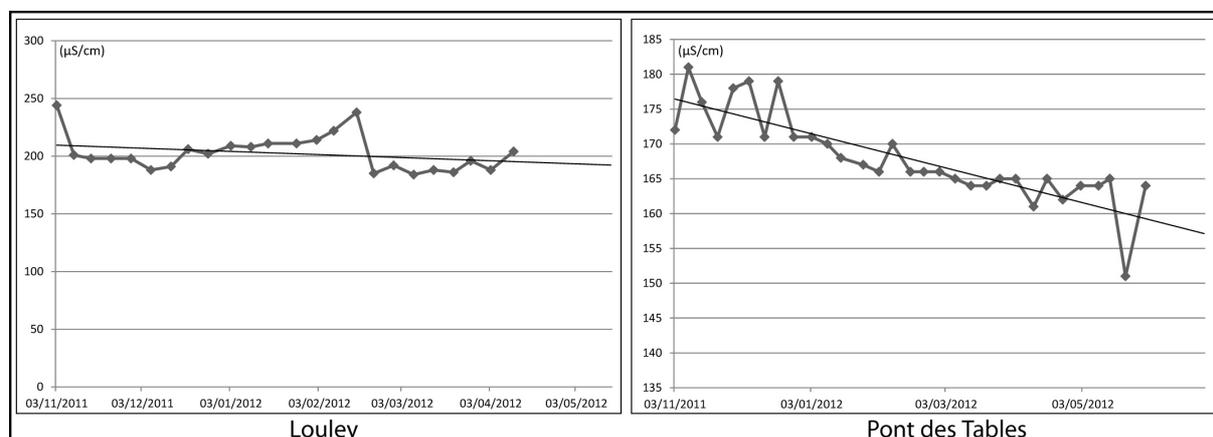


Figure 23 : Conductivité à Louley et Pont des Tables

Les tendances sont similaires concernant les nitrates et l'azote total (Figure 24). Durant l'étude, les teneurs progressent mais dans de faibles proportions. Selon la classification SEQ-EAU de l'Agence de l'eau, les paramètres nitrates montrent des eaux de « très bonne » qualité à Louley et de « très bonne » à « bonne » qualité à Pont des Tables. Les quelques pics de nitrates sont peu marqués et ne pénalisent guère la qualité des eaux. Les teneurs en azote total sont inférieures à 1,5 mg/l dans les deux crastes et laissent une faible marge à une pollution potentielle suite à une nitrification.

Les concentrations en phosphates assurent également des eaux de « très bonne » qualité selon la classification de la DCE. Les teneurs sont modestes, bien souvent inférieures au seuil de détectabilité (0,015 mg/l). Seul le maximum de 0,055 mg $\text{PO}_4^{3-}/\text{l}$ atteint à Louley lors de la remise en eau de la craste dégrade la qualité des eaux.

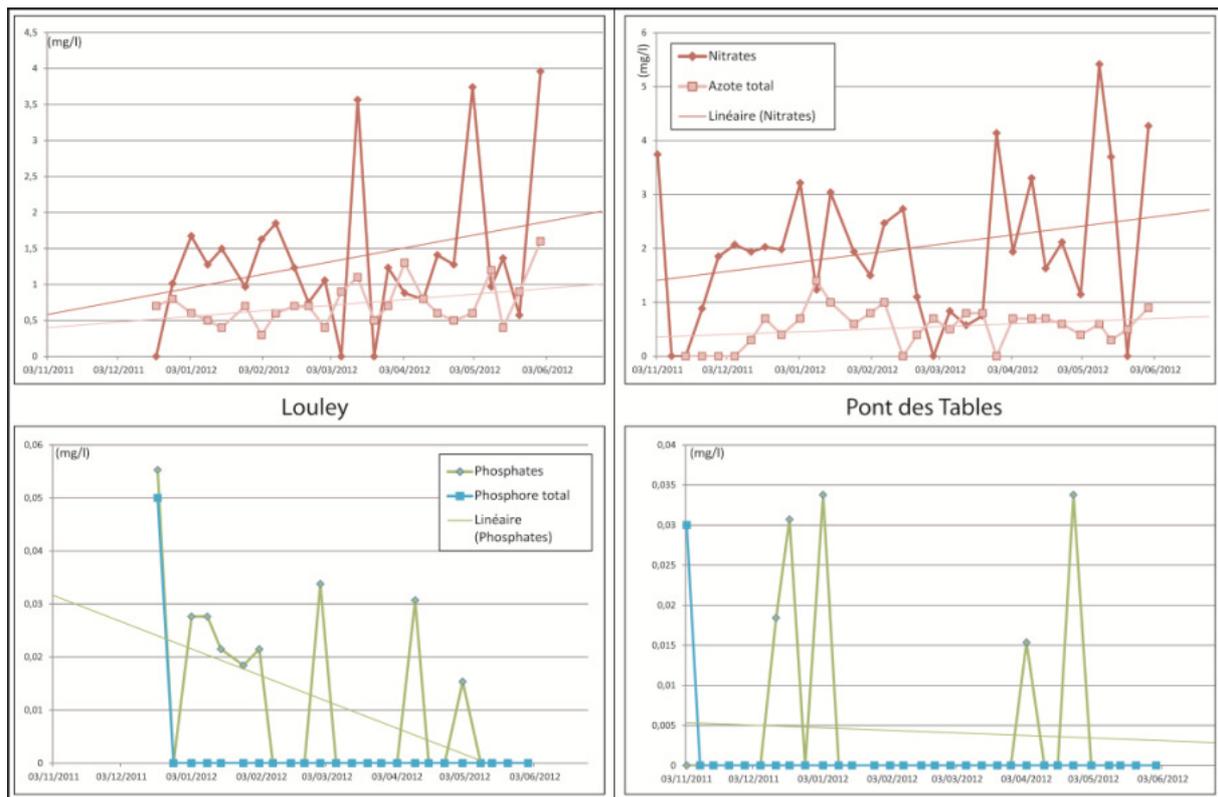


Figure 24 : Graphiques des nutriments à Louley et Pont des Tables

Ces deux crastes drainent des bassins versants essentiellement forestiers et subissent peu les conséquences des activités humaines. Les cultures sylvicoles apportent seulement quelques intrants ponctuels mais à des périodes très espacées. Si leur fonctionnement n'est pas naturel, il s'en rapproche le plus.

Les eaux des crastes de Louley et de Pont des Tables sont considérées comme les eaux de référence sur le bassin versant des lacs médocains.

2. Les berles de Caillava et de Couture

Les points de Caillava et de Couture subissent de fortes teneurs et concentrations en nitrates et en azote total.

Les conductivités (Figure 25) indiquent des situations différentes mais aux évolutions équivalentes. Comme les points de Bré et de Caillava se trouvent sur la même craste, leurs fluctuations se font souvent de manière parallèle. Bré propose des conductivités les plus hautes du bassin versant des lacs médocains avec un pic à 850 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Au même moment, des maxima sont atteints à Caillava (696 $\mu\text{S}/\text{cm}$) et Couture (504 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

Dans cette berle, Couture dispose d'un fonctionnement particulier qu'il est possible de repérer avant les pluies de décembre : avant la mi-décembre 2011, Couture a une conductivité stable et des teneurs en nitrates et en azote total faible. Or, les périodes de précipitations sont propices aux drainages des sols et aux déplacements des éléments azotés. C'est après le débordement de la Caillava que les eaux de Couture sont dégradées. Ce n'est que tardivement que le point de collecte des prélèvements est modifié (mi-février 2012). La validité de ce choix est confirmée par les précipitations soutenues du mois d'avril qui n'entraînent pas les

mêmes pics à Couture qu'à Caillava : les concentrations sont moins prononcées et sont inférieures à 10 mg/l de nitrates. **Couture dispose donc d'eaux de « bonne » qualité.**

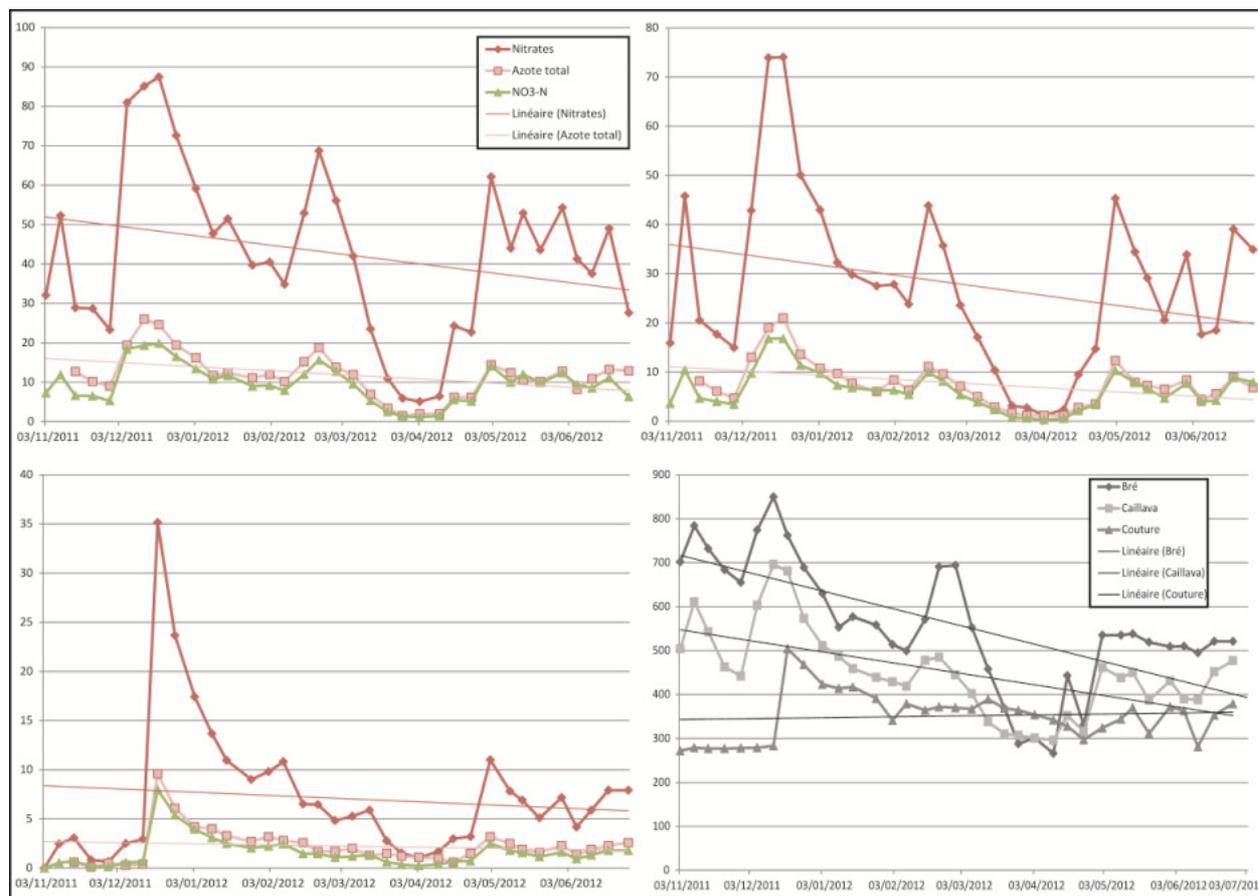


Figure 25 : Conductivités, nitrates et azote total à Bré, Caillava, Couture

➔ Bré ne participe pas seul aux conductivités de Caillava... rôle des autres zones agricoles à définir

Les concentrations en éléments azotés sont à la baisse à Bré et à Caillava. Des pics de concentrations de 87 mg/l de nitrates à Bré et 74 mg/l de nitrates à Caillava ont été atteints. Les eaux sont majoritairement de « très mauvaise » qualité à Bré et de « mauvaise » qualité à Caillava.

C'est grâce à la chute des teneurs fin mars - début avril que la tendance à la baisse est visible sur les graphiques. Cette baisse est due à la mise en place de batardeaux aux sorties de l'exploitation du domaine Saint-Jean (ou domaine de Lagunan, en amont direct de Bré) et dans l'exploitation. La retenue des eaux a permis d'activer des processus de dénitrification par l'atmosphère et par l'infiltration : **grâce aux batardeaux, les teneurs en nitrates et en azote total ont temporairement chuté, mais il serait important d'évaluer les déplacements de ces nutriments dans les eaux souterraines.** Les fortes précipitations de la fin du mois d'avril ont obligé à ouvrir le batardeau dans l'exploitation à cause d'inondations sur les parcelles en amont. Après cela, les concentrations ont remonté (Photographie 1) et depuis, l'efficacité des batardeaux paraît beaucoup moins visible. Sans doute, ont-ils permis d'éviter un pic de pollution semblable à celui de décembre 2011, mais les teneurs restent proches des 50 mg/l NO_3^- . De plus, les batardeaux ont diminué le flux d'eau issu de l'exploitation agricole ce qui perturbe les écosystèmes rivulaires (par l'érosion des berges et diminution des apports en eau). **La solution des batardeaux est à améliorer (ouverture et fermeture selon les pluies)**

et à compléter d'autres mesures. Les origines agricoles des produits azotés ne font guère de doutes.



Photographie 1 : Colorations des eaux affluant à Bré le 2 mai 2012

Après un épisode de pluies soutenues : à gauche les eaux passant par un affluent forestier et à droite les eaux venant directement de l'exploitation agricole en amont.

En fin de période de prélèvements, la situation à Caillava et à Bré demeure mauvaise. La Caillava dispose d'eaux aux concentrations moyennes 40% moins élevées qu'à Bré mais pour des débits beaucoup plus importants. Les charges totales évacuées dans la craste sont inquiétantes pour le milieu.

Face aux différents substrats disponibles entre le Nord et le Sud du bassin versant des lacs, il serait utile d'analyser les déplacements des nutriments dans les eaux souterraines. En effet, au Nord, comme dans le cas présenté ci-dessus, les sols sont plus argileux et moins perméables : après de fortes pluies, les sols sont détrempés et le ruissellement est visible. A l'inverse, après une même météorologie, la présence d'eau est beaucoup moins visible sur les sols clairs plus au Sud. En considérant que les pratiques culturales sont les mêmes d'une exploitation à l'autre, une hypothèse serait que de même quantité de nutriments se déplacerait soit par ruissellement (comme c'est le cas sur le bassin versant de la Caillava) soit par infiltration en fonction du type de sol : de ce fait, par l'étude exclusive des eaux superficielles, peut-être avons-nous marginalisé des charges souterraines en nutriments équivalentes à Caillava dans d'autres exploitations. **Il paraît dès lors utile de considérer les eaux souterraines à l'exutoire des autres zones agricoles comme sources potentielles d'éléments azotés.**

La craste de Couture connaît des eaux de « bonne » qualité. Par contre, de graves excès de nitrates et d'azote total touchent la Caillava.

La volonté de coopération et la réactivité des exploitants est importante. Néanmoins l'aménagement des batardeaux paraît être une solution temporaire qui doit être complétée. Si la concertation ne permet pas d'obtenir une baisse significative des nitrates et de l'azote total à Bré et à Caillava, les gestionnaires devront imposer des règles de bonne conduite sur ce bassin versant, vu les proportions de nutriments qu'il véhicule sur le lac de Carcans-Hourtin (65%) et les conséquences pour son milieu.

3. Les crastes de la Garroueyre et de Pipeyrous

Comme Caillava, les crastes de la Garroueyre et de Pipeyrous présentent des charges en nitrates et azote total significatives. Dans les deux crastes, les conductivités (Figure 26) sont beaucoup plus régulières et sont comprises entre 290 et 460 $\mu\text{S/cm}$ à Garroueyre et 280 et 430 $\mu\text{S/cm}$ à Pipeyrous.

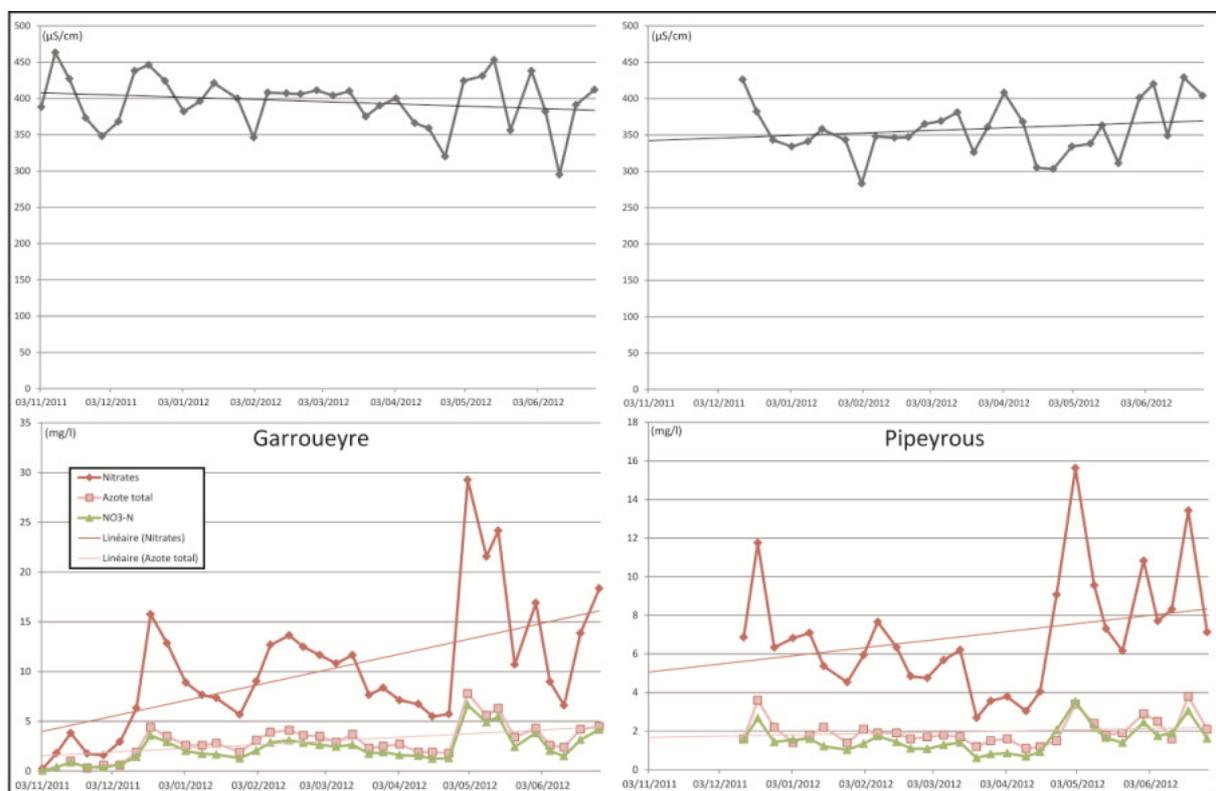


Figure 26 : Conductivités, nitrates et azote total à Garroueyre et Pipeyrous

A l'image de la conductivité, les teneurs en éléments azotés sont beaucoup moins fortes qu'à Bré ou à Caillava. Elles ont des moyennes de 10 et de 7 mg/l de nitrates pour Garroueyre et Pipeyrous, soit des eaux globalement de « bonne » qualité selon SEQ-EAU. La Garroueyre a connu des pics de pollution à 30 mg/l de nitrates dégradant les eaux en « mauvaise » qualité. Ce sont les pluies d'avril 2012 qui ont favorisé un tel pic dans une période de remise en culture et d'amendements. Sur les 35 semaines d'analyses, la Garroueyre a eu des eaux de qualité « passable » ou pire durant 15 semaines. A Pipeyrous, le pic de pollution a été de 16 mg/l NO_3^- soit des eaux de qualité « passable ». Dans l'ensemble, les eaux ont été de « bonne » qualité. Les nitrates correspondent à 75 et 80 % de l'azote total dans chaque craste.

Les concentrations en nitrates sont parmi les plus hautes sur le bassin versant des lacs médocains : plus de 50 tonnes de nitrates ont été évacuées l'année dernière de la Garroueyre

contre 30 tonnes à Pipeyrous. Bien qu'étant le second pôle émetteur de nitrates sur le bassin versant, la Garroueyre exporte près de 6 fois moins de nitrates qu'à Caillava.

L'occupation agricole d'une partie des bassins versants de ces crastes explique la présence de nitrates en quantités. En comparaison à la Caillava, deux hypothèses sont à privilégier : soit l'usage d'intrants azotés est ici beaucoup plus réduit, soit seule une partie des eaux et des nutriments se déplace de manière souterraine et n'a pu être pris en compte durant la campagne. En fonction de cela, une coopération avec les

Les crastes de Garroueyre et de Pipeyrous ont un fonctionnement qui dépend de l'occupation agricole du sol. Celle-ci est toutefois moins préoccupante qu'à Caillava en raison d'utilisation limitée d'intrants et/ou d'une exportation par voie souterraine.

4. La craste Neuve

Le point de prélèvements sur la craste Neuve se localise à proximité de la route départementale 3 au sud du bourg de Carcans et en aval de la station de lagunage naturel. Cette dernière reçoit une partie des eaux usées venant de Carcans. Elle est composée de 3 bassins successifs et d'un terrain d'épandage ayant pour objet d'épurer les eaux grâce aux actions biologiques de la végétation.

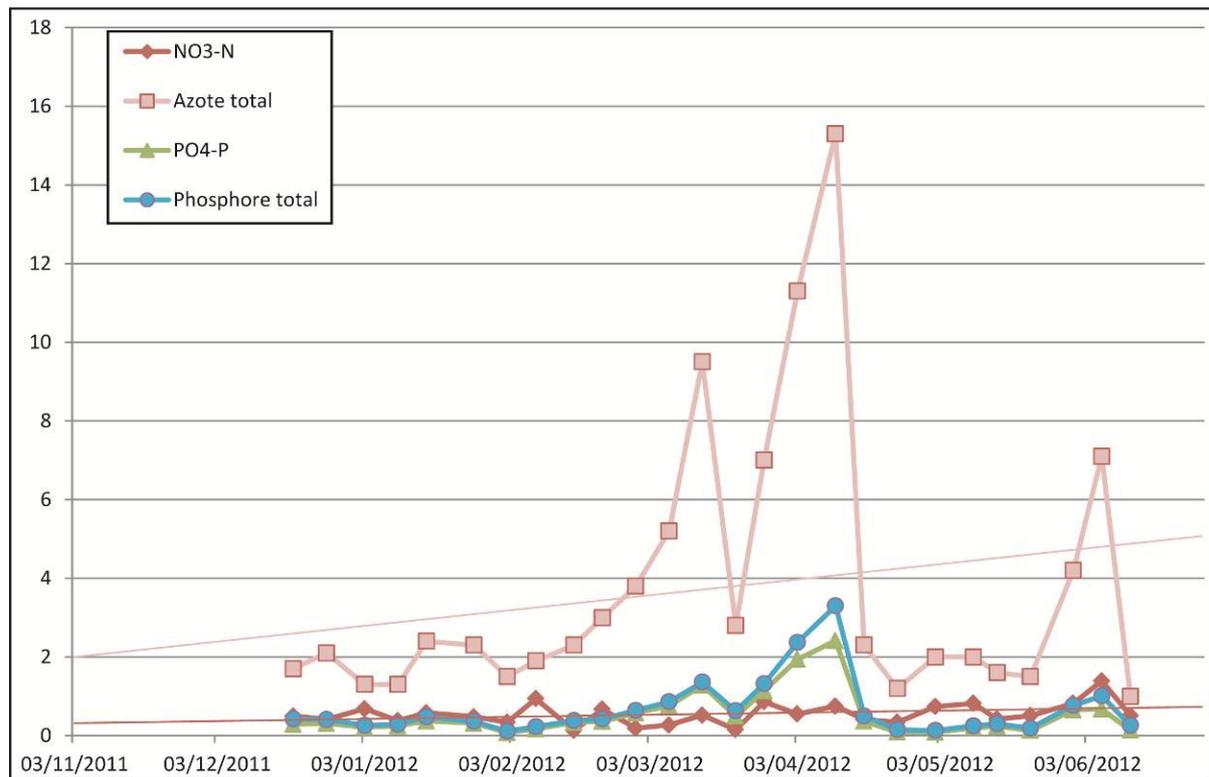


Figure 27 : Les teneurs en nutriments (en mg/l) dans la craste Neuve

En ce point, la craste a commencé à couler au milieu du mois de décembre suite aux précipitations tardives de la fin d'année 2011. Elle ne coulait plus dès le milieu du mois de juin 2012. Sur l'ensemble de la période, plusieurs pics de pollution sont apparus en particulier pour les teneurs en azote total, en phosphates et en phosphore total. L'évolution des concentrations a changé en fonction des précipitations.

Durant les périodes de pluies, par exemple lors des premiers écoulements ou lors des pluies d'avril et de mai, la présence en phosphates et phosphore total traduisaient un état « moyen » des eaux selon la DCE-Cours d'eau. Plus les précipitations sont soutenues, plus les concentrations en éléments phosphorés baissent. A l'inverse, les teneurs ont eu tendance à croître durant les périodes de sécheresse : **un effet de dilution se manifeste lors des précipitations**. Cela a été le cas au milieu du mois de janvier 2012 (1,14 mg/l de phosphates, eaux « médiocres »), et surtout à partir du mois de février jusqu'à la mi-avril 2012. Le pic de pollution a été atteint lors des analyses du 11 avril 2012 avec 7,4 mg/l de phosphates (état « mauvais » dès 2 mg/l dans la DCE-Cours d'eau) et 3,3 mg/l de phosphore total (état « mauvais » dès 1 mg/l) : **un effet de concentration des nutriments se confirme durant les périodes de déficit hydrique**. Sur la période, les eaux sont en moyenne de qualité « médiocre » selon la DCE. Les charges en phosphates sont de l'ordre d'1t/an et de 450 kg/an de phosphore total : bien que d'importance, ces chiffres sont à relativiser car ils chutent dès les mesures en aval au point de Coutin.

Les concentrations en azote total ont suivi un même schéma (avec un maximum le 11 avril 2012 de 15 mg/l), tandis que les teneurs en nitrates sont restés beaucoup plus stables tout au long de l'année. Un décrochage de la part des nitrates dans l'azote total a donc lieu lors de ces pics. Ainsi, en moyenne, seul 15 % de l'azote total est sous forme de nitrates. Durant les périodes de déficit en eaux superficielles, l'azote organique, l'azote ammoniacal et/ou les nitrites ne sont pas utilisés comme ils le sont en période de pluies.

Sachant que cette station de lagunage naturel n'est plus entretenue depuis près de 20 ans, il est possible d'émettre quelques hypothèses sur son fonctionnement actuel. Les rendements constatés sur des stations de lagunage naturel à 3 bassins (anaérobie, aérobie, facultatif) sont de l'ordre de 70% pour l'azote et de 60% pour le phosphore. De tels rendements sont obtenus dans des conditions normales d'entretien des lagunes et de leurs boues. Les rejets de ces stations dépendent aussi des variations de températures et de précipitations.

La décantation et la faible mobilité des phosphates favorisent une rapide saturation des boues qui peut mener à de fortes chutes de rendements (15%). De plus, « *dans les effluents de lagunage, l'azote se trouve essentiellement sous formes organique et ammoniacale* » (Xanthoulis, 2002, p56), et la présence de nitrates peut limiter la déphosphatation.

Outre les questions d'entretien de la station, d'autres pistes peuvent permettre de comprendre les spécificités des concentrations sur la craste. Les périodes de manque d'eau superficielle correspondent aux concentrations maximales en éléments phosphorés et en azote total. Peut-être ce manque d'eau entraîne-t-il une stagnation plus longue des eaux de la craste dans la station et une reprise des nutriments par le flot forcé de la station (évacuation minimale de 3 l/s). En outre, les conditions hivernales (surtout en février-mars 2012) ont limité les processus bactériens et photosynthétique. Ces deux mécanismes sont primordiaux pour favoriser les pertes d'azote et de phosphore. L'absence de phénomènes de volatilisation (*stripping*) de l'ammoniac vers l'atmosphère pourrait également expliquer la forte hausse de l'azote total durant ces périodes de sécheresse, s'ils sont avérés le reste de l'année.

Dans l'état actuel des analyses menées, il est difficile de déterminer quel paramètre influe le plus sur la hausse des fractions particulières phosphorées et azotées, et du phosphate durant les périodes de déficit hydrique.

Les résultats d'analyses sur la craste Neuve indiquent de forts rejets d'éléments phosphorés et d'azote total. Des effets de dilution des éléments s'opèrent lors des précipitations, tandis que la concentration se constate lors des périodes de sécheresse : ce

**fonctionnement contraste avec les rejets sur les autres crastes. Le manque d'entretien de la station en amont explique en partie ces problèmes.
Le manque de régularité des précipitations accroît les concentrations en nutriments.**

C. Les charges sur les lacs

Ces mesures faites sur le bassin versant des lacs médocains indiquent les principaux flux de nutriments. Il est dès lors possible de calculer la somme des charges en nutriments par bassin versant afin d'avoir une bonne évaluation des charges totales supportées par chaque lac. Les bornes de la DCE Plan d'eau pour chaque paramètre (Tableau 7) peuvent également être reprises et adaptées en fonction des volumes des lacs : ces nouvelles bornes permettent alors d'apprécier l'état des eaux des lacs en fonction des charges totales venues du bassin versant.

Pour l'azote minéral (Tableau 10), le calcul de la qualité des eaux va de « très bon » pour des concentrations inférieures à 0,2 mg/l, soit l'équivalent de 42 t. sur le lac de Carcans-Hourtin et de 10,6 t. sur le lac de Lacanau ; jusqu'à « mauvais » pour des valeurs supérieures à 2 mg/l, soit plus de 420 t. sur le lac de Carcans-Hourtin et plus de 106 t. sur le lac de Lacanau.

Bornes supérieures	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre
Valeur DCE en mg/l	0,2	0,4	1	2
Lac de Carcans-Hourtin (en t.)	42	84	210	420
Lac de Lacanau (en t.)	10,6	21,2	53	106

Tableau 10 : Bornes de qualités pour l'azote minéral correspondant aux volumes des lacs

Les apports sur les lacs en azote minéral peuvent alors être évalués (Tableau 11) grâce aux calculs croisant débits et concentrations (Annexe 1 et Figure 18), tandis que la bibliographie donne une indication des apports atmosphériques. Les charges transitant par les sédiments sont à évaluer.

	Bassin versant	Atmosphère	Sédiment	TOTAL
Lac de Carcans-Hourtin (en t.)	102	15 à 35	?	117 à 137
Lac de Lacanau (en t.)	14	5 à 11	?	19 à 25

Tableau 11 : Evaluation des apports annuels en azote minéral sur les lacs médocains à partir des charges totales issues des crastes

Sur le lac de Carcans-Hourtin, les crastes amènent au moins 102 t. d'azote minéral par an ce qui dégrade la qualité des eaux. Les apports atmosphériques (proportionnels à la surface de chaque lac) pénalisent un peu plus cette situation. **Les eaux sont de qualité « moyenne » dans le lac de Carcans-Hourtin tout comme dans le lac de Lacanau.** Cette situation est préoccupante et pourrait favoriser les processus d'eutrophisation. De plus, la prise en compte du renouvellement des eaux (tous les deux ans à Carcans-Hourtin, contre deux fois par an à Lacanau) pourrait augmenter ces concentrations à Carcans-Hourtin, mais les diminuer à Lacanau.

Les mêmes calculs peuvent être menés pour les phosphates :

Bornes supérieures	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre
Valeur DCE en mg/l	0,01	0,02	0,03	0,05
Lac de Carcans-Hourtin (en t.)	2,1	4,2	6,3	10,5
Lac de Lacanau (en t.)	0,53	1,06	1,59	2,65

Tableau 12 : Bornes de qualités pour les phosphates correspondant aux volumes des lacs

	Bassin versant	Atmosphère	Sédiment	TOTAL
Lac de Carcans-Hourtin (en t.)	0,35	1,4 à 2	?	1,75 à 2,35
Lac de Lacanau (en t.)	0,12	0,4 à 0,6	?	0,52 à 0,72

Tableau 13 : Evaluation des apports annuels en PO₄-P sur les lacs médocains à partir des charges totales issues des crastes

Pour les deux lacs, les apports en phosphates du bassin versant cumulés aux apports atmosphériques indiquent des eaux de « très bonne » ou de « bonne » qualité. Les apports atmosphériques ne sont pas négligeables et constituent près de 80% des apports connus. A cause de cela, les concentrations en phosphates dans le lac de Lacanau sont proches des eaux de qualité « moyenne ».

Concernant le phosphore total :

Bornes supérieures	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre
Valeur DCE en mg/l	0.015	0,03	0,06	0,1
Lac de Carcans-Hourtin (en t.)	3,15	6,3	12,6	21
Lac de Lacanau (en t.)	0,795	1,59	3,18	5,3

Tableau 14 : Bornes de qualités pour le phosphore total correspondant aux volumes des lacs

	Bassin versant	Atmosphère	Sédiment	TOTAL
Lac de Carcans-Hourtin (en t.)	0,9	~3,1	?	4
Lac de Lacanau (en t.)	0,3	~1	?	1,3

Tableau 15 : Evaluation des apports annuels en phosphore total sur les lacs médocains à partir des charges totales issues des crastes

Les données bibliographiques n'ont pas permis d'établir une fourchette dans les apports en phosphore total. Cette donnée est donc à considérer avec prudence puisqu'elle est issue d'une seule source et représente les trois quarts des apports totaux. Les eaux des deux lacs sont de « bonne » qualité d'après ces calculs, mais les eaux à Lacanau sont proches de la qualité « moyenne ».

Il est aussi possible de calculer les nutriments disponibles dans chaque lac à partir du suivi des points de prélèvements à leur sortie (points de l'Exutoire Carcans et de Batejin) ou dans le lac (Port Lacanau). La moyenne annuelle des teneurs en nutriments (Tableau 16) donne une évaluation cohérente des concentrations présentes dans les lacs en particulier aux points de sortie des systèmes puisqu'il s'agit des eaux qui s'évacuent des lacs sous leur forme « finale ». En effet, les eaux présentes dans les lacs et leurs teneurs en nutriments changent en fonction de différents processus d'échanges et de piégeage.

Moyenne (mg/l)	NO ₃ -N	Nitrates	Azote total	PO ₄ -P	Phosphates	Phosphore total
Exutoire Carcans	0,697	3,065	1,236	0,013	0,039	0,012
Port Lacanau	0,484	2,130	0,855	0,007	0,022	0,010
Batejin	0,455	2,001	0,682	0,002	0,007	0,011

Tableau 16 : Moyenne annuelle des concentrations en nutriments dans les lacs

Ces moyennes peuvent être croisées au volume total de chaque lac (Carcans-Hourtin, 210 millions de m³ ; Lacanau, 20 millions de m³) pour connaître les disponibilités totales en nutriments :

(tonnes)	NO3-N	Nitrates	Azote total	PO4-P	Phosphates	Phosphore total
Exutoire Carcans	146,28	643,63	259,64	2,64	8,09	2,51
Port Lacanau	25,65	112,87	45,29	0,38	1,16	0,51
Bateijn	24,11	106,07	36,14	0,11	0,35	0,56

Tableau 17 : Disponibilités en nutriments dans chaque lac (en tonnes)

Ces résultats sont très proches des calculs des apports sur les lacs (Tableau 11, Tableau 13, Tableau 15). Appliquées aux bornes de la DCE Plan d'eau, **les tendances sont quasiment les mêmes d'une méthode à l'autre** (sauf pour le phosphore total où une amélioration de la qualité des eaux est visible) **et justifient d'une bonne évaluation des nutriments dans les lacs.**

De ce fait la comparaison entre ces deux calculs (Tableau 18) est intéressante puisque cette deuxième méthode permet de prendre en considération l'ensemble des apports (par le bassin versant, l'atmosphère, les sédiments) et les pertes possibles en nutriments.

(tonnes)	NO3-N		PO4-P		Phosphore total	
	Apports	Dispo.	Apports	Dispo.	Apports	Dispo.
Lac de Carcans-Hourtin	117 à 137	146	1,75 à 2,35	2,64	4	2,5
Lac de Lacanau	19 à 25	25	0,52 à 0,72	0,25	1,3	0,54

Tableau 18 : Comparaison des disponibilités et apports en nutriments dans les lacs

Le différentiel entre les disponibilités et les apports en nutriments est positif pour les nitrates, tandis qu'il est en déficit pour les éléments phosphorés. Ainsi les apports en nitrates (NO3-N) paraissent-ils sous-estimés de 10 à 30 tonnes à Carcans-Hourtin en calculant les apports venus des crastes d'un bassin versant. Cette différence peut être due à plusieurs facteurs : des apports par ruissellement ou par atmosphère sous-estimés (et en dehors des crastes étudiées), les apports par les sédiments, les échanges et la transformation d'éléments azotés... Les disponibilités en éléments phosphorés sont inférieures aux apports (sauf pour le PO4-P à Carcans-Hourtin). Plusieurs raisons peuvent expliquer ce phénomène : la sédimentation ou l'utilisation par la flore sont les plus cohérents en ce sens. Pour le lac de Carcans-Hourtin, les apports en nutriments paraissent sous-estimés.

Si ces deux méthodes de calculs proposent diverses hypothèses de départ (approximations des rejets atmosphériques ; usage des moyennes des points de sortie), **elles révèlent des résultats proches et réalistes.**

Dans un souci d'économie et si les tendances sur le bassin versant changent peu, il paraît possible d'analyser seulement quelques points (ceux en sortie des lacs) pour évaluer les disponibilités totales en nutriments sur les lacs chaque année. A partir de ces mêmes données, il serait possible de calculer la part de ruissellement et d'apports atmosphériques. Enfin, par la suite, il serait possible de réévaluer les apports de chaque craste (avec une marge d'erreur raisonnable), en pondérant ces résultats par la proportion de rejets issus de chaque craste (Tableau 19).

	NO3-N	Nitrates	Azote total	PO4-P	Phosphates	Phosphore total
1- Louley	0,16	0,16	0,28	0,48	0,48	0,66
2- Matouse	0,57	0,57	0,71	4,84	4,87	1,44
3- Bré	19,10	19,10	18,08	3,71	3,70	1,99
4- Caillava	64,95	64,95	63,69	27,84	27,83	62,75
5- Couture	3,12	3,12	3,35	2,71	2,70	2,10
6- Garroueyre	11,95	11,95	12,55	13,37	13,37	5,45
7- Pipeyrous	7,31	7,31	6,84	3,18	3,18	3,47
8- Queytive	2,95	2,95	3,27	5,14	5,14	4,25
11- Neuve	0,82	0,82	2,60	100,03	99,99	50,26
12- Coutin	8,99	8,99	9,31	42,44	42,42	19,88
BV Carcans-Hourtin ⁸	100	100	100	100	100	100
14- Pont des tables	20,97	20,97	16,56	13,49	13,50	19,98
15- Planquehaute	13,14	13,14	10,95	5,29	5,25	6,35
17- Berle N	0,72	0,72	0,93	2,22	2,22	0,72
18- Grande Berle	23,69	23,69	28,72	61,76	61,79	32,64
19- Canal de Caupos	41,49	41,49	42,84	17,23	17,24	40,31
BV Lacanau	100	100	100	100	100	100

Tableau 19 : Part de chaque craste dans les charges en nutriments de son bassin versant

A titre d'exemples, en s'appuyant sur les disponibilités en nitrates au lac de Carcans-Hourtin (calculées à partir de la moyenne des concentrations sur le seul point de l'Exutoire de Carcans), il est possible d'évaluer les rejets par le bassin versant à 75 à 87% des apports totaux. De là, Caillava correspond à 65% de ces apports :

	Seuil haut des apports atmosphériques	Seuil bas des apports atmosphériques
Tonnage rejeté via le bassin versant	146 X 75% = 109,5	146 X 87% = 127,02
Tonnage transitant par la Caillava	109,5 X 65% = 71,175	127 X 65% = 82,563
Corrélation réalité/calcul	65998,36/71175 X 100 = 92,7%	65998,36/82563 X 100 = 77,13%

Tableau 20 : Exemple de calcul des rejets par la Caillava

Les corrélations entre les résultats estimés ci-dessus et les résultats sont comprises entre 77 et 93%. La corrélation est meilleure en utilisant le total des apports prenant en compte un maximum d'apports atmosphériques (seuil haut). Afin d'être reproductible, il est important de tester ces divers calculs afin d'obtenir des résultats plus précis. Une forte évolution des teneurs en sortie des systèmes pourrait alors indiquer des variations dans les rejets des crastes.

⁸ En excluant Neuve et Bré du calcul.

De ces divers calculs, il est possible d'évaluer l'état des lacs en fonction des apports du bassin versant. En effet, dans ces travaux de 1992, le CEMAGREF a fourni un diagramme indiquant les limites tolérables et les limites dangereuses pour le lac de Carcans-Hourtin (Figure 28).

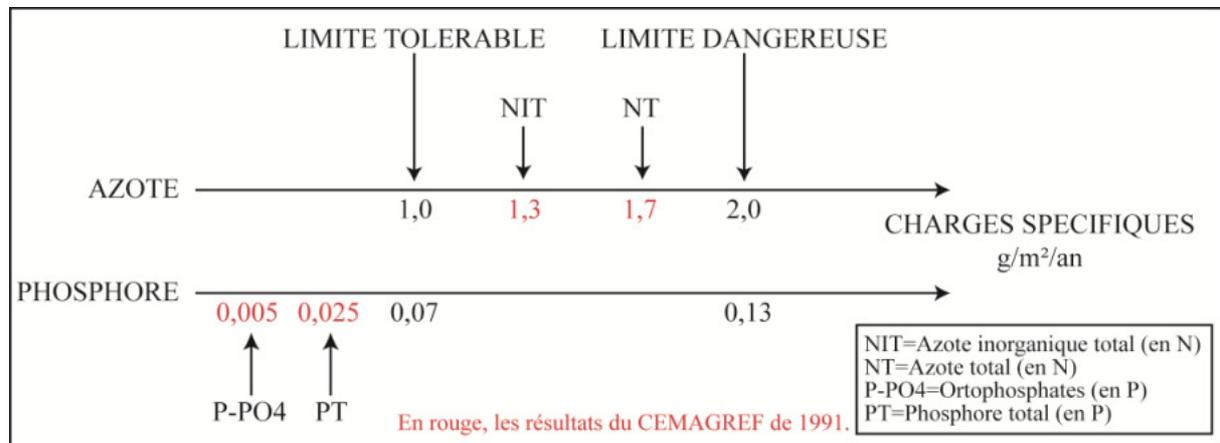


Figure 28 : Lac d'Hourtín-Carcans : Charge spécifique en nutriments

Source : CEMAGREF, 1992, p.35.

A l'époque, les éléments azotés pénalisaient la qualité des eaux du lac en s'approchant de la limite dangereuse. Les éléments phosphorés étaient bien en-dessous du seuil de tolérance.

Les données qui viennent d'être calculées selon deux méthodes peuvent être intégrées à cette figure :

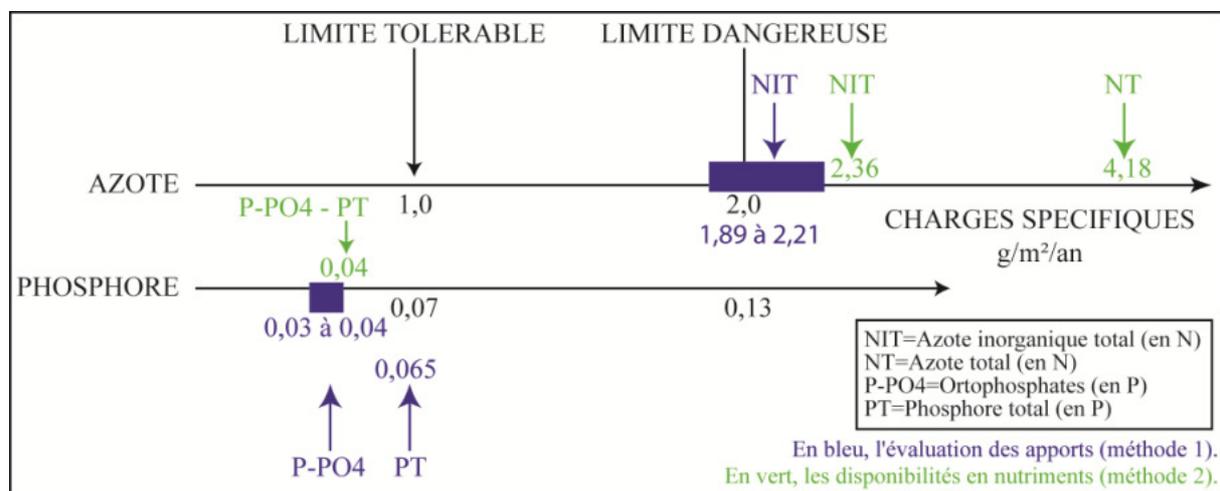


Figure 29 : Lac d'Hourtín-Carcans : Charge spécifique en nutriments selon les données actuelles

Cette approche confirme les problèmes de pollution en azote dans le lac de Carcans-Hourtin. La limite dangereuse est dépassée (ou sur le point de l'être) en azote total et en nitrates. Cette situation est préoccupante d'autant que les éléments azotés participent à l'eutrophisation même s'ils ne sont pas connus comme le principal élément limitant la croissance végétal. **Les concentrations en phosphates et phosphore total se situent encore en-deçà de la limite tolérable.** Cette forte croissance des concentrations (x6 à 8 pour les phosphates et x1,5 à 2,5 pour le phosphore total) depuis 20 ans peut s'expliquer par la prise en compte exclusive des apports par ruissellement dans l'étude du CEMAGREF. Or les apports atmosphériques participent grandement aux charges sur les lacs. **En raison de la proximité au seuil de tolérance, il serait urgent d'étudier la proportion des éléments phosphorés**

transitant dans les nappes et par les sédiments (et d'évaluer plus précisément les apports atmosphériques) pour avoir une évaluation globale de l'état du lac de Carcans-Hourtin : à n'en pas douter la limite tolérable serait atteinte. Un tel travail serait à mener pour le lac de Lacanau.

Les méthodes d'évaluation des charges indiquent des excès d'éléments azotés dans les deux lacs pouvant porter préjudice et transformer les milieux. Les éléments phosphorés issus du bassin versant se retrouvent dans des proportions moindres ce qui dégrade peu les eaux des deux lacs.

Plusieurs inconnus demeurent pouvant potentiellement changer ces résultats : l'impact du taux de renouvellement des eaux des lacs et la méconnaissance des échanges internes et externes en nutriments dans les lacs seraient à analyser pour avoir une vision d'ensemble des processus en place et des risques d'eutrophisation. Au regard des proportions de phosphore atmosphérique, l'enjeu de cette connaissance est de taille.

III. LES PERTES EN NUTRIMENTS SELON L'OCCUPATION DU SOL

Les données collectées tout au long de la campagne peuvent être comparées aux travaux menés par le CEMAGREF dans son rapport de 1992. Pour cela, les auteurs avaient réussi à calculer les pertes en nutriments selon l'occupation du sol, en prenant en compte les secteurs forestiers et agricoles. Une même démarche est ici reproduite afin de proposer une idée des évolutions de ces coefficients d'exportation sur le bassin versant des lacs médocains.

Afin de réaliser ces calculs, les mêmes méthodes que le CEMAGREF ont été utilisées :

- Les crastes identifiées comme ayant un fonctionnement quasi-naturel sont considérées comme exportant exclusivement des nutriments d'origine forestière (en kg/ha/an).
- La moyenne des pertes de ces crastes est alors considérée comme la charge moyenne forestière émise dans les autres bassins versants.
- Il est alors possible de calculer les émissions forestières de toutes les crastes en fonction de la part des forêts dans l'occupation du sol.

	Taille BV Total	Part agricole dans BV
	km ²	%
Louley	14,25	1%
Matouse	17,2	4%
Caillava	47,39	40%
Couture	18,94	29%
Garroueyre	23,42	20%
Pipeyrous	33,94	19%
Queytive	32,6	5%
Coutin	68,83	15%
Pont des Tables	47,73	3%
Planquehaute	12,49	6%
Berle	68,3	1%
Caupos	106	3%
Bré	26,86	65%

Tableau 21 : Taille des bassins versants et part des zones agricoles

- La différence entre les charges totales et les charges forestières correspond aux charges agricoles. Divisées par les surfaces agricoles, les coefficients d'exportation de l'agriculture peuvent être évalués.

A. Les charges spécifiques en éléments phosphorés

Les charges en phosphates sont relativement basses (Tableau 22) en raison des faibles concentrations remarquées lors des analyses. Les coefficients d'exportation totaux sont compris entre 0,001 et 0,02 kg PO₄-P/ha/an quel que soit le type d'occupation du sol. La moyenne des rejets en zones forestières est de 0,0055 kg PO₄-P/ha/an et sert de base au calcul des exportations issues des zones agricoles. Le résultat négatif à Pipeyrous s'explique par une surestimation des rejets forestiers liés à cette moyenne. Le maximum de 0,1105 kg PO₄-P/ha/an venant de Coutin est sans doute à relativiser car les calculs ne considèrent pas l'impact de la station de lagunage dans les charges.

	Export - total	Coefficient d'exportation total	Export - forêt	Coefficient d'exportation des forêts	Export - agricole	Coefficient d'exportation de l'agriculture
	kg de PO4-P/an	kg PO4-P/ha/an	kg de PO4-P/an	kg PO4-P/ha/an	kg PO4-P/an	kg PO4-P/ha/an
Louley	1,66	0,001	1,66	0,0012	0,01	0,0012
Matouse	16,70	0,01	16,03	0,0097	0,67	0,0097
Caillava	96,14	0,02	15,71	0,0055	80,43	0,0429
Couture	9,34	0,005	7,36	0,0055	1,98	0,0036
Garroueyre	46,17	0,02	10,24	0,0055	35,93	0,0756
Pipeyrous	11,00	0,003	15,06	0,0055	-4,06	-0,0063
Queytive	17,75	0,01	16,87	0,0054	0,89	0,0054
Coutin	146,53	0,02	32,07	0,0055	114,45	0,1105
Pont des Tables	16,59	0,003	16,07	0,0035	0,51	0,0035
Planquehaute	6,50	0,01	6,43	0,0055	0,07	0,0009
Berle	75,92	0,01	75,00	0,0111	0,92	0,0111
Caupos	21,18	0,002	20,47	0,0020	0,72	0,0020
			Moyenne forêt	0,0055		
Bré	12,79	0,005	5,16	0,0055	7,63	0,0044

Tableau 22 : Calcul des charges agricoles et forestières en PO4-P dans le bassin versant des lacs médocains

Concernant le phosphore total (Tableau 23), les maxima se trouvent à Caillava, Garroueyre et Coutin (en aval de Neuve) tout comme pour les coefficients d'exportation des zones agricoles respectivement de 0,285, 0,064 et 0,116 kg PT/ha/an. Planquehaute dispose d'un coefficient d'exportation des zones agricoles de 0,085 kg PT/ha/an : la difficulté à identifier les sens d'écoulement et les limites de son bassin versant pose problème pour la fiabilité des résultats et ceci pour les charges de tous les nutriments.

Caillava dispose d'un coefficient d'exportation élevé en comparaison aux autres bassins versants agricoles : l'impact des crues d'avril explique ces fortes charges. De même à Coutin, la présence de la station de lagunage est en prendre en compte pour comprendre ces charges. Toutefois, déjà en 1992, Coutin (Lambrusse) disposait du plus haut coefficient d'exportation des zones agricoles avec 0,5 kg PT/ha/an (contre 0,024 pour la Garroueyre, autre bassin versant mixte) : peut-être la présence de la station de lagunage pénalisait-il ces résultats. Si les conditions d'analyses sont les équivalentes, il est à noter la forte baisse de ces charges en 20 ans.

Ces données concordent bien avec les résultats du CEMAGREF. Les concentrations moyennes observées alors étaient de 0,07 kg PT/ha/an (sur 4 crastes du bassin versant de Carcans-Hourtin) contre 0,03 kg PT/ha/an aujourd'hui (sur 8 crastes) du bassin versant du lac de Carcans-Hourtin et 0,013 kg PT/ha/an du bassin versant du lac de Lacanau. Les auteurs conditionnent son déplacement « aux travaux d'aménagement (fossés d'assainissement, pistes forestières, défrichement), à l'action mécanique sur les milieux (coupes rases, curage annuel des fossés, etc), [et] à des phénomènes de nature climatique (érosion éolienne) ou physique (érosion régressive) » (1992, p31) que ce soit sur les zones forestières ou mixtes. Les moyennes des coefficients évalués sur les zones agricoles sont plus proches de ceux du CEMAGREF : 0,06 kg PT/ha/an pour Carcans-Hourtin et 0,03 kg PT/ha/an pour Lacanau. Ces valeurs restent faibles.

	Export - total	Coefficient d'exportation total	Export - forêt	Coefficient d'exportation des forêts	Export - agricole	Coefficient d'exportation de l'agriculture
	kg de PT/an	kg PT/ha/an	kg de PT/an	kg PT/ha/an	kg de PT/an	kg PT/ha/an
Louley	5,92	0,004	5,88	0,0042	0,03	0,0042
Matouse	12,94	0,008	12,42	0,0075	0,52	0,0075
Caillava	563,04	0,119	28,73	0,0100	534,30	0,2850
Couture	18,85	0,010	13,46	0,0100	5,38	0,0098
Garroueyre	48,89	0,021	18,73	0,0100	30,16	0,0635
Pipeyrous	31,14	0,009	27,55	0,0100	3,59	0,0055
Queytive	38,13	0,012	36,22	0,0117	1,91	0,0117
Coutin	178,36	0,026	58,66	0,0100	119,70	0,1155
Pont des Tables	57,62	0,012	55,84	0,0121	1,77	0,0121
Planquehaute	18,32	0,015	11,76	0,0100	6,56	0,0852
Berle	94,15	0,014	93,01	0,0138	1,14	0,0138
Caupos	116,27	0,011	112,33	0,0110	3,94	0,0110
			Moyenne forêt	0,0100		
Bré	17,83	0,007	9,44	0,0100	8,39	0,0048

Tableau 23 : Calcul des charges agricoles et forestières en phosphore total dans le bassin versant des lacs médocains

Les conclusions de l'IFREMER, CEMAGREF, SSA, SABARC sont encore d'actualités en indiquant que « les fertilisations agricoles en phosphore n'ont pas augmenté depuis 1970. De même, la sylviculture apporte des quantités de fumure phosphorée relativement faibles et uniquement lors de la plantation soit tous les cinquante ans » (1994, p62).

B. Les charges spécifiques en éléments azotés

	Export - total	Coefficient d'exportation total	Export - forêt	Coefficient d'exportation des forêts	Export - agricole	Coefficient d'exportation de l'agriculture
	kg NO ₃ -N /an	kg NO ₃ -N/ha/an	kg NO ₃ -N/an	kg NO ₃ -N/ha/an	kg NO ₃ -N/an	kg NO ₃ -N/ha/an
Louley	159,03	0,11	158,14	0,11	0,89	0,11
Matouse	583,35	0,34	559,95	0,34	23,40	0,34
Caillava	65998,36	13,93	1421,62	0,50	64576,73	34,44
Couture	3173,17	1,68	666,14	0,50	2507,03	4,54
Garroueyre	12139,48	5,18	926,73	0,50	11212,75	23,61
Pipeyrous	7427,37	2,19	1363,05	0,50	6064,32	9,36
Queytive	2992,57	0,92	2842,94	0,92	149,63	0,92
Coutin	9136,66	1,33	2902,31	0,50	6234,35	6,02
Pont des Tables	2866,20	0,60	2777,93	0,60	88,27	0,60
Planquehaute	1796,12	1,44	581,75	0,50	1214,37	15,77
Berle	3237,86	0,47	3198,52	0,47	39,35	0,47
Caupos	5670,65	0,53	5478,60	0,53	192,05	0,53

			Moyenne forêt	0,50		
Bré	19404,43	7,22	467,09	0,50	18937,34	10,85

Tableau 24 : Calcul des charges agricoles et forestières en NO₃-N dans le bassin versant des lacs médocains

Les coefficients d'exportation de NO₃-N (Tableau 24) donnent des résultats plus contrastés. De 0,11 (à Louley) à 13,93 kg NO₃-N/ha/an (à Caillava) sont perdus. La proportion est très élevée d'un bassin versant à l'autre. Les moyennes des coefficients d'exportation des forêts (0,5 kg NO₃-N/ha/an) permettent de calculer les coefficients d'exportation des exploitations agricoles. En se concentrant sur les crastes possédant au moins 15% des sols occupés par l'agriculture, exclusivement sur le bassin versant de Carcans-Hourtin, les crastes de Caillava, Couture, Garroueyre, Pipeyrous et Lambrusse (Coutin) proposent des coefficients significatifs. La moyenne sur ces bassins versants est de 15,6 kg NO₃-N/ha/an alors que le maximum est atteint à Caillava avec 34 kg NO₃-N/ha/an et le minimum à Couture avec 4,5 kg NO₃-N/ha/an. La Caillava et la Garroueyre se situent au-dessus de la moyenne et tirent cette moyenne vers le haut. **Les pertes en nutriments de ces deux zones sont significatives et doivent encourager à une réduction des intrants et à leur rétention par de nouveaux systèmes.**

Comparées aux données du CEMAGREF, les résultats sont encore une fois cohérents : il avait été calculé une perte en zone agricole de 18,6 kg NO₃-N/ha/an à Garroueyre et 18,1 kg NO₃-N/ha/an au Lambrusse (Coutin), contre 15,6 en moyenne aujourd'hui. Garroueyre a connu une forte hausse, tandis que Coutin a vu ces pertes diminuées.

Les tendances relevées pour le NO₃-N se confirment et s'amplifient pour l'azote total (Tableau 25). Aussi, les coefficients minimaux et maximaux se localisent sur les bassins versants de Louley (0,24 kg NT/ha/an) et de Caillava (16,23 kg NT/ha/an). Les mêmes bassins versants agricoles peuvent être identifiés : la moyenne des pertes y est de 18,13 kg NT/ha/an avec des pics de près de 40 à Caillava et 29 kg NT/ha/an à Garroueyre. Là encore, des efforts doivent être menés pour réduire ces charges.

	Export total	Coefficient d'exportation total	Export - forêt	Coefficient d'exportation des forêts	Export - agricole	Coefficient d'exportation de l'agriculture
	kg de NT/an	kg NT/ha/an	kg de NT/an	kg NT/ha/an	kg NT/an	kg NT/ha/an
Louley	341,41	0,24	339,49	0,24	1,92	0,24
Matouse	856,96	0,50	822,58	0,50	34,38	0,50
Caillava	76902,60	16,23	2122,97	0,74	74779,63	39,88
Couture	4040,16	2,13	994,77	0,74	3045,39	5,52
Garroueyre	15149,77	6,47	1383,93	0,74	13765,84	28,98
Pipeyrous	8261,83	2,43	2035,50	0,74	6226,33	9,61
Queytive	3942,51	1,21	3745,39	1,21	197,13	1,21
Coutin	11246,50	1,63	4334,15	0,74	6912,35	6,67
Pont des Tables	3533,71	0,74	3424,87	0,74	108,83	0,74
Planquehaute	2337,41	1,87	868,76	0,74	1468,65	19,07
Berle	6129,55	0,90	6055,06	0,90	74,49	0,90
Caupos	9143,41	0,86	8833,74	0,86	309,67	0,86
			Moyenne	0,74		

			forêt			
Bré	21824,42	8,13	697,53	0,74	21126,90	12,11

Tableau 25 : Calcul des charges agricoles et forestières en azote total dans le bassin versant des lacs médocains

CONCLUSION

C. Les exportations en nutriments

Ces différentes données identifient les pertes en nutriments de chaque craste selon les activités qu'elles supportent ou la taille de leur bassin versant. D'autres corrélations facilitent la visualisation des déplacements des nutriments. Les travaux de l'IFREMER, CEMAGREF, SSA, SABARC (1994) sont parlants en ce sens puisqu'ils mettent en relation les concentrations moyennes en nitrites et nitrates avec les proportions d'espaces agricoles de chaque bassin versant (Figure 30).

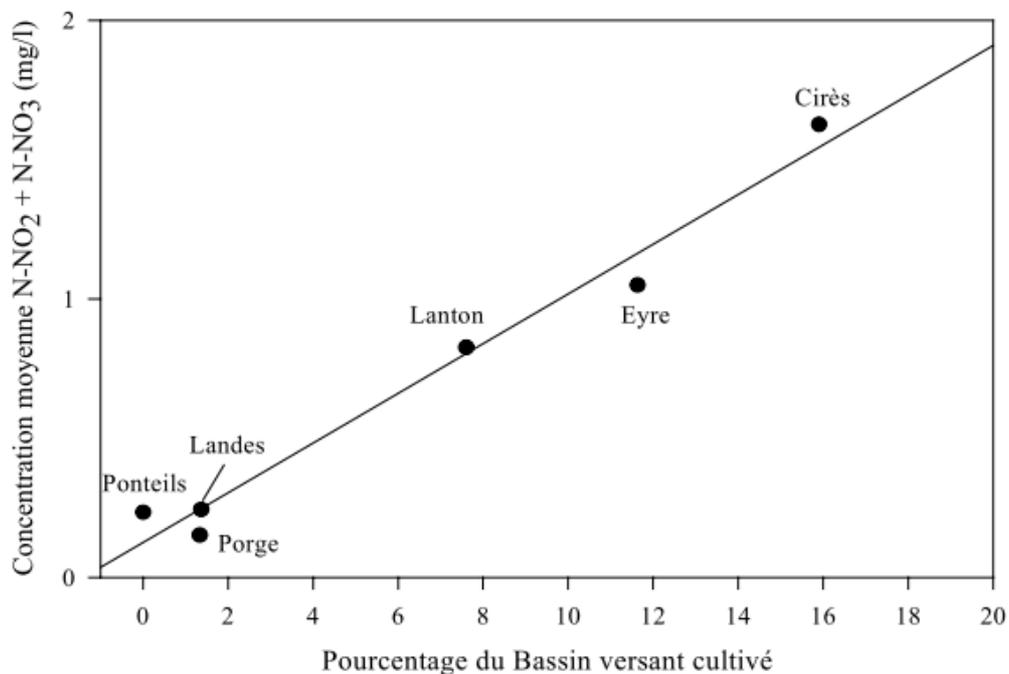


Figure 30 : Influence des surfaces en cultures sur la concentration en nitrite + nitrate dans les cours d'eau

Source : IFREMER, CEMAGREF, SSA, SABARC, 1994, p58.

La concordance est excellente, si bien qu'il est possible d'évaluer qu'à chaque pourcent de bassin versant cultivé correspond une hausse de 0,1 mg/l de nitrite+nitrate. Cette mesure témoigne d'une homogénéité des conditions d'exploitations sur chaque cours d'eau étudié. Elle se révèle pratique pour les gestionnaires afin de connaître les effets des mises en cultures de nouvelles parcelles et leurs effets face à la capacité de charge d'un milieu.

Appliquée aux travaux actuelles, cette corrélation donne des résultats intéressants mais moins caractéristiques (Figure 31). En premier lieu, il faut noter les différences entre les échelles de ces deux schémas : le point Cirès culmine à, à peu près, 1,7 mg/l et 17% d'occupation agricole du sol, contre Bré qui est à 9,7 mg/l NO₃-N et 65 % du bassin versant cultivé. Les maxima et les enjeux ne sont pas les mêmes d'un graphique à l'autre. De plus,

plusieurs courbes de corrélations ont été tracées afin de mettre en avant les difficultés à établir une seule tendance sur les bassins versants des lacs médocains.

La droite en pointillé indique les tendances hautes d'une occupation agricole des bassins versants selon les conditions du milieu et les modalités de culture appliquées à Bré et à Caillava. A chaque pourcent de bassin versant cultivé correspond une hausse des concentrations moyennes en nitrates de 0,15 mg/l. De tels usages s'appliquent exclusivement à Bré et Caillava. Pourtant l'écart paraît limité avec les résultats de l'étude citée ci-dessus (reproduits sur la droite grise), mais il indique des divergences importantes à mesure que l'occupation du sol croît.

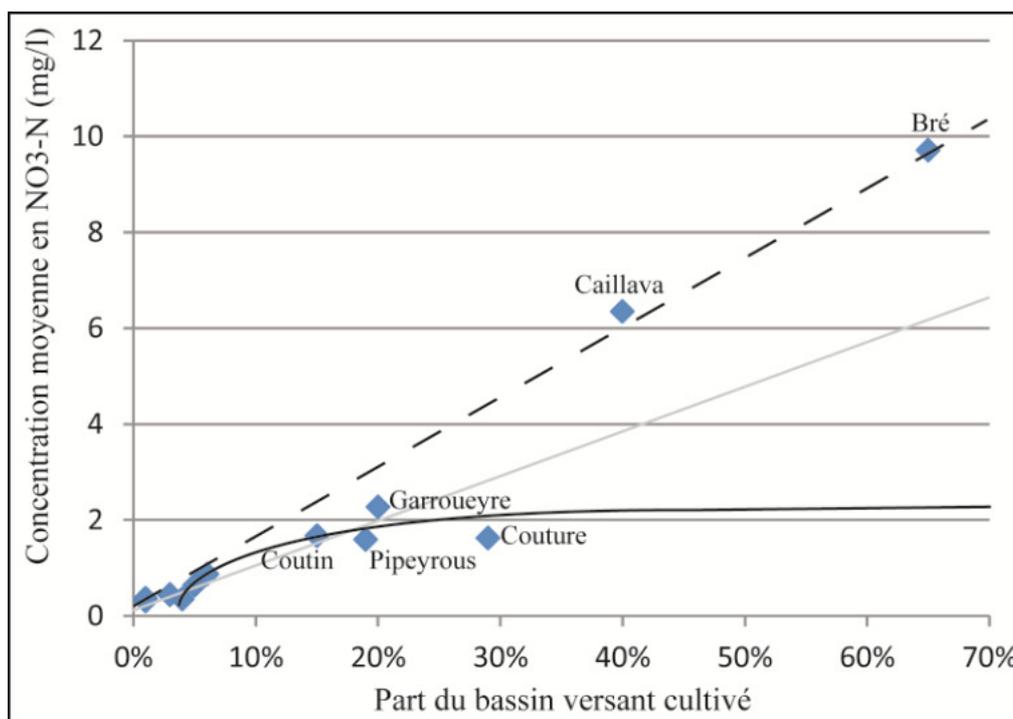


Figure 31 : Influence des surfaces en cultures sur la concentration en NO₃-N dans les crastes

La courbe noire est construite pour prendre en compte les concentrations basses des zones faiblement agricoles et la relative stabilité des concentrations (autour de 2mg/l NO₃-N) des bassins versants occupés entre 15 et 30% par l'agriculture. Un aplatissement des rejets en nitrates au-delà de 30% de zones agricoles, pourrait être constaté si des modes de culture équivalents sont mis en place.

En corrélant les écoulements totaux aux charges en azote total et en phosphore total, il est également possible de dégager les tendances « naturelles » et les activités humaines. Les premières regroupent la majorité des crastes et suivent les droites tracées.

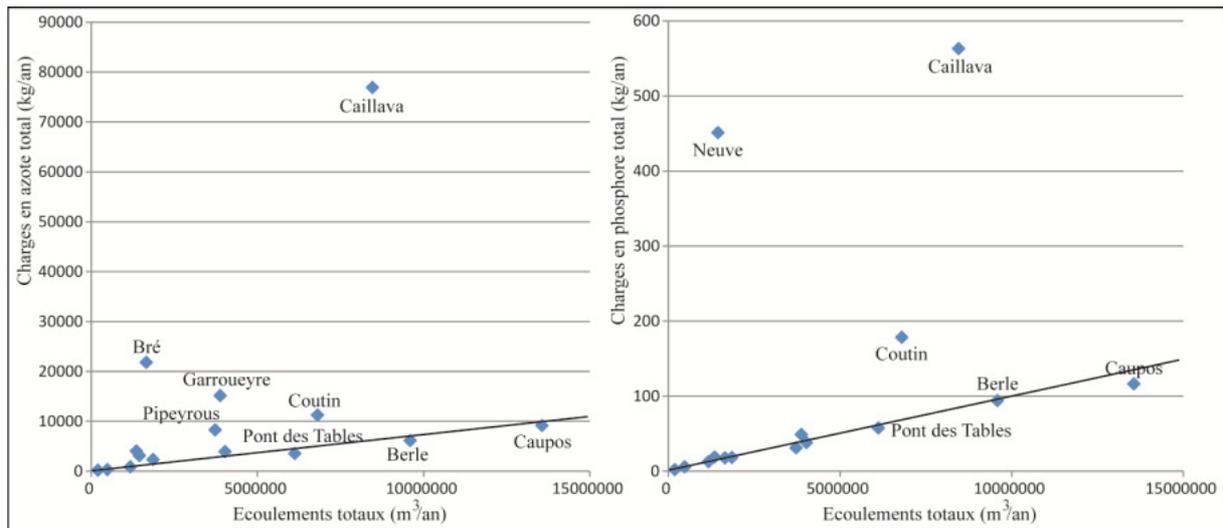


Figure 32 : Relation entre charges (en azote total et en phosphore total) et écoulements

Au-delà, l'intervention humaine est visible, en particulier pour les zones agricoles de Garroueyre, Pipeyrous ou Coutin qui rejettent des charges proportionnellement plus grandes que leurs écoulements. Caillava demeure le point émettant le plus d'azote total et de phosphore total. La corrélation entre écoulements et phosphore total est meilleure à cause des limites de détectabilité souvent atteinte pour cet élément : ainsi la droite se calque-t-elle avant tout sur une charge minimale adossée aux écoulements. En raison de la présence d'une station de lagunage en amont du point sur la craste Neuve, ces charges en phosphore total sont élevées mais diminuent vers l'aval à Coutin.

La relation entre les surfaces en cultures et les concentrations en nitrates témoigne des diversités de fonctionnement des exploitations agricoles et/ou des substrats d'un bassin versant à l'autre. Les excès de nitrates, d'azote total et de phosphore total sont présents à Caillava.

IV. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Année pluviométrique exceptionnelle → à voir dans un contexte de précipitations plus stables ; sinon est-ce que l'exceptionnel ne va devenir la norme ? et il faudra préparer le BV a des pluies erratiques et donc s'adapter à des pics de pollutions ?

A. Etat des lieux scientifiques

Etat des lieux des pollutions

Capacité de charge des deux lacs : les apports totaux sur les bassins versants peuvent être calculés mais la capacité des lacs à assumer des charges plus ou moins importantes paraît délicates.

Présence alarmante de nitrates et d'azote total

1. L'aménagement des sites pourvoyeurs de nutriments

Quelques solutions existant déjà :

Gagnon E., Gangbazo G., 2006, Dispositifs expérimentaux permettant d'évaluer l'effet de la mise en œuvre de bonnes pratiques agricoles sur la qualité de l'eau, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, 8p.

« Udawatta et autres (2002) ont utilisé le même dispositif expérimental pour étudier l'effet de traitements agroforestiers (AG) et des bandes riveraines (BR) sur les charges de phosphore et de matières en suspension. Trois bassins versants ont été utilisés, un bassin versant servant de témoin, un recevant le traitement AG et l'autre recevant le traitement BR. La période de calibration a duré six ans et la période post-traitement a duré trois ans. Les traitements BR et AG ont permis de réduire les charges de phosphore **de 8 % et de 17 % respectivement**. Par contre, ils n'ont pas permis de réduire significativement les charges de matières en suspension. » p4-5

« Meals (2001) a utilisé trois bassins versants, un servant de témoin et deux recevant des traitements. Les traitements évalués étaient le retrait des animaux du cours d'eau, l'implantation de bandes riveraines, l'amélioration ou l'élimination des traverses à gué fréquemment utilisées par le bétail et la remise en végétation des talus dégradés. La période de calibration a duré trois ans, de même que la période de traitement. **La charge de phosphore a diminué de 49 %, la charge d'azote a diminué de 38 % et la charge de matières en suspension a diminué de 28 %, à la suite des traitements.** » p5

Lavie2005 :

Quelles solutions ?

Préventives :

- limiter les apports d'intrants. Le fractionnement des apports est aussi un frein aux pertes d'azote.

« En outre, PAEGELOW (1991) propose de diminuer les apports d'engrais (1/3) aux parcelles cultivées sur une largeur de 12 m à partir du bord externe des bandes enherbées, des cours d'eau, des zones de végétation permanente... afin de limiter les teneurs en azote minéral des talwegs et bas de pente, pour protéger les cours d'eau de l'éluviation de nitrates par une

réduction progressive de la fertilisation (champ > zone à dose d'azote limitée > zone enherbée) à l'approche des cours d'eau. Cependant bien qu'intéressante, cette mesure est difficilement applicable par les agriculteurs qui ne peuvent régler l'épandeur plusieurs fois lors de la fertilisation d'une parcelle. » p110-111

Mise en place de bandes dites de « double densité » : doubler la quantité de plants par surface sur une bande du champ. Lorsque la bande commence à jaunir, signe que l'azote manque ; le même phénomène apparaîtra une quinzaine de jours plus tard sur le reste de la parcelle → fertilisation souhaitée.

- Travaux agricoles et dispositifs intégrés : gestion des résidus de culture ; travailler la terre perpendiculairement à la pente ; maintien ou plantation d'une végétation permanente sur les sites hydromorphes en situation de vallon ou autour des cours d'eau ; création, revalorisation des mares ; plantation, maintien de haies ; et surtout les bandes enherbées autour des parcelles (voir avec la PAC)

STATION LAGUNAGE

L'exploitation des lagunes aérobies ou facultatives n'exige que peu d'expertise, puisque le préposé à cette tâche ne peut influencer les paramètres fondamentaux à l'exception de la hauteur d'eau.

Il devrait néanmoins, à intervalles réguliers, prendre des mesures de certaines variables telles que le débit d'arrivée, la hauteur d'eau, la charge organique, la turbidité, la température et la DBO de l'effluent ; il doit prendre note des phénomènes anormaux ou singuliers qui peuvent influencer sur le comportement de l'étang : prolifération inusitée des algues, gel, perte inexplicable de niveau, etc.

2. La régulation des flux par le positionnement amont des activités

3. Le rôle des zones humides comme zone de dénitrification et de rétention du phosphore

Parler du rôle du bâtard d'eau installé au domaine Saint-Jean

Mais en opposition par rapport aux chiffres avancés par le groupe Hémisphère sur les flux de phosphore total issus des zones humides :

COMMUNAUTE DE COMMUNES DES LACS MEDOCAINS, 2011, *Profil des zones de baignade Maubuisson et Place de la Concorde*, 103p.

5. Les zones humides et la diminution de la charge entrante dans le lac

La restauration des zones humides sur l'hydrosystème des lacs de Lacanau et Carcans-Hourtin, est une solution à envisager pour limiter les apports en nutriments vers les lacs. Les retours d'expériences, et la connaissance actuelle restent toutefois très limités. La restauration des zones humides sur les lacs de Carcans-Hourtin et Lacanau doit faire l'objet d'une **étude d'impact approfondie**. En effet, de nombreux paramètres sont à prendre en considération, pour favoriser l'abattement de la charge en phosphore. Une mauvaise gestion pourrait avoir des conséquences très préjudiciables pour le milieu lacustre, et sur la prolifération de cyanobactéries.

En ralentissant l'écoulement de l'eau, les zones humides vont favoriser la décantation des particules véhiculées par l'eau, sur lesquelles du **phosphore particulaire** peut être adsorbé.

Les zones humides ne vont pas permettre l'épuration de l'eau au regard du paramètre « phosphore ». Elles vont avoir un rôle de « réserve » de phosphore, par accumulation dans les sédiments, et dans les tissus des végétaux. En cas de mauvaise gestion, ce « stock » de phosphore peut être de nouveau disponible relargué dans la colonne d'eau. La zone humide se transforme alors en « source » de phosphore.

L'estimation des flux de phosphore sur le bassin versant est indispensable à l'évaluation « théorique » de l'efficacité de rétention du phosphore par les zones humides. En effet, au delà d'une certaine charge entrante, le phosphore n'est plus retenu, mais il est libéré.

Les zones humides permettent de stocker le phosphore à long terme, par accumulation dans le sol. Pour se faire, le phosphore est stocké à court terme, dans les végétaux qui l'ont assimilé avant de mourir et se décomposer sur le sol.

Au regard de la complexité de fonctionnement des zones humides pour le stockage du phosphore, une étude d'impact et de faisabilité, spécifique au site d'étude est fortement recommandée, dans le but de définir une gestion optimale pour l'abattement du phosphore.

Les lacs ont-ils baissé en profondeur ? D'où une plus forte sédimentation, une masse d'eau diminuant, un réchauffement plus rapide, et un développement de végétation plus problématique ; d'un autre côté, la sédimentation favoriserait la dénitrification dans les eaux du lac mais constituerait un piège pour les phosphores (des éléments peu mobiles mais remobilisables)...

B. Apport pour les gestionnaires

➔ Partie utile ? Ou à reprendre si on fait un mémento ? Dans ce cas bien indiquer que cette partie résume les principaux points ayant capacité à comprendre les résultats et à les transposer de manière opérationnelle.

1. L'état des lieux des bassins versants

Souligner la coopération et la réactivité des acteurs locaux pour la préservation du milieu : conscience des problèmes et des enjeux extérieurs.

Bonne coopération de la chambre d'agriculture

Quelles possibilités d'action sur le BV

Quelles possibilités d'aménagement en fonction des pollutions actuelles aux nutriments ?

→ Installation de nouvelles exploitations agricoles ? dans quelles mesures, sur quelles surfaces ?

Est-ce possible de rapporter la pollution émise par les zones agricoles à des superficies plus vastes ?

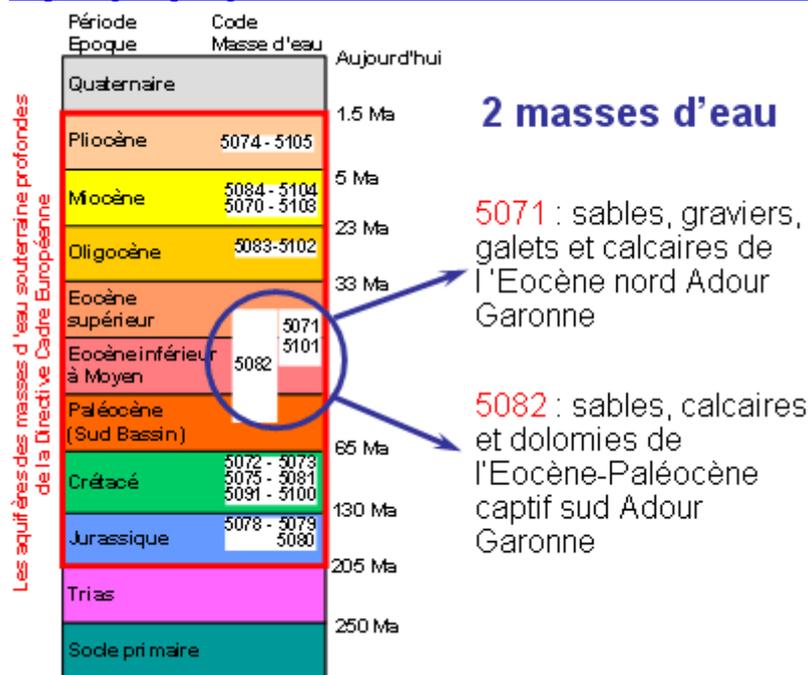
- Pour évaluer les effets d'un accroissement des zones allouées à l'agriculture sur les pollutions (par exemple, aujourd'hui 10X sont alloués à l'agriculture et polluent à 50Y ; donc si l'agriculture croît jusqu'à 50X, alors pollution = 250Y → conséquences très négatives pour les lacs) ;
- Pour établir la part des pollutions liées à l'agriculture : sur le BV, l'agriculture émet XX% des polluants azotés alors qu'elle occupe seulement Y% de l'espace...

2. Les critères de surveillance sur les lacs

Si des apports en nitrates sont remarqués durant l'étude à venir, une faiblesse saisonnière en oxygène dans les lacs pourrait entraîner des processus de réduction des nitrates ou de fortes consommations végétales. La transformation des milieux lacustres pourrait alors intervenir. Des processus de dénitrification peuvent en limiter la présence dans les nappes souterraines et dans les sédiments des lacs.

Voir les eaux souterraines : <http://sigesaqi.brgm.fr/Suivi-qualite-en-Gironde.html>

<http://sigesaqi.brgm.fr/Les-eaux-mineralisees-de-l-Eocene-du-Bassin-Nord-Aquitain.html>



3. Les conséquences sur les cyanobactéries

Groupe HEMISPHERES, 2008, *Evaluation du bilan de phosphore du lac Davignon Cowansville – Rapport technique*, Conseil de gestion du bassin versant de la Yamaska, Cowansville, 65p.

L'azote est un élément relativement peu abondant et une importante fraction est atmosphérique. Cet élément nutritif n'est pas aussi limitant pour la croissance des plantes que le phosphore, puisque les apports sont plus diversifiés (Hade, 2002). L'azote se retrouve sous différentes formes dans les lacs. Bien qu'il soit un élément essentiel à la vie, peu d'espèces vivantes ont la capacité d'utiliser le plus grand réservoir disponible, c'est-à-dire le diazote (N₂) de l'atmosphère. Les cyanobactéries sont le seul groupe du phytoplancton à pouvoir le fixer. L'azote semble donc jouer un rôle dans la dominance des cyanobactéries.

- Cela pourrait être une piste pour expliquer que les cyanobactéries continuent à se développer (ou se développent depuis le début sans apports extérieurs de nutriments) avec la diminution des flux de nutriments, depuis les années 1990...

Forte latence de la présence des cyanobactéries : voir McMeekin + :

COMMUNAUTÉ DE COMMUNES DES LACS MÉDOCAINS, 2011, *Profil des zones de baignade Maubuisson et Place de la Concorde*, 103p.

Cyanobactéries : p44... description pas mal

« Les cyanotoxines se divisent en trois grands groupes :

- Les neurotoxines qui agissent sur le système nerveux et musculaire,
- Les hépatotoxines qui provoquent l'irritation des tissus de la peau et des yeux,
- Les dermatotoxines qui agissent sur le foie et autres organes de digestion. » p36

Présence de cyanobactéries est naturelle. Le risque n'apparaît que lors de production de toxines.

« Les proliférations de cyanobactéries sont le plus souvent associées à trois facteurs principaux : une disponibilité importante en éléments phosphatés, une température élevée, une eau stagnante. Leurs adaptations particulières leur permettent donc de proliférer abondamment dans les eaux continentales. » p36

P75+ : quelques conseils sur l'action sur la suppression des sources d'approvisionnement en phosphore.

Cycle de développement annuel des cyanobactéries. « une partie de **la population hivernale située à la surface des sédiments** est capable, au printemps, d'inoculer la masse d'eau et initie de cette façon la prolifération estivale. C'est entre autres, une des raisons pour laquelle, **malgré la réduction des apports nutritifs, certaines cyanobactéries prolifèrent chaque été**. Dans le cadre du suivi des proliférations cyanobactériennes du lac de Carcans-Hourtin, **il semble donc intéressant d'avoir un état des lieux des sédiments de ce lac en termes de concentration et de diversité cyanobactérienne benthique**. » p85

- Intéressant pour comprendre la latence dans le maintien des cyanobactéries : à évoquer dans la partie discussion du rapport 2...

Conclusions :

- Problème du curage des crastes dans l'évolution des nutriments dans le BV.
- La place de la ripisylve et de sa fonction dans les rétentions de crue et de nutriments

ANNEXES

Mettre les diagrammes de précipitations en grand en format paysage → comme une feuille volante pour les comparaisons aux diverses teneurs.

METTRE LES DONNEES BRUTES SUR LES RESULTATS PAR POINT POUR CHAQUE CRASTE : orientation paysage des données

Kg/an	Débits (m ³ /an)	NO3-N	Nitrates	Azote total	PO4-P	Phosphates	Phosphore total
1- Louley	481924,30	159,03	699,72	341,41	1,66	5,11	5,92
2- Matouse	1176923,44	583,35	2566,74	856,96	16,70	51,68	12,94
3- Bré	1657713,01	19404,43	85379,51	21824,42	12,79	39,28	17,83
4- Caillava	8464250,57	65998,36	290392,76	76902,60	96,14	295,14	563,04
5- Couture	1357670,07	3173,17	13961,95	4040,16	9,34	28,68	18,85
6- Garroueyre	3882468,90	12139,48	53413,72	15149,77	46,17	141,75	48,89
7- Pipeyrous	3729488,44	7427,37	32680,44	8261,83	11,00	33,76	31,14
8- Qeytive	4028699,37	2992,57	13167,32	3942,51	17,75	54,50	38,13
11- Neuve	1450947,67	836,24	3679,44	3138,51	345,39	1060,35	451,01
12- Coutin	6812598,09	9136,66	40201,32	11246,50	146,53	449,83	178,36
14- Pont des tables	6128085,57	2866,20	12611,30	3533,71	16,59	50,92	57,62
15- Planquehaute	1858329,34	1796,12	7901,88	2337,41	6,50	19,80	18,32
17- Berle N	197338,30	97,81	430,36	197,45	2,73	8,39	2,08
18- Grande Berle	9596706,52	3237,86	14246,61	6129,55	75,92	233,07	94,15
19- Canal de Caupos	13568051,42	5670,65	24950,87	9143,41	21,18	65,03	116,27
Total	61282534,35	115278,7	507224,98	142083,27	468,21	1437,68	1185,71
BV C-H	29934023,19	101610	447083,97	120741,74	345,29	1060,47	897,27
BV Lacanau	31348511,15	13668,65	60141,01	21341,53	122,92	377,21	288,44

Annexe 1 : Les apports en nutriments (kg/an)

BIBLIOGRAPHIE

En complément de la bibliographie proposée dans le rapport précédent.

XANTHOULIS D. *et al.*, 2002, *Optimisation de la réutilisation des eaux usées traitées en irrigation*, INRGREF, Tunis, 74p.