

CONTRÔLE DES STATIONS D'ÉPURATION (STEP)

MONITORING OF WASTE WATER TREATMENT PLANTS (WWTP)

Campagne 2007

PAR

Audrey KLEIN

SECRÉTARIAT DE LA COMMISSION INTERNATIONALE POUR LA PROTECTION DES EAUX DU LÉMAN
ACW Changins, Case postale 1080, CH - 1260 NYON 1

RÉSUMÉ

En 2007, 220 stations d'épuration (STEP) étaient en service dans le territoire couvert par la CIPEL (bassins versants du Léman et du Rhône aval) totalisant une capacité de traitement de 4'130'649 équivalents-habitants. Le bilan global de l'assainissement en 2007 se base sur les résultats de surveillance de 169 STEP pour le phosphore total ainsi que les résultats de 163 STEP pour la DBO₅.

A l'échelle du territoire de la CIPEL, la valeur du débit spécifique de 365 L·hab⁻¹·j⁻¹ reste encore trop élevée, car nettement supérieure à la consommation d'eau journalière par personne. Les réseaux d'assainissement transportent encore une quantité non négligeable d'eaux claires, même si les déversements ont tendance à diminuer ces dernières années.

Globalement dans le bassin versant du Léman, les rendements d'épuration pour les paramètres DBO₅ et Ptot dépassent largement les exigences légales avec respectivement 94.9 % et 90.4 %. Le flux de pollution organique rejeté après traitement exprimé par la DBO₅ s'élève à plus de 1'800 tonnes d'O₂, et à 86 tonnes pour le phosphore total.

La part de pollution en phosphore liée aux déversements des STEP est non négligeable et des moyens devraient être déployés en priorité pour soulager le lac de cet apport de pollution.

ABSTRACT

In 2007, 220 wastewater treatment plants (WWTPs) were operating in the territory covered by CIPEL (catchment area of Lake Geneva and the downstream segment of the Rhône) totalling a treatment capacity of 4'130'649 inhabitant-equivalents. The overall assessment of wastewater treatment in 2007 is based on the results of monitoring of 170 WWTPs for total phosphorus and of 164 WWTPs for DBO₅.

At the level of the CIPEL territory, the value of the specific throughput of 365 L·inhab⁻¹·d⁻¹ is still too high, because it is clearly far in excess of the daily water consumption per person. The water treatment networks are still carrying a not-insignificant quantity of clear water, even though outputs have tended to decrease in recent years.

Overall in the catchment area of Lake Geneva, treatment performance for the BDO5 and Ptot parameters are well above the legal requirements, at 94.9 % and 90.4 % respectively. The organic pollution discharged after treatment, reflected in the DBO₅, amounts to more than 2'800 metric tonnes for O₂, and 86 metric tonnes for total phosphorus.

The fraction of phosphorus pollution linked to discharges from WWTPs is not insignificant, and priority should be given to implementing measures to relieve the Lake from this input of pollution.

1. INTRODUCTION

La CIPEL réalise chaque année depuis plus de 20 ans le bilan global du fonctionnement des stations d'épuration (STEP) du bassin versant du Léman et du Rhône aval jusqu'à la frontière franco-suisse de Chancy, pour suivre l'évolution de l'assainissement et mesurer les efforts entrepris pour lutter contre les pollutions d'origine domestique. Il est effectué sur la base des résultats de mesures de débits et de concentrations (en particulier la DBO₅, le phosphore total et dissous) transmis par les services compétents des entités faisant partie de la CIPEL : départements de l'Ain et de la Haute-Savoie, cantons de Vaud, Valais et Genève.

2. ÉTAT DES STEP

2.1 Nombre, capacité et populations raccordées

L'inventaire des STEP a été actualisé au 1^{er} janvier 2008. Le tableau 1 donne pour chaque entité suisse et française du bassin lémanique, le nombre de stations d'épuration, leur capacité nominale de traitement et les populations qui y sont raccordées.

Dans le territoire de la CIPEL, l'état de l'assainissement en 2007 est le reflet du fonctionnement de 220 STEP traitant 97 % des eaux usées issues de la population permanente (1'653'548 habitants) et 91 % des eaux usées issues de la population saisonnière (785'283 habitants). Elles totalisent une capacité nominale de traitement de 4'130'649 équivalents-habitants (EH).

2.2 Contrôles

La fréquence à laquelle ont lieu les contrôles et/ou les autocontrôles des STEP (avec analyse simultanée des eaux et mesure des débits) varie d'une fois par an à une fois par jour selon les STEP et les paramètres mesurés, ce qui influence nettement la qualité des résultats obtenus pour ce qui concerne les flux de pollution et les rendements d'épuration.

En 2007, 164 STEP ont transmis leurs données pour le paramètre DBO₅ et 169 pour le paramètre phosphore total. Il se peut qu'un plus grand nombre de STEP aient cependant été contrôlées.

Tableau 1 : Etat des STEP et des populations raccordées à fin 2007.

Table 1 : State of the WWTPs and the numbers of people connected at the end of 2007.

Bassin versant (BV)	Canton / Département	Nombre total de STEP	Capacité des STEP (EH)		Habitants permanents raccordés		Habitants saisonniers raccordés	
			Total	% déphos. ¹⁾	Total	% déphos. ¹⁾	Total	% déphos. ¹⁾
Léman	Ain	3	21'300	97.7 %	11'235	95.5 %	2'576	98.4 %
	Genève	2	7'625	100 %	6'104	100 %	183	100 %
	Hte-Savoie	20	215'940	95.8 %	82'927	97.2 %	134'868	98.4 %
	Valais	69	1'422'628	97.9 %	280'966	99.6 %	341'141	98.1 %
	Vaud	73	1'021'764	100 %	533'169	100 %	62'007	100 %
Total BV Léman		167	2'689'257	98.5 %	914'401	99.6 %	540'775	98.4 %
Rhône aval	Ain	9	53'100	0 %	48'722	0 %	8'395	0 %
	Genève	13	901'177	66.6 %	473'710	82.3 %	24'583	80.1 %
	Hte-Savoie	31	487'115	38.4 %	216'715	33.9 %	211'530	39.5 %
Total BV Rhône aval		53	1'441'392	54.6 %	739'147	62.7 %	244'508	42.2 %
Total territoire CIPEL		220	4'130'649	83.2 %	1'653'548	83.1 %	785'283	80.9 %

¹⁾ indique les STEP (en pourcentage de la capacité) pratiquant la déphosphatation et le pourcentage d'habitants permanents et saisonniers raccordés sur des stations pratiquant la déphosphatation.

3. BILAN DU FONCTIONNEMENT DES STEP

3.1 Débits

Le tableau 2 présente les débits entrant et/ou sortant en 2007 dans 176 STEP. Pour le territoire de la CIPEL, le débit global entrant est plus élevé en 2007 avec 846'754 m³/j au lieu de 804'807 m³/j en 2006. Le débit des eaux effectivement traitées par les stations d'épuration, sur la base des volumes déversés, serait de 794'235 m³/j, soit près de 94 % du débit entrant. Comme la plupart des STEP ne sont pas équipées de débit-mètres en entrée et en cours de traitement pour mesurer les déversements, le volume journalier réellement traité par les STEP du bassin est largement surestimé.

Les débits déversés mesurés en entrée et/ou en cours de traitement dans les installations disposant de débitmètres, représentent près de 6 % du débit total entrant. Globalement, les débits déversés mesurés ont diminué de 25 % par rapport à 2006. A noter que ceux-ci ne tiennent pas compte des déversements situés sur les réseaux. On pourrait supposer que cette baisse des volumes déversés, déjà constatée en 2004 et 2006, soit liée à une meilleure séparation des eaux usées et des eaux claires. En effet, avec une pluviométrie assez homogène durant ces 3 années (910 mm·an⁻¹ en 2004, 1'065 mm·an⁻¹ en 2006 et 1'136 mm·an⁻¹ en 2007) les déversements sont passés de 71'400 m³/j en 2004 à 63'200 m³/j en 2006 et 47'600 m³/j en 2007. Cette relative amélioration doit être considérée avec beaucoup de précaution, du fait d'une très forte hétérogénéité, d'une année sur l'autre, des mesures de déversement transmises par les STEP. Les débits spécifiques (par temps sec) ont été calculés de la même manière qu'en 2006 (KLEIN et RAPIN, 2007). Ils indiquent le niveau de dilution des eaux usées par des eaux claires permanentes. Globalement, 79 % de la population est raccordée à des réseaux de qualité moyenne avec un débit spécifique de 250 à 450 L·hab⁻¹·j⁻¹, mais la valeur de 365 L·hab⁻¹·j⁻¹ à l'échelle du territoire de la CIPEL reste encore deux fois trop élevée, car nettement supérieure à la consommation d'eau journalière par personne qui est en moyenne de 150 à 180 litres. Les réseaux d'assainissement transportent encore une quantité non négligeable d'eaux claires et à peine 12 % de la population est raccordée à des réseaux ne collectant pratiquement que des eaux usées et dont le débit spécifique est inférieur à 250 L·hab⁻¹·j⁻¹.

Débit spécifique en L·hab ⁻¹ ·jour ⁻¹ :	en 2006	en 2007
BV Léman	363	382
BV Rhône aval	270	304
BV CIPEL	344	365

Ainsi, l'année 2007 a certes semblé-t-il connu moins de déversements qu'en 2006 et 2004 mais les valeurs élevées de débit spécifique écartent l'hypothèse d'une amélioration générale des réseaux d'assainissement. Seul un meilleur contrôle des réseaux et des déversements permettra de connaître l'origine des eaux parasites. La séparation des eaux usées et parasites (permanentes et pluviales) lorsqu'elle peut techniquement être envisagée, l'optimisation du fonctionnement des ouvrages et l'entretien correct des réseaux, sont autant d'actions qui permettent d'agir très concrètement pour diminuer les déversements et qui doivent être soutenues par tous les services compétents en matière d'assainissement.

3.2 Phosphore

3.2.1 Phosphore total (*bassin versant du Léman*)

Les exigences suisse et française pour le traitement du phosphore dans le bassin du Léman sont rappelées ci-dessous :

	Réglementation	Charge brute de pollution organique reçue en kg/j	Concentration maximale	Rendement minimum
Suisse	Ordonnance fédérale sur la protection des eaux du 28 octobre 1998 (OEaux, 1998)		0.8 mgP/L	80 %
France*	Arrêté ministériel du 22 juin 2007	600 à 6'000 kg/j > 6'000 kg/j	2.0 mgP/L 1.0 mgP/L	80 % 80 %
CIPEL	Objectif du Plan d'action 2001-2010		0.8 mgP/L	95 %

* L'arrêté fixe des exigences minimales à respecter, les normes de rejet étant fixées au cas par cas par le Préfet, et les performances doivent être atteintes soit en concentration, soit en rendement.

Le tableau 3 présente le bilan de l'épuration du phosphore total pour l'année 2007 et la figure 4 illustre la répartition entre le flux retenu, déversé, et rejeté après traitement pour chacune des STEP pour lesquelles le phosphore total est analysé.

Le rendement d'épuration sur les eaux traitées atteint 90.4 % et la concentration moyenne de sortie est de 0.5 mgP/L. En tenant compte des déversements en entrée et en cours de traitement, il n'atteint plus que 87.7 %. Ces résultats satisfont pleinement les exigences légales.

La CIPEL a fixé dans son plan d'action 2001-2010 un objectif de 95 % de rendement en moyenne annuelle pour les eaux traitées du bassin du Léman. La figure 2 montre l'évolution lente de ce rendement ces dernières années.

En 2007, 86 tonnes de phosphore ont été rejetées après traitement et 24 tonnes déversées après un éventuel traitement partiel (figure 3).

Avec un rendement d'épuration de 95 %, 41 tonnes en moins de phosphore seraient rejetées après traitement, mais il est important de souligner que la lutte contre les déversements permettrait déjà d'éviter un apport de 24 tonnes au milieu naturel. A noter que cette part de pollution déversée est sous-estimée car elle ne représente que les STEP qui mesurent les déversements.

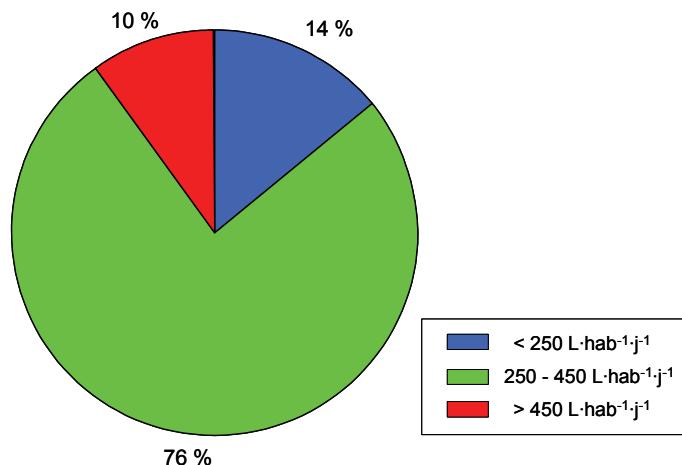


Figure 1 : Qualité des réseaux d'assainissement en pourcentage de la population raccordée.

Figure 1 : Quality of the water treatment networks in terms of the percentage of the population connected.

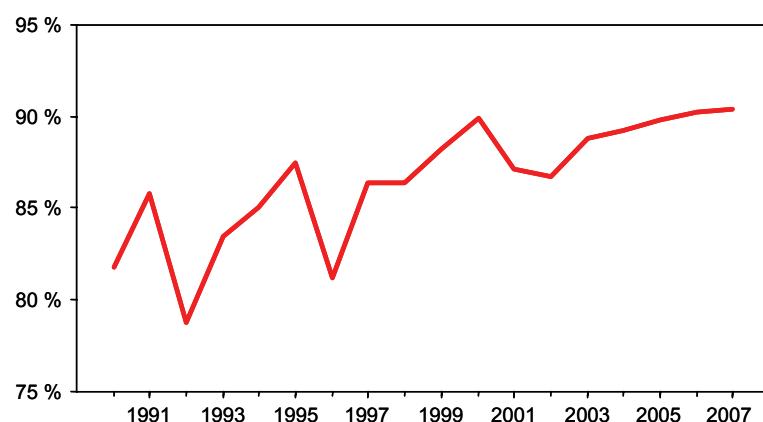


Figure 2 : Evolution entre 1990 et 2007 du rendement d'abattement du phosphore total sur les eaux traitées des STEP du bassin du Léman (source : données CIPEL).

Figure 2 : Change between 1990 and 2007 in the elimination yield of total phosphorus in the treated water from the WWTPs of the Lake Geneva basin (source : CIPEL data).

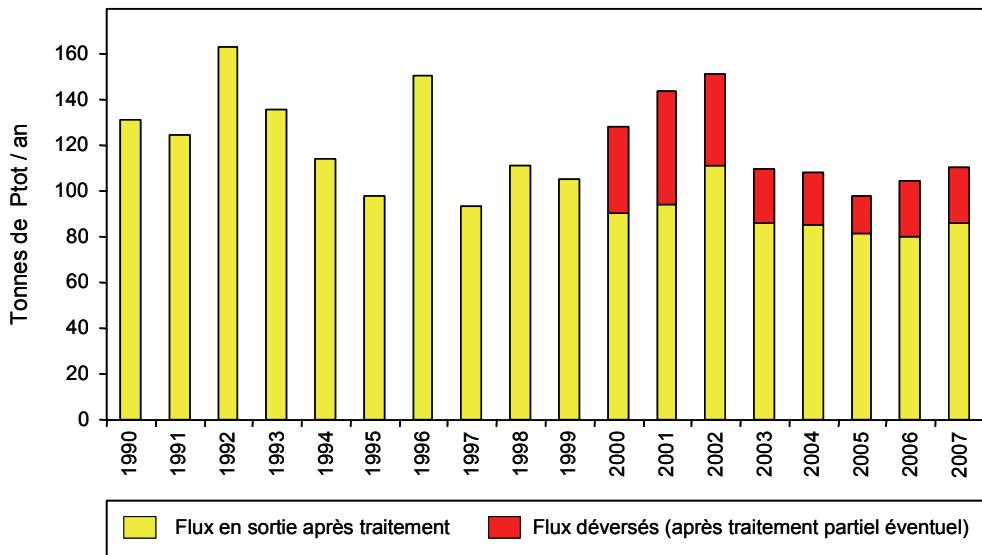


Figure 3 : Evolution des charges en phosphore total rejetées dans le bassin du Léman entre 1990 et 2007.
 Figure 3 : Change in the total phosphorus loads discharged into the Lake Geneva basin between 1990 and 2007.

3.2.2 Phosphore dissous ($P-PO_4$)

Le phosphore dissous, et en particulier l'orthophosphate ($P-PO_4$), forme directement biodisponible, joue un rôle important dans le phénomène d'eutrophisation du lac. Le rendement moyen d'abattement de $P-PO_4$ est calculé sur la base des analyses en entrée et en sortie transmises pour 33 des STEP astreintes à la déphosphatation dans le bassin versant du Léman. Il est de 95 % sur les eaux traitées et de 91 % en tenant compte des déversements mesurés. En revanche, 113 STEP ont mesuré ce paramètre uniquement en sortie, ce qui permet d'estimer un flux de pollution d'environ 21 tonnes après traitement.

3.3 Demande biochimique en oxygène (DBO_5)

Les exigences suisse et française pour le traitement de la matière organique exprimée par la demande biochimique en oxygène (DBO_5) sont rappelées ci-dessous :

	Réglementation	Charge brute de pollution organique reçue en kg/j	Concentration maximale	Rendement minimum
Suisse	Ordonnance fédérale sur la protection des eaux du 28 octobre 1998 (OEaux, 1998)	< 600 kg/j > 600 kg/j	20 mgO ₂ /L 15 mgO ₂ /L	90 % 90 %
France *	Arrêté ministériel du 22 juin 2007	120 à 600 kg/j > 600 kg/j	25 mgO ₂ /L	70 % 80 %

* l'arrêté fixe des exigences minimales à respecter, les normes de rejet étant fixées au cas par cas par le Préfet, et les performances doivent être atteintes soit en concentration, soit en rendement.

Le tableau 4 présente le bilan de l'épuration pour la matière organique et la figure 5 illustre la répartition entre le flux retenu, déversé, et rejeté après traitement pour chacune des STEP de plus de 1'000 EH mesurant la DBO_5 .

Le rendement d'épuration dans le bassin versant CIPEL est stable par rapport à 2006 avec 95.5 % sur les eaux traitées et 93.1 % en tenant compte des déversements en entrée et en cours de traitement. Le flux de pollution de la matière organique est de 2'744 tonnes d' O_2 après traitement et de 1'534 tonnes d' O_2 déversées au milieu naturel après un éventuel traitement partiel. La concentration moyenne de sortie est de 9.5 mg O_2 /L. Ces résultats satisfont pleinement les exigences légales.

Tableau 2 : Débits journaliers mesurés dans les STEP du bassin CIPEL en 2007.
 Table 2 : Daily flows through the WWTPs of the CIPEL basin in 2007.

Bassin versant (BV)	Canton / Département	Nombre total de STEP	Nombre de STEP contrôlées	Capacité (EH)	en % de la capacité totale	Population raccordée contrôlée en % de la population totale	Débit journalier mesuré (m^3/j)			Débit spécifique en L·hab $^{-1}$ ·jour $^{-1}$ 2)
							Déversé en entrée ¹⁾	Entrée de STEP	Déversé en cours de traitement ¹⁾	
Léman	Ain	3	2	20'800	97.7%	95.8%	11	8'862	0	8'846
	Genève	2	2	7'625	100%	100%		2'828	38	2'790
	Hte-Savoie	20	7	204'550	94.7%	96.8%		36'907		36'878
	Valais	69	56	1'393'838	98.0%	99.2%	1'678	213'262	1'822	211'440
	Vaud	73	73	1'022'202	100%	100%	3'345	25'2941	20'550	232'391
	Total BV Léman	167	140	2'649'014	98.5%	99.2%	5'034	514'799	22'425	49'345
Rhône aval	Ain	9	4	48'300	91.0%	87.8%	125	13'722		13'722
	Genève	13	13	901'177	100%	100%	6'159	219'753	8'429	211'375
	Hte-Savoie	31	19	461'200	94.7%	91.3%	1'771	84'389	3'714	75'791
Total BV Rhône aval	53	36	1'410'677	97.9%	95.8%	8'055	317'864	12'143	30'888	304
Total territoire CIPEL	220	176	4'059'691	98.3%	97.8%	13'089	832'663	34'569	793'233	365

1) : Les débits déversés sont sous-estimés étant donné que toutes les stations ne les mesurent pas, ce qui explique l'écart entre les débits en entrée et en sortie.

2) : Le débit spécifique est calculé sur la base des mesures effectuées par temps sec.

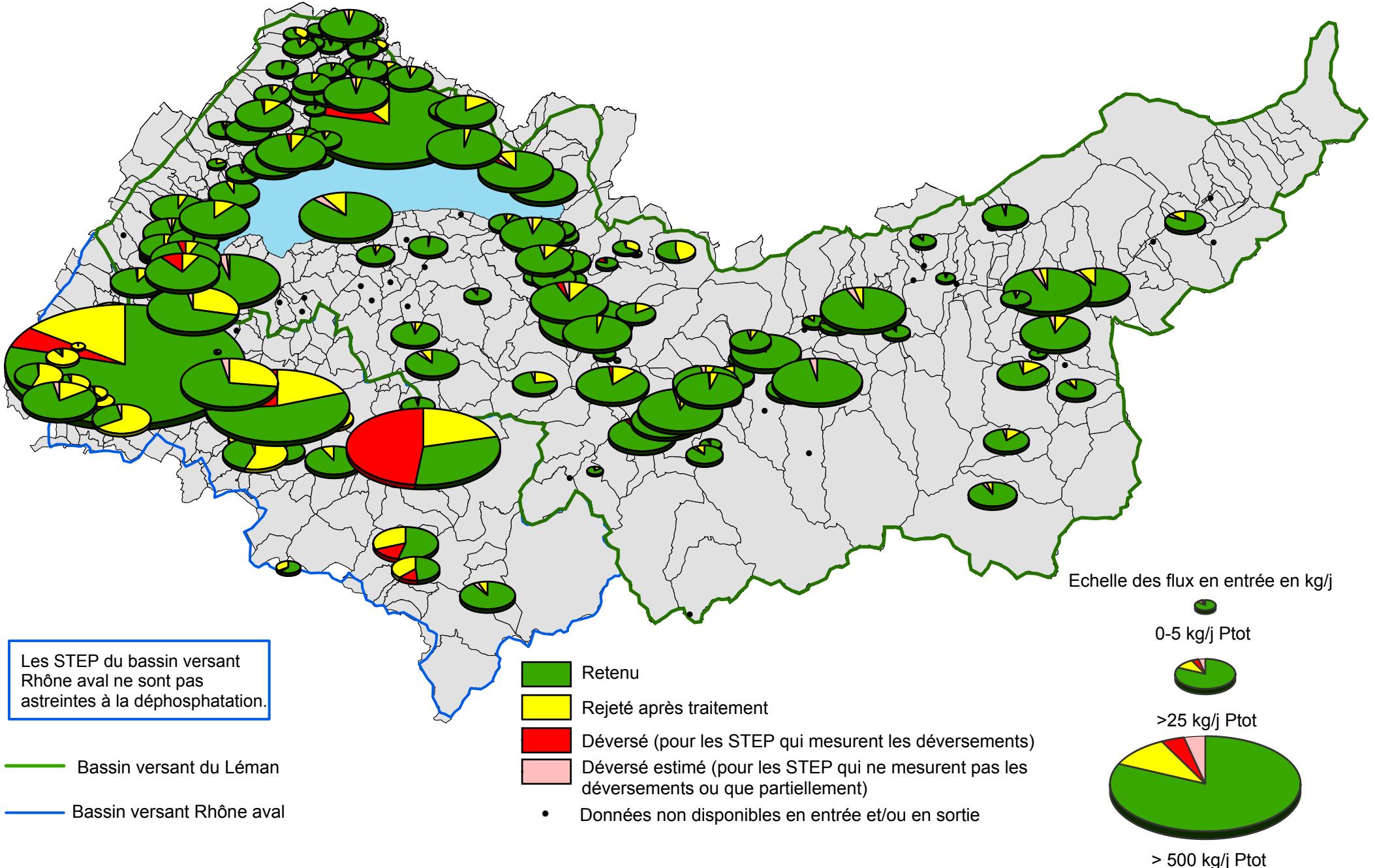


Figure 4 : Flux de phosphore total retenu, déversé mesuré et rejeté après traitement par les STEP

Figure 4 : Load of total phosphorus retained, discharged and output after processing by the WWTPs

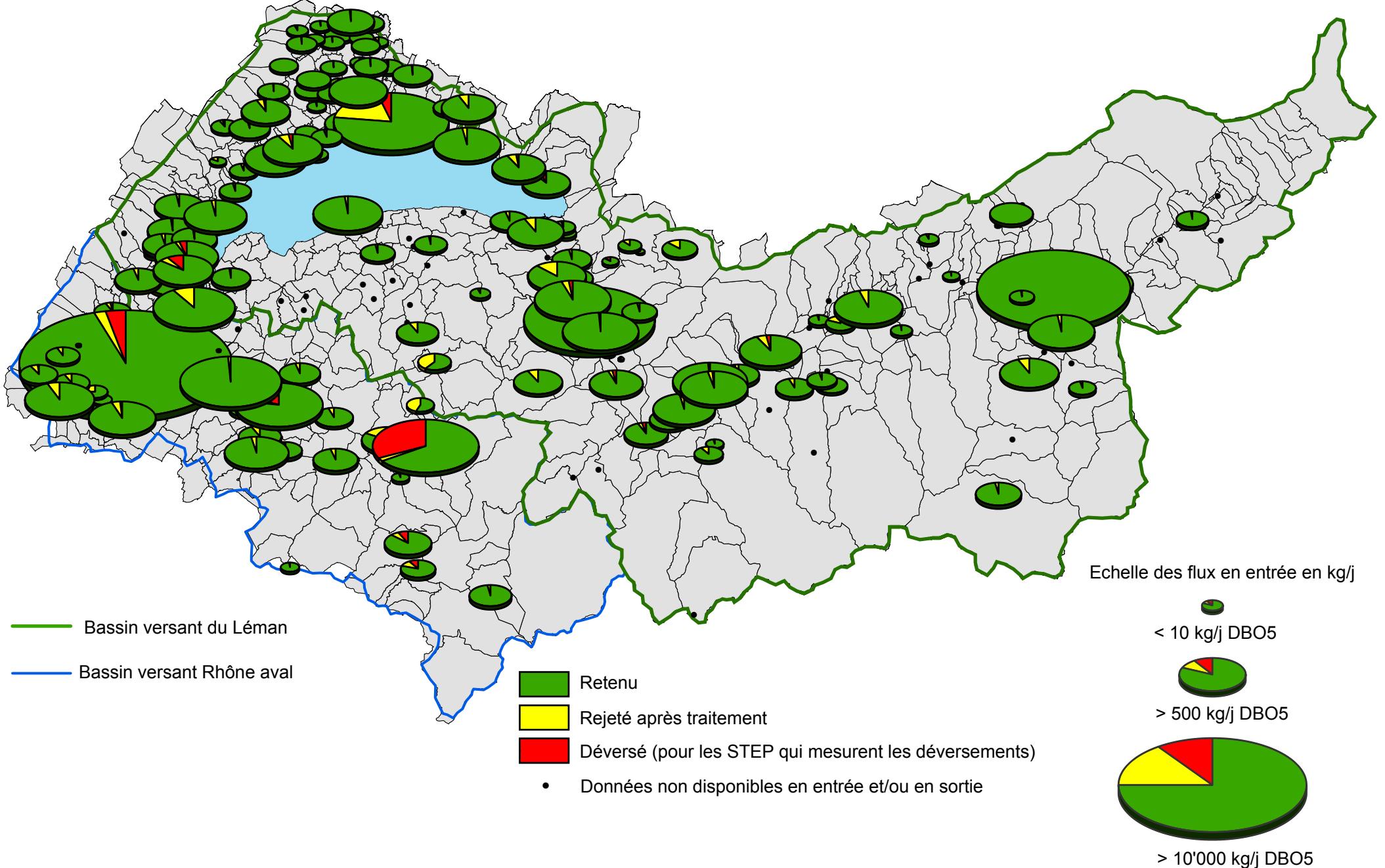


Figure 5 : Flux de DBO5 retenu, déversé mesuré et rejeté après traitement par les STEP
 Figure 5 : Load of BDO5 retained, discharged and output after processing by the WWTPs

Tableau 3 : Bilan des charges, concentrations et rendements pour le phosphore total pour les STEP des différentes entités en 2007.
 Table 3 : Assessments of loads, concentrations and yields of total phosphorus for the WWTPs of the various entities in 2007.

Bassin versant (BV)	Canton / Département	Nombre de STEP contrôlées	STEP contrôlées en % de la capacité totale	Population raccordée en % de la population totale	Flux en tonnes par an		Concentrations Ptot (mgP/L)		Rendements ¹		
					déversé en entrée en STEP	déversé en cours de traitement	en sortie après traitement	en entrée de STEP	en sortie après traitement	après traitement	
Léman	Ain	2	98%	96%	0	7	0	1	1.9	0.3	89.0%
	Genève	2	100%	100%	5	0	1	4.5	1.3	71.2%	70.2%
	Hte-Savoie	7	95%	97%	0	132	0	9	9.3	0.6	93.4%
	Valais	50	95%	94%	2	361	1	37	5.0	0.5	89.8%
	Vaud	73	100%	100%	4	394	17	38	4.2	0.4	90.3%
	Total BV Léman	134	97.0%	97.1%	6	899	19	86	4.9	0.5	90.4%
Rhône aval	Ain	4	91%	88%	1	21	0	12	4.1	2.4	41.5%
	Genève	13	100%	100%	8	414	10	76	5.0	0.9	81.7%
	Hte-Savoie	18	94%	91%	12	197	5	69	6.0	2.3	65.1%
	Total BV Rhône aval	35	99.7%	96.0%	20	631	15	156	5.2	1.4	74.2%
Total territoire CIPEL		169	97.9%	96.6%	26	1530	34	243	5.0	0.8	84.1%
											81.9%
											80.6%

¹⁾ : Seules les STEP du bassin du Léman sont astreintes à la déphosphatation, ce qui explique les plus faibles pourcentages pour le bassin du Rhône aval.

Tableau 4 : Bilan des charges, concentrations et rendements pour la DBO₅ pour les STEP des différentes entités en 2007.
 Table 4 : Assessment of the loads, concentrations and yields of DBO₅ for the WWTPs of the various entities in 2007.

Bassin versant (BV)	Canton / Département	Nombre de STEP contrôlées	STEP contrôlées en % de la capacité totale	Flux en tonnes par an			Concentrations DBO ₅ (mgO ₂ /L)	Rendements					
				Population raccordée contrôlée en % de la population totale	déversé en entrée	en entrée de STEP		en sortie après traitement	en entrée de STEP	en sortie après traitement			
Leman	Ain	2	97.7%	95.8%	3	190	0	13	59.6	4.3	93.0%	92.4%	92.4%
	Genève	2	100.0%	100.0%	0	137	1	15	126.8	14.4	88.9%	88.0%	88.0%
	Hte-Savoie	7	94.7%	96.8%	0	2'511	0	182	185.7	13.5	92.7%	92.7%	92.7%
	Valais	43	92.3%	89.2%	137	22'073	42	583	320.4	8.6	97.4%	97.2%	96.6%
	Vaud	73	100.0%	100.0%	58	10'948	323	1'031	116.8	11.8	90.6%	87.6%	87.2%
	Total BV Léman	127	95.5%	95.2%	198	35'860	368	1'825	198.8	10.5	94.9%	93.9%	93.4%
Rhône aval	Ain	4	91.0%	87.8%	38	701	0	51	111.7	8.2	92.7%	92.7%	88.0%
	Genève	13	100.0%	100.0%	324	18'972	354	539	228.7	6.7	97.2%	95.3%	93.7%
	Hte-Savoie	19	94.7%	91.3%	135	5'648	117	329	179.1	11.2	94.2%	92.1%	89.9%
	Total BV Rhône aval	36	99.9%	96.1%	496	25'322	471	919	209.7	7.9	96.4%	94.5%	92.7%
Total territoire CIPEL		163	97.0%	95.6%	695	61'182	839	2'744	203.1	9.5	95.5%	94.1%	93.1%

4. CONCLUSIONS

En 2007, 220 stations d'épuration étaient en service dans le territoire de la CIPEL (Léman + Rhône aval), totalisant une capacité de traitement de 4'130'649 équivalents-habitants (EH) pour 1'653'548 habitants permanents et 785'283 saisonniers raccordés.

Sur les 220 STEP du territoire de la CIPEL, les données ont été transmises pour 169 STEP pour le paramètre phosphore total et 163 pour la DBO₅, ce qui représente plus de 97 % de la capacité totale de traitement en EH du territoire de la CIPEL. Il se peut qu'un plus grande nombre de STEP ait été cependant contrôlé en 2007. Les analyses en entrée et en sortie pour le paramètre phosphore dissous restent encore très insuffisantes, malgré son utilité conjointe à celle du phosphore total dans l'identification de la cause d'un mauvais fonctionnement des STEP pour l'abattement du phosphore. Les mesures en sortie sont en revanche effectuées pour 113 STEP astreintes à la déphosphatation, ce qui représente un flux de pollution dans le bassin versant du Léman de 21 tonnes de phosphore dissous après traitement.

Pour la **matière organique** exprimée par la DBO₅ et pour le **territoire de la CIPEL**, le rendement moyen d'élimination est stable par rapport à 2006 avec 95.5 % sur les eaux traitées (93.1 % en tenant compte des déversements mesurés en entrée et en cours de traitement) et la concentration moyenne de sortie est de 9.5 mgO₂/L. Le flux de pollution de la matière organique apporté au milieu naturel est de 2'744 tonnes d'O₂ après traitement et de 1'534 tonnes d'O₂ déversées brutes ou partiellement traitées.

Pour le **phosphore total** et pour le **bassin versant du Léman**, le rendement moyen d'élimination est en très légère augmentation avec 90.4 % sur les eaux traitées (87.7 % en tenant compte des déversements mesurés) et la concentration moyenne de sortie est de 0.5 mgP/L. 86 tonnes de phosphore ont été rejetées après traitement et 24 tonnes brutes ou partiellement traitées, déversées au milieu naturel.

Les **débits spécifiques et les déversements** sont encore trop élevés, et la qualité des réseaux est globalement non satisfaisante à l'échelle du territoire de la CIPEL, même si plus localement de gros progrès ont été effectués. Les efforts devraient encore particulièrement se concentrer sur ces déversements, ce qui permettrait notamment de soulager le Léman de quelques 24 tonnes de rejets directs de phosphore. Le volume, et donc la charge déversée, est aujourd'hui encore sous-estimée du fait d'une surveillance insuffisante des réseaux. Ce sont certainement plusieurs tonnes supplémentaires de phosphore qui arrivent chaque année au Léman.

Il convient aussi de rappeler l'importance de la **lutte à la source** avec en particulier l'utilisation de produits lave-vaisselles sans phosphate que préconise la CIPEL chaque année avec sa campagne de sensibilisation. Les résultats 2008 sont disponibles sur le site www.cipel.org. Ces actions conduisent à réduire progressivement la concentration en phosphore dans le Léman qui atteint 25.7 µg/L en 2007 contre 27.7 en 2006 et 29.4 en 2005. Le Léman n'est pas loin de son objectif de 20 µg/L, les performances d'épuration des STEP du bassin du Léman doivent au moins être maintenues à leur niveau actuel, et les efforts concentrés sur les déversements, les actions de lutte à la source et la pollution diffuse (érosion des sols par exemple).

BIBLIOGRAPHIE

- KLEIN, A. et RAPIN, F. (2007) : Contrôle des stations d'épuration. Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 2006, 205-223.
- QUETIN, P. (2008) : Météorologie. Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 2007, 19-30.