

CONTRÔLE DES STATIONS D'ÉPURATION (STEP)

MONITORING OF WASTE WATER TREATMENT PLANTS (WWTP)

Campagne 2006

PAR

Audrey KLEIN et François RAPIN

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

RÉSUMÉ

En 2006, 221 stations d'épuration (STEP) étaient en service dans le bassin versant CIPEL (bassins hydrographiques du Léman et du Rhône aval depuis l'émissaire du lac jusqu'à la frontière franco-suisse de Chancy) totalisant 4'143'136 équivalents-habitants. 172 d'entre elles étaient contrôlées et ont transmis leurs données (contre 155 STEP en 2004 et 165 en 2005), représentant plus de 96 % de la capacité de traitement du bassin.

La pluviométrie de l'année 2006, plus élevée qu'en 2005, influence nettement les débits déversés qui ont augmenté de 24 % par rapport 2005.

A l'échelle du bassin CIPEL, la valeur du débit spécifique de 344 L/hab.j reste encore médiocre, car nettement supérieure à la consommation d'eau journalière par personne. Les réseaux d'assainissement transportent encore une quantité non négligeable d'eaux claires permanentes.

Globalement, les rendements d'épuration pour les paramètres DBO₅ et P_{tot} sont plus élevés qu'en 2005. Mais au rythme avec lequel s'améliore le rendement d'épuration pour le phosphore total, l'objectif fixé pour 2010 (95 %) risque de ne pas être atteint.

Le nombre d'analyses sur le phosphore dissous a diminué par rapport à 2005. Or ce paramètre est directement responsable de l'eutrophisation du lac et doit être mesuré pour mieux connaître l'impact des rejets de STEP sur les milieux aquatiques.

L'impact du rejet des STEP dans les rivières du bassin versant CIPEL est évalué grâce à l'azote. 65 % des STEP respectent l'objectif de rejet qui leur a été fixé. Pour celles qui ne les respectent pas, des efforts devront être réalisés pour atteindre les objectifs. Pour celles qui n'ont pas d'objectif, des études d'incidences devraient être réalisées pour définir des objectifs de rejets acceptables pour les milieux sensibles.

La pollution domestique dite classique (pollution organique) semble maîtrisée dans le bassin CIPEL et doit au moins être maintenue à ce niveau. De nouveaux défis devront par contre être relevés à l'avenir avec la lutte contre les micropolluants.

ABSTRACT

In 2006, 221 waste water treatment plants (WWTPs) were operating in the CIPEL catchment area (hydrographic catchment areas of Lake Geneva and the River Rhône downstream from its outflow from the Lake down to the Swiss-French border at Chancy) totalling 4,143,136 equivalent-inhabitants. 172 of these plants were checked and transmitted their data (compared to 155 WWTPs in 2004 and 165 in 2005), corresponding to more than 96% of the processing capacity of the catchment area.

Rainfall was heavier in 2006 than in 2005, and this had a clear impact on the outflow volumes, which were 24 % greater than in 2005.

At the level of the CIPEL catchment area, the value of 344 L/inhab. is still poor, since this is clearly higher than the daily water consumption per person. The water treatment networks still carry a non-negligible quantity of permanent clear water.

Overall, the water treatment yields for the DBO₅ and P_{tot} parameters were higher than in 2005, but at the rate at which the water treatment yield is improving for total phosphorus, the target set for 2010 (95 %) may well not be met.

The number of dissolved phosphorus analyses has fallen compared to 2005. Yet this parameter is directly responsible for the eutrophication of the Lake, and must be measured to give us a better understanding of the impact of WWTP effluents on the aquatic media.

The real impact of WWTP discharges into the rivers of the CIPEL catchment area was assessed from the nitrogen levels. 65 % of WWTPs comply with the target discharge they have been set. For those which don't reach the target, attempts must be made to do so, and for the others, impact studies should be carried out to establish acceptable discharge targets for aquatic habitats.

Conventional domestic pollution (organic pollution) seems to have been controlled in the CIPEL catchment area, and must at least be maintained at this level. However, in the future we will have to face new challenges in the fight against micropollutants.

1. INTRODUCTION

La CIPEL réalise chaque année le bilan global du fonctionnement des stations d'épuration du bassin hydrographique du Léman et du Rhône aval (depuis l'émissaire du lac jusqu'à la frontière franco-suisse de Chancy). Il est effectué sur la base des résultats de mesures de débits et de concentrations 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.

Le bilan de l'épuration consiste à calculer chaque année les débits (déversés et spécifique par habitant), les flux de pollution ainsi que les rendements d'épuration pour le phosphore (total et dissous) et la DBO₅ (demande biochimique en oxygène), pour les stations d'épuration (STEP) pour lesquelles on dispose d'informations, ce qui représente 92 % de la capacité de raccordement du bassin versant couvert par la CIPEL. Ces paramètres permettent de suivre l'évolution de l'assainissement et de mesurer les efforts entrepris pour lutter contre les pollutions d'origine domestique. La mise à jour de l'état des raccordements est effectuée tous les 3 ans environ.

Les paramètres classiques de pollution (DBO₅ et phosphore total) ainsi que l'impact des eaux claires sur les rendements d'épuration sont suivis par la CIPEL depuis le début des années 80. Cette pollution est identifiée depuis maintenant plus de 20 ans et semble désormais contrôlée voire maîtrisée. Mais l'impact des rejets d'eaux usées ne peut se limiter qu'à ces 2 seuls paramètres et doit inclure d'autres types de polluants, notamment l'ammonium pour son impact sur les écosystèmes des milieux aquatiques courants (rivières) et les micropolluants. Ces derniers nécessitent une attention particulière de la part de tous les acteurs de l'eau, y compris les gestionnaires et responsables de l'assainissement.

2. ÉTAT DES STEP

2.1 Nombre, capacité et populations raccordées

L'inventaire des STEP a été actualisé au 1^{er} janvier 2007. Le tableau 1 donne pour chaque entité suisse et française du bassin lémanique, le nombre de stations d'épuration, ainsi que leur capacité nominale et les populations qui y sont raccordées. En 2006, 221 STEP étaient en service dans le bassin versant étudié par la CIPEL totalisant une capacité de 4'143'136 équivalents-habitants (EH). La différence par rapport à 2005 (4'287'241 EH) est principalement liée à la valeur de la capacité nominale de traitement de la STEP d'Aire dans le canton de Genève qui a été corrigée (600'000 EH au lieu de 700'000 EH). Avec cette correction, la capacité de traitement des STEP du bassin CIPEL est stable par rapport à 2004 et 2005.

L'état des raccordements a été actualisé au 1^{er} janvier 2007 pour les 3 cantons suisses uniquement. Les résultats d'enquêtes effectuées dans les communes concernées de Haute-Savoie devraient être disponibles pour la fin de l'année 2007. Les données 2003 ont donc été prises en compte pour la Haute-Savoie. Pour le département de l'Ain (Pays de Gex), les données datent de 2004-2005. Toutefois, il a été souligné par les entités que la mise à jour de l'état des raccordements est de plus en plus difficile à mettre en oeuvre. En effet, les plus importants raccordements ont été réalisés dans le bassin lémanique lors de la mise en service des STEP, et ce, jusqu'à la fin des années 90. Il est aujourd'hui plus difficile de connaître de manière précise les nouveaux raccordements. Les résultats 2006 ne donnent qu'un aperçu global de la situation.

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) influence la qualité des résultats obtenus pour ce qui concerne les flux de pollution et les rendements d'épuration. A noter que le nombre de contrôles varie selon les paramètres mesurés.

Dans le bassin CIPEL, 172 des 221 STEP ont été contrôlées en 2006 et ont transmis leurs données, représentant plus de 96 % de la capacité totale de traitement (en EH) du bassin versant CIPEL. A noter que le nombre de STEP contrôlées a bien progressé ces 3 dernières années (155 STEP en 2004, 165 en 2005 et 172 en 2006).

Tableau 1 : Etat des STEP et des populations raccordées à fin 2006.

Table 1 : State of the WWTPs and the numbers of people connected at the end of 2006.

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 %	9'666	97.1 %	5'500	100.0 %
	Genève	2	7'625	100.0 %	6'104	100.0 %	183	100.0 %
	Hte-Savoie	20	215'940	95.8 %	75'127	97.7 %	130'448	98.4 %
	Valais	70	1'422'977	97.8 %	284'363	99.6 %	340'960	98.2 %
	Vaud	73	1'018'902	100.0 %	528'437	100 %	60'162	100 %
Total BV Léman		168	2'686'744	98.5 %	903'697	99.6%	537'253	98.5 %
Rhône aval	Ain	9	53'100	0.0 %	34'230	0.0 %	50	0.0 %
	Genève	13	916'177	65.5 %	468'178	82.7 %	22'721	86.6 %
	Hte-Savoie	31	487'115	38.2 %	185'780	36.4 %	194'178	41.2 %
Total BV Rhône aval		53	1'456'392	54.0 %	688'188	66.1 %	216'949	50.3 %
Total bassin CIPEL		221	4'143'136	82.8 %	1'591'885	85.0 %	754'202	84.6 %

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 mesurés dans les stations d'épuration en 2006. Pour le bassin CIPEL, le débit global entrant est plus élevé qu'en 2005 avec 804'807 m³/j. Le débit des eaux effectivement traitées par les stations d'épuration, sur la base des volumes déversés, serait de 743'008 m³/j, soit un peu plus de 92 % du débit entrant. Comme toutes les STEP ne mesurent pas les déversements, un volume journalier vraisemblablement plus faible a été traité par les STEP du bassin.

En 2006, les débits déversés mesurés en entrée et/ou en cours de traitement dans les installations disposant de débitmètres, représentent près de 8 % du débit total entrant. Globalement, les débits déversés ont augmenté de 24 % par rapport à 2005, dont environ 3 % sont liés au nombre plus important de STEP mesurant les déversements en 2006. A noter que ceux-ci ne tiennent pas compte des déversements situés encore plus en amont sur les réseaux et sont donc sous-estimés.

L'évaluation des débits déversés depuis 2003, montre une bonne corrélation avec la pluviométrie annuelle : 2003 et 2005 avec une pluviométrie faible (environ 700 mm/an) ont des déversements relativement faibles (environ 43'000 m³/j); 2004 et 2006 avec une pluviométrie plus élevée (910 et 1'065 mm/an) ont des déversements nettement plus élevés (71'400 et 63'200 m³/j). A noter que les déversements sont influencés par la pluviométrie mais surtout par l'intensité des événements pluvieux. La baisse des débits déversés en 2006 par rapport à 2004 malgré une pluviométrie plus élevée n'est pas assez significative pour supposer une meilleure séparation des eaux usées et des eaux pluviales. Il s'agira de vérifier cette hypothèse l'année prochaine.

Ces résultats montrent l'influence de la pluviométrie sur les débits déversés et soulignent l'importance des dispositifs de séparation des eaux. En effet, lors d'événements pluvieux, les eaux claires surchargent les réseaux d'égouts unitaires et entraînent leur déversement par les déversoirs d'orage. Compte tenu des variations de la pluviométrie il est délicat de comparer d'une année à l'autre les rendements d'épuration qui tiennent compte des déversements.

Les débits spécifiques (par temps sec) indiquent le niveau de dilution des eaux usées par des eaux claires permanentes (ECP), telles que les eaux de fontaines ou de captage de sources, les eaux de drainage ou encore les eaux souterraines. Ces eaux surchargent les réseaux et provoquent des déversements d'eaux usées non traitées, ayant un impact non négligeable pour l'environnement.

En 2006, une nouvelle méthode de calcul a été adoptée par le groupe de travail "Pollutions domestiques" de la CIPEL. Celle-ci se base sur les recommandations de septembre 2006 du VSA (Association suisse des professionnels de la protection des eaux) qui figurent dans le rapport intitulé "Définition et standardisation d'indicateurs pour l'assainissement". Le débit spécifique est calculé à l'aide de la formule suivante :

$$Q_{spe} = 1/2 (Q_j 20 + Q_j 50) / EH \text{ calculés à partir de la charge en entrée}$$

avec : Qj 20 : débit par temps sec qui n'est pas dépassé 20 % des jours de l'année

Qj 50 : débit par temps sec qui n'est pas dépassé 50 % des jours de l'année

EH : équivalents-habitants calculés à partir de la charge en entrée en DBO₅ (avec 1 EH = 60 g/j de DBO₅) et la charge d'entrée en phosphore total (avec et 1 EH = 2.2 g/j de Ptot)

L'intérêt de cette méthode de calcul est double :

- 1) Réduire l'effet des eaux pluviales des systèmes unitaires (qui dans certains cas sont prévus de le rester) en utilisant la partie basse de la courbe des débits classés (Qj 20) ayant pour effet de donner plus de poids aux eaux claires parasites par temps sec.
- 2) Prendre en compte les charges réelles arrivant à la STEP et donc tenir compte de manière simple des équivalents-habitants réels (prise en compte des pendulaires, de la répartition saisonnière touristique, des rejets industriels).

Etant donné la différence de méthode de calcul entre 2005 et 2006, les résultats 2005 ne figurent qu'à titre indicatif mais globalement on constate que les réseaux d'assainissement sont de meilleure qualité dans le bassin du Rhône aval que dans le bassin du Léman, avec respectivement 270 et 363 L/hab.j en 2006.

Avec cette nouvelle méthode, les classes de qualité ont pu ainsi être révisées à la baisse :

- classe 1 (bonne qualité) : < 250 L/hab.j au lieu de 300
- classe 2 (qualité moyenne) : entre 250 et 450 L/hab.j au lieu de 300 à 500
- classe 3 (mauvaise qualité) : > 450 L/hab.j au lieu de 500

Les débits spécifiques mesurés dans le bassin CIPEL varient de moins de 100 L/hab-jour à plus de 1'000 L/hab-jour mais globalement, 31 % de la capacité totale des STEP du bassin CIPEL ont un débit spécifique inférieur à 250 L/hab.j.

A l'échelle du bassin CIPEL, la valeur de 344 L/hab.j reste encore médiocre, car nettement supérieure à la consommation d'eau journalière par personne qui est en moyenne de 160 à 200 litres. Les réseaux d'assainissement transportent encore une quantité non négligeable d'eaux claires.

Débit spécifique en L/hab.jour :	en 2005	en 2006
BV Léman	307	363
BV Rhône aval	264	270
BV CIPEL	300	344

L'amélioration des réseaux d'égouts est un travail de longue haleine mais seul un meilleur contrôle des réseaux et des déversements permettra de connaître l'origine des eaux claires permanentes et des eaux pluviales et de les séparer.

La séparation des eaux usées 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.

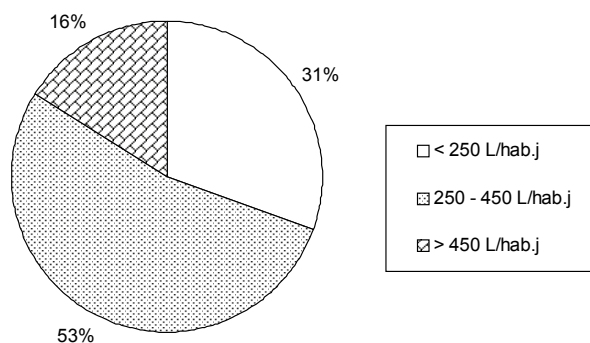


Figure 1 : Qualité des réseaux d'assainissement en pourcentage de la population raccordée

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

3.2 Phosphore

3.2.1 Phosphore total (bassin versant du Léman)

En Suisse et pour les bassins versants des lacs, pour lesquels la déphosphatation a été rendue obligatoire, les normes sont définies par l'Ordonnance fédérale sur la protection des eaux du 28 octobre 1998 (OEaux, 1998) : concentration du rejet 0.8 mgP/L et rendement de 80 %. L'autorité peut renforcer ou compléter les exigences suivant les situations.

En France, l'arrêté ministériel du 22 décembre 1994 indique pour les stations d'épuration situées en zone sensible au phosphore (comme le bassin du Léman) : une concentration du rejet de 2 mgP/L pour une charge brute en matière organique (MO) de 600 à 6'000 kg/jour; une concentration du rejet de 1 mgP/L pour une charge brute en MO supérieure à 6'000 kg/jour et un rendement de 80 % pour une charge en MO dépassant 600 kg/jour.

Tableau 2 : Débits journaliers mesurés dans les STEP du bassin CIPEL en 2006.
Table 2 : Daily flows through the WWTPs of the CIPEL basin in 2006.

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 (m³/j)				Débit spécifique en L/hab·jour ²⁾
							Déversé en entrée ¹⁾	Entrée de STEP	Déversé en cours de traitement ¹⁾	Sortie	
Léman	Ain	3	2	20'800	97.6 %	97.6 %	44	8'302		8'021	537
	Genève	2	2	7'625	100.0 %	100.0 %		4'642	22	4'619	621
	Hte-Savoie	20	7	204'550	94.7 %	97.1 %	535	32'767	1	32'777	206
	Valais	70	55	1'324'081	93.0 %	91.9 %	401	182'497	6'172	176'325	429
	Vaud	73	73	1'018'902	100.0 %	100.0 %	9'956	253'614	19'836	233'768	321
Total BV Léman		168	139	2'575'958	95.8 %	96.3 %	10'936	481'822	26'031	455'110	363
Rhône aval	Ain	9	4	48'310	90.9 %	92.0 %	1'883	12'081		12'081	436
	Genève	13	11	915'177	99.8 %	99.8 %	8'286	210'566	11'659	199'060	274
	Hte-Savoie	31	20	468'200	96.1 %	73.0 %	1'181	78'052	3'201	76'756	235
Total BV Rhône aval		53	35	1'431'687	98.2 %	85.6 %	11'350	300'699	14'860	287'897	270
Total bassin CIPEL		221	174	4'007'645	96.7 %	92.0 %	22'286	782'521	40'892	743'008	344

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.

La Commission internationale pour la protection des eaux du Léman a adopté en octobre 2000 le plan d'action 2001-2010 qui fixe un objectif de 95 % de rendement en moyenne annuelle pour les eaux traitées du bassin du Léman. Le tableau 3 présente le bilan de l'épuration du phosphore total pour l'année 2006 et montre que ce rendement, sur les eaux traitées, atteint 90.2 %. En tenant compte des déversements en entrée et en cours de traitement, ce rendement atteint 87.0 %. Le flux de pollution rejeté après traitement est de 80 tP/an et 25 tP/an sont déversées au milieu naturel après éventuellement un traitement partiel. La concentration moyenne de sortie est stable par rapport à 2005 avec 0.5 mgP/an.

La figure 2 représente l'évolution progressive du rendement d'abattement du phosphore total pour le bassin versant du Léman entre 1990 et 2006.

La figure 3 montre l'évolution entre 1990 et 2006 des charges en phosphore total rejetées dans le bassin du Léman. En 2006, 80 tonnes de phosphore total étaient rejetées après traitement dans le bassin du Léman et les déversements en entrée et au décanteur primaire totalisent 25 tonnes au lieu de 16 tonnes en 2005. Pour les installations ne disposant pas de la mesure des déversements, le pourcentage moyen de déversement a été utilisé pour calculer les charges déversées. Ce pourcentage a été calculé pour les stations du bassin versant du Léman qui ont mesuré les débits déversés en 2006; il est de 7.75 % du débit total traité. Les quantités de phosphore déversées dans le bassin du Léman ont été estimées à environ 35 tonnes en 2006, au lieu de 40 tonnes en 2005 et 31 tonnes en 2004.

La figure 4 confirme la baisse du flux de pollution en phosphore total en sortie des STEP grâce à l'augmentation du rendement d'épuration, même si celui-ci progresse lentement ces dernières années.

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 le phosphore total.

Les figures 6 et 7 représentent l'évolution des rendements d'épuration sur les eaux traitées et des flux de pollution en sortie de STEP depuis 1990. La figure 6 montre que si l'évolution du rendement d'épuration se poursuit au même rythme que ces 16 dernières années, l'objectif de 95 % de rendement sur les eaux traitées fixé par le Plan d'action 2001-2010, pourrait être atteint en 2014 (figure 6 : $y = 120.07 x + 1894.5$). L'objectif fixé pour 2010 ne serait donc pas atteint.

Avec un tel rendement, le flux de sortie après traitement serait presque réduit de moitié par rapport à 2006 et atteindrait un peu plus de 46 tP/an (figure 7 : $y = -713.76 x + 724.56$). Mais ce flux de sortie doit être pondéré par l'augmentation du flux de pollution en entrée, liée à celle de la population et des raccordements. Ces calculs théoriques ont pour but de donner une tendance, de simuler l'évolution des rendements d'épuration et des flux de pollution. Il est évident que dans la réalité l'assainissement ne suit pas une loi mathématique.

3.2.2 Phosphore dissous (P-PO₄)

Le phosphore dissous, et en particulier l'orthophosphate (P-PO₄), forme directement biodisponible, joue un rôle important dans le phénomène d'eutrophisation du lac. Or ce paramètre n'est pas analysé systématiquement lors des contrôles, mais pour seulement 35 % de la capacité totale de traitement en EH des 169 STEP astreintes à la déphosphatation. De plus, le nombre de STEP analysant le phosphore dissous et transmettant leurs résultats a diminué de moitié par rapport à 2005, alors qu'il avait bien augmenté par rapport à 2004 (42 STEP en 2004, 66 en 2005 et 33 en 2006). Cette baisse peut être attribuée à une baisse du nombre d'analyses sur le P-PO₄ et/ou à l'absence de transmission de certains résultats. Pour le bassin du Léman et pour les STEP ayant effectué ces contrôles, le rendement moyen d'abattement de P-PO₄ est de 95 % sur les eaux traitées et de 90 % en tenant compte des déversements, au lieu de 93 % en 2005 et 92 % en 2004.

3.3 Demande biochimique en oxygène (DBO₅)

En Suisse, les normes de rejet pour la matière organique représentée par la DBO₅ et définies par l'OEaux sont les suivantes : 20 mgO₂/L et 90 % de rendement d'épuration pour les STEP de moins de 10'000 EH et 15 mgO₂/L et 90 % de rendement d'épuration pour les STEP de 10'000 EH et plus. A noter que les installations à faible charge ont généralement des abattements de la DBO₅ très supérieurs à 90 % et des concentrations inférieures à 10 mgO₂/L. En France, un arrêté ministériel du 22 décembre 1994 fixe la concentration maximale du rejet à 25 mgO₂/L de DBO₅ ou un rendement minimal de 70 à 80 % suivant la charge de pollution organique reçue.

Le tableau 4 présente le bilan de l'épuration pour la matière organique exprimée par la demande biochimique en oxygène (DBO₅) et montre que le rendement d'épuration dans le bassin versant CIPEL est stable par rapport à 2005 et atteint 95.4 % sur les eaux traitées et 92.0 % en tenant compte des déversements en entrée et en cours de traitement. Le flux de pollution de la matière organique, représenté par la DBO₅, est de 2'795 tonnes d'O₂ par an après traitement et de 2'254 tonnes d'O₂ par an déversées au milieu naturel après un éventuel traitement partiel. La concentration moyenne de sortie est de 10.3 mgO₂/L, au lieu de 12.0 mgO₂/L en 2005.

La figure 8 illustre la répartition entre le flux retenu, déversé, et rejeté après traitement pour chacune des STEP de plus de 1'000 EH mesurant la DBO₅.

Tableau 3 : Bilan des charges, concentrations et rendements pour le phosphore total pour les STEP des différentes entités en 2006.
 Table 3 : Assessments of loads, concentrations and yields of total phosphorus for the WWTPs of the various entities in 2006.

Bassin versant (BV)	Canton / Département	Nombre de STEP contrôlées	STEP contrôlées en % de la capacité totale	Population raccordée contrôlée en % de la population totale	Flux en tonnes par an				Concentrations Ptot (mgP/L)		Rendements ¹		
					déversé en entrée	en entrée de STEP	déversé en cours de traitement	en sortie après traitement	en entrée de STEP	en sortie après traitement	après traitement	après trait. yc dev. en cours de traitement	après trait. yc dev. entrée + en cours de traitement
Léman	Ain	2	97.6 %	97.6 %	7	1			2.2	0.3	85.7	85.7	85.7
	Genève	2	100.0 %	100.0 %	7	2			4.1	1.1	71.4	71.4	71.4
	Hte-Savoie	7	94.7 %	97.1 %	89	9			7.4	0.7	89.8	89.8	88.7
	Valais	54	93.0 %	91.9 %	324	38			4.8	0.5	88.3	88.3	87.9
	Vaud	73	100.0 %	100.0 %	391	30	15		4.1	0.3	92.3	88.5	86.4
Total BV Léman		138	95.8 %	96.3 %	818	80	15		4.4	0.5	90.2	88.4	87.1
Rhône aval	Ain	4	90.9 %	92.0 %	20	13			3.9	2.9	35.0	35.0	35.0
	Genève	10	99.8 %	99.8 %	423	70	22		5.4	0.9	83.5	72.3	75.9
	Hte-Savoie	19	96.1 %	73.0 %	215	75	3		7.7	2.6	65.1	63.7	60.5
Total BV Rhône aval		33	98.2 %	85.6 %	659	158	25		5.3	1.5	76.0	58.6	69.3
Total bassin CIPEL		171	96.7 %	92.0 %	1'477	238	40		5.0	0.9	83.9	81.2	79.2

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.

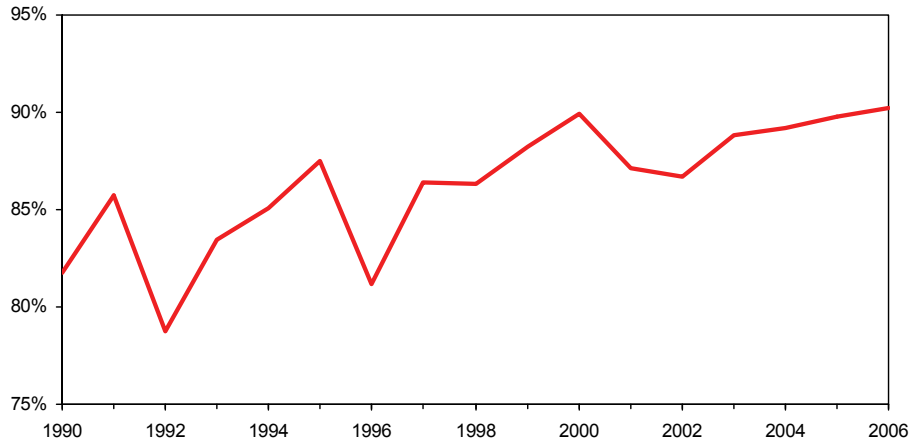


Figure 2 : Evolution entre 1990 et 2006 du rendement d'abattement du phosphore total sur les eaux traitées des STEP du bassin du Léman (source : données CIPEL).

Figure 2 : Change between 1990 and 2006 in the elimination yield of total phosphorus in the treated water from the WWTPs of the Lake Geneva basin (source: CIPEL data).

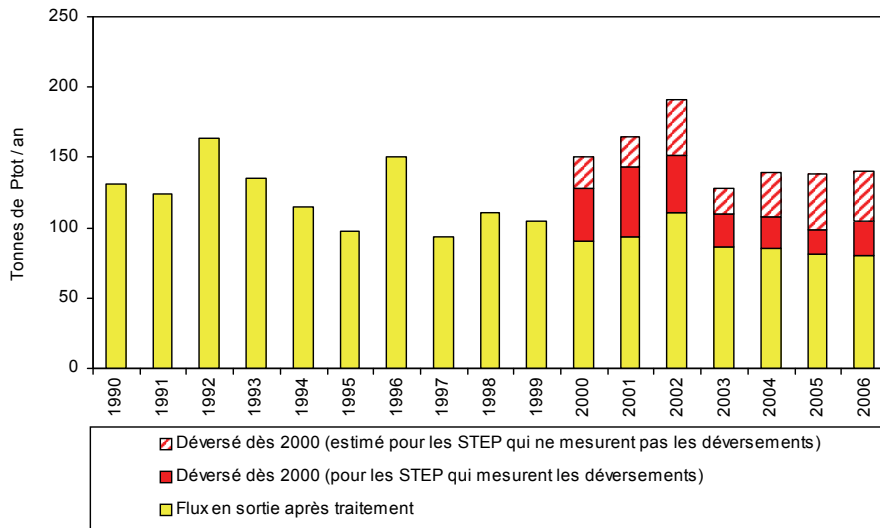


Figure 3 : Evolution des charges en phosphore total rejetées dans le bassin du Léman entre 1990 et 2006.

Figure 3 : Change in the total phosphorus loads discharged into the Lake Geneva basin between 1990 and 2005.

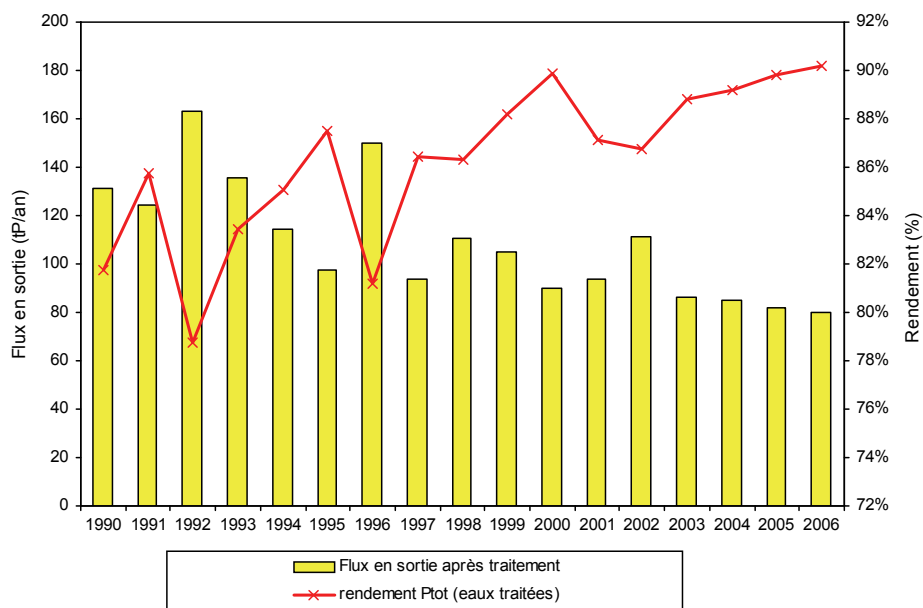


Figure 4 : Evolution du flux de sortie en phosphore après traitement et du rendement d'épuration entre 1990 et 2006

Figure 4 : Changes in the phosphorus input after treatment, and the water treatment yield between 1990 and 2006.

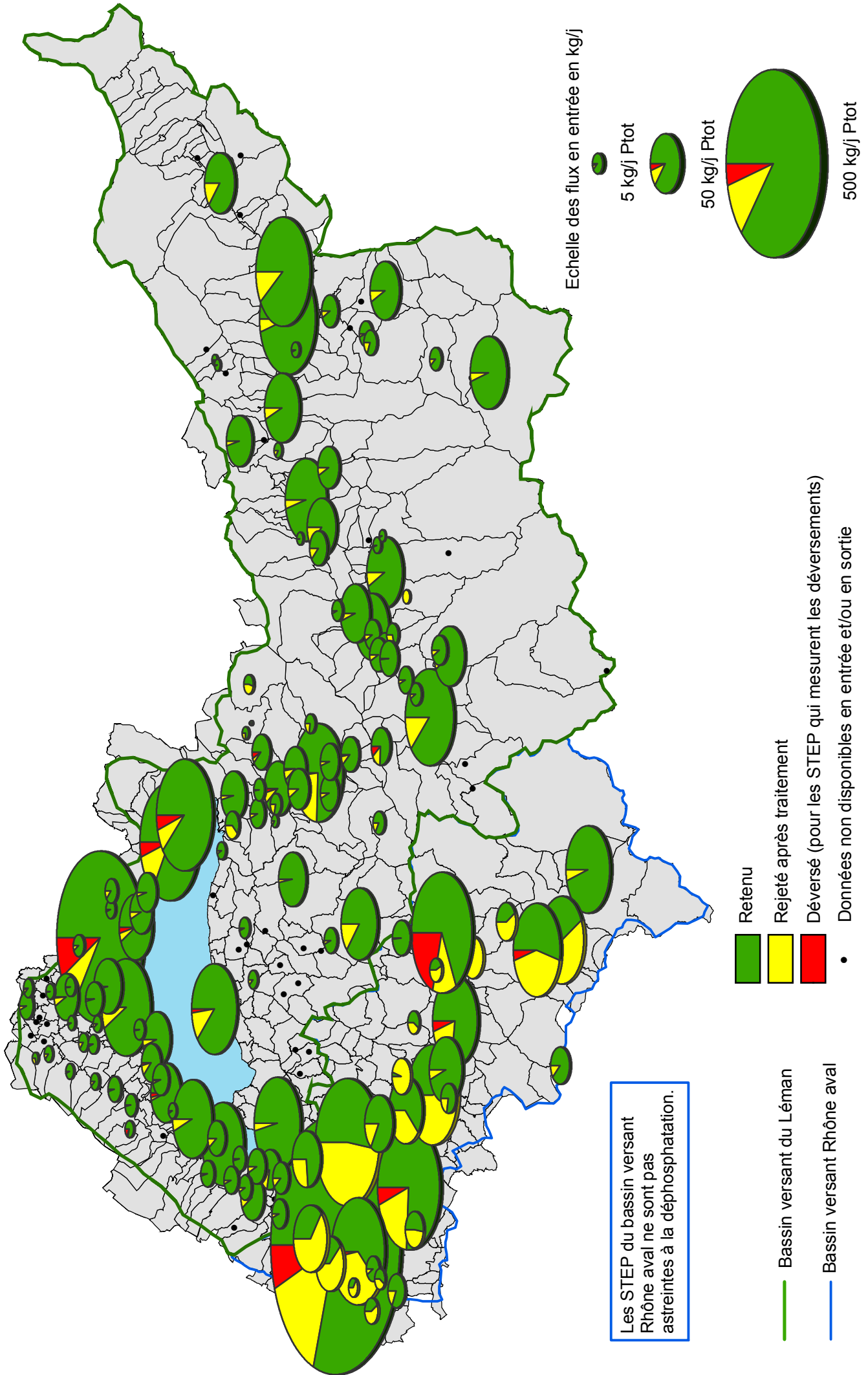


Figure 5 : Flux de phosphore total (Ptot) retenu, déversé mesuré et rejeté après traitement pour les STEP de plus de 1'000 EH.
Figure 5 : Load of total phosphorus retained, discharged measured and output after processing for the WWTPs serving an area equivalent to more than 1'000 inhabitants.

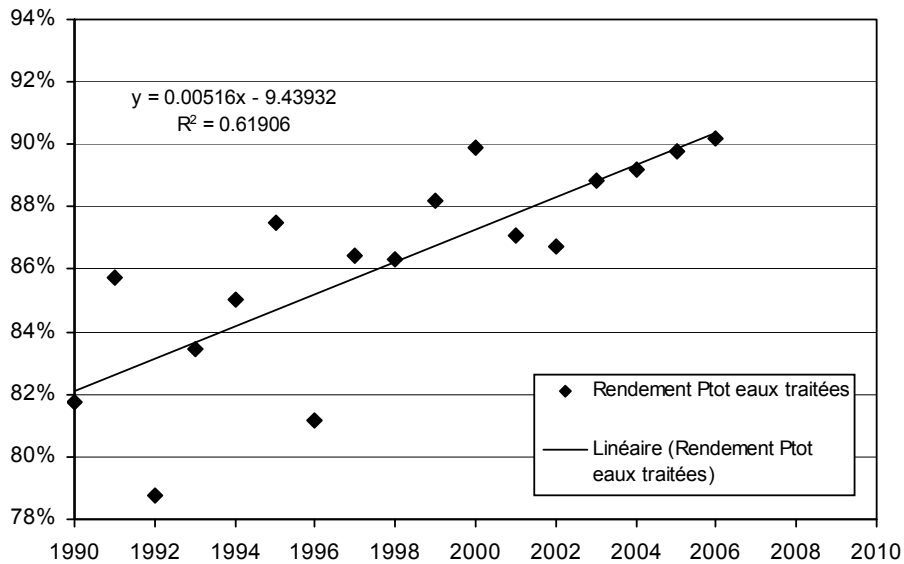


Figure 6 : Evolution du rendement d'épuration sur le phosphore total en fonction du temps.
Figure 6 : Change in the water treatment yield with regard to total phosphorus as a function of time.

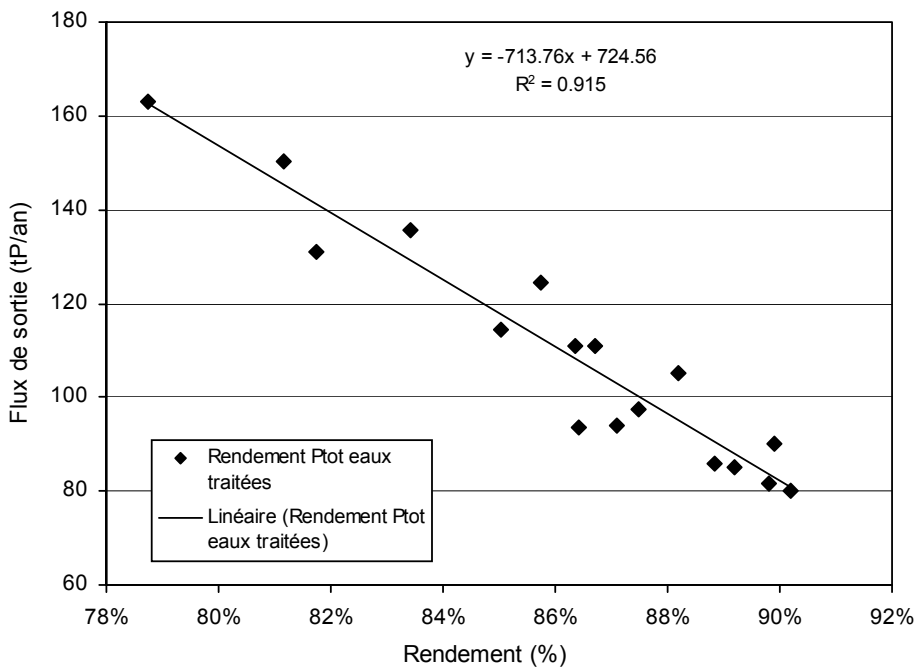


Figure 7 : Flux en phosphore mesuré en sortie de STEP en fonction du rendement d'épuration.
Figure 7 : Phosphorus discharge measured in the outflow from the WWTP as a function of the treatment yield.

3.4 Azote

La concentration en azote (Kjeldahl ou ammoniacal) dans les rejets d'eaux usées des STEP, a un impact sur la qualité des écosystèmes des rivières. Des objectifs de rejet ont été fixés pour certaines STEP du bassin CIPEL, et plus particulièrement pour celles qui rejettent leurs eaux traitées dans les cours d'eau.

La figure 9 représente l'atteinte des objectifs fixés pour l'azote et montre que très peu de STEP doivent répondre à un objectif de rejet pour ce qui concerne l'azote. Pour celles qui ont un objectif, 65 % d'entre elles sont conformes à la réglementation.

Tableau 4 : Bilan des charges, concentrations et rendements pour la DBO₅ pour les STEP des différentes entités en 2006.
 Table 4 : Assessment of the loads, concentrations and yields of DBO₅ for the WWTPs of the various entities in 2006.

Bassin versant (BV)	Canton / Département	Nombre de STEP contrôlées	STEP contrôlées en % de la capacité totale	Population raccordée contrôlée en % de la population totale	Flux en tonnes par an				Concentrations DBO ₅ (mgO ₂ /L)		Rendements		
					déversé en entrée	en entrée de STEP	déversé en cours de traitement	en sortie après traitement	en entrée de STEP	en sortie après traitement	après traitement	après trait. yc dév. en cours de traitement	après trait. yc dév. après entrée + en cours de traitement
Léman	Ain	2	97.6 %	97.6 %	4	222		14	74.1	4.7	93.7 %	91.9 %	
	Genève	2	100.0 %	100.0 %		211	1	31	124.5	18.3	85.3 %	85.2 %	
	Hte-Savoie	7	94.7 %	97.1 %	19	2'303		215	191.0	17.9	90.6 %	89.8 %	
	Valais	50	93.0 %	91.9 %	104	20'912		506	314.8	7.8	97.6 %	97.1 %	
	Vaud	73	100.0 %	100.0 %	173	11'148	410	908	117.6	10.6	91.8 %	88.2 %	
Total BV Léman		134	95.8 %	96.3 %	300	34'794	411	1'674	189.3	10.1	95.2 %	93.1 %	
Rhône aval	Ain	4	90.9 %	92.0 %	30	571		50	117.9	11.3	91.2 %	86.0 %	
	Genève	11	99.8 %	99.8 %	377	19'370	925	697	247.2	9.5	96.4 %	89.7 %	
	Hte-Savoie	20	96.1 %	73.0 %	111	5733	99	375	202.0	13.3	93.5 %	89.8 %	
Total BV Rhône aval		35	98.2 %	85.6 %	519	25'674	1'024	1'121	227.4	10.6	95.6 %	89.6 %	
Total bassin CIPEL		169	96.7 %	92.0 %	819	60'469	1'435	2'795	203.9	10.3	95.4 %	91.6 %	

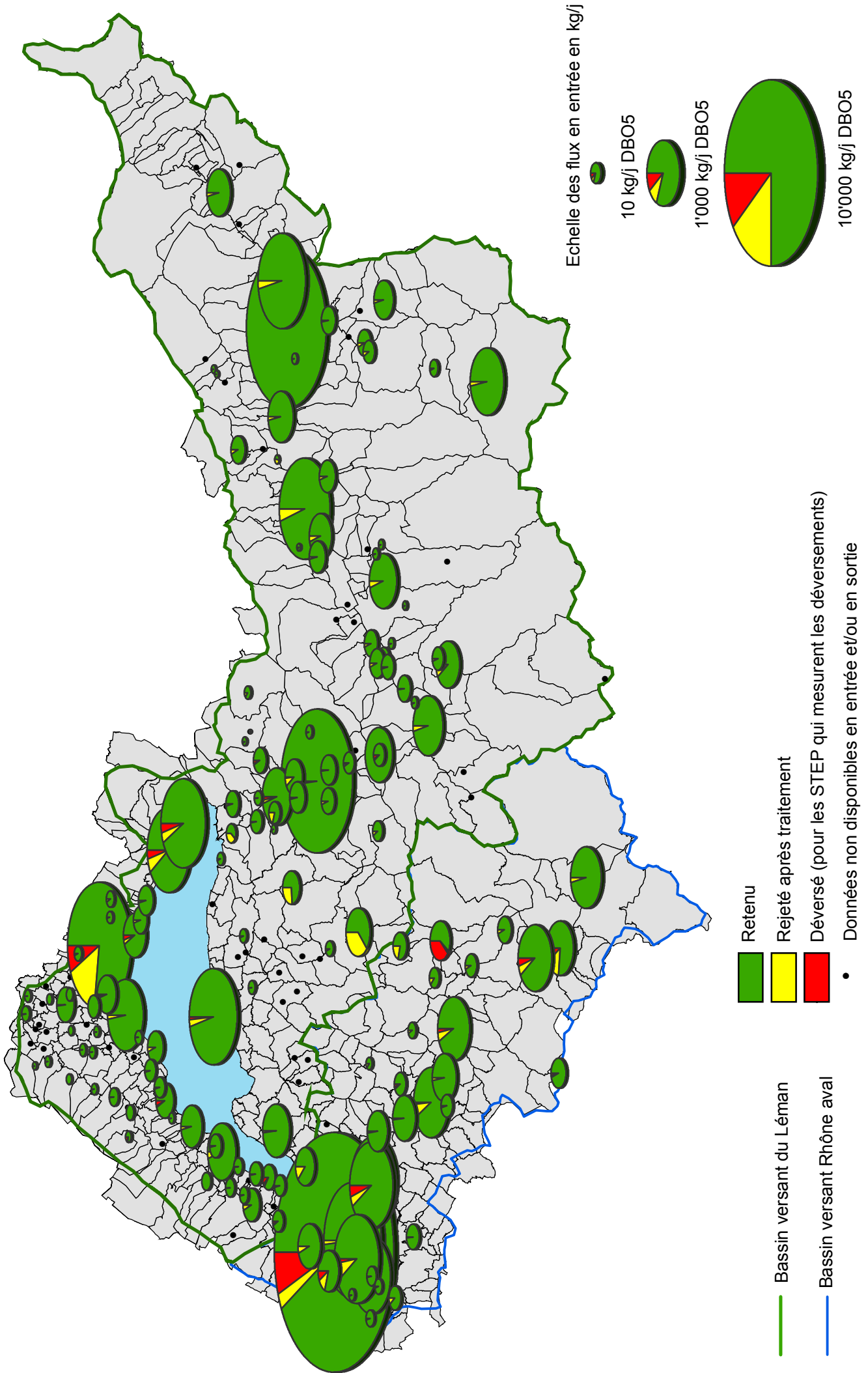


Figure 8 : Flux de DBO5 retenu, déversé mesuré et rejeté après traitement pour les STEP de plus de 1'000 EH.
Figure 8 : Load of BOD5 retained, discharged measured and output after processing from de WWTPs serving an area equivalent to more than 1'000 inhabitants.

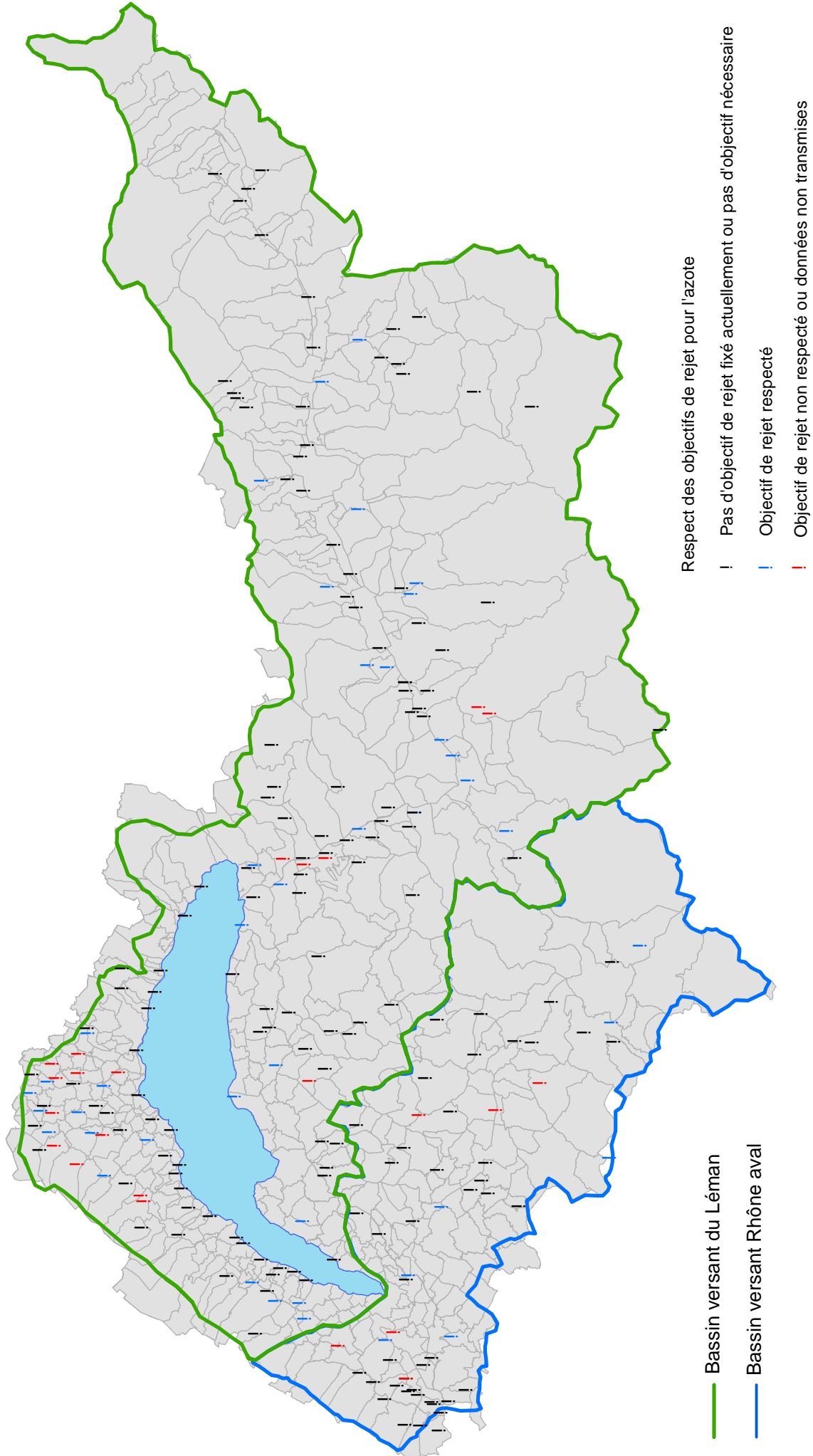


Figure 9 : Respect des objectifs de rejet pour l'azote.
Figure 9 : Compliance with the nitrogen discharge targets.

4. ÉVOLUTION DES APPORTS EN PHOSPHORE AU LÉMAN

Les apports en phosphore au Léman (total et dissous) sont calculés depuis 1965 par des analyses sur des prélèvements d'eau pour 4 affluents principaux (Rhône amont, Dranse, Aubonne et Venoge) et depuis 1989 pour 7 autres rivières complémentaires (QUETIN, 2007). Dans les rivières du bassin du Léman, le phosphore particulaire représente 95 % du phosphore total et le phosphore dissous à peine 5 %. Dans ce phosphore particulaire, 80 % est sous forme apatitique, ceci est principalement dû aux apports du Rhône (BURRUS, 1984; RAPIN et al., 1989). Cette forme de phosphore n'est pas susceptible d'être solubilisée et elle ne participe donc pas aux phénomènes de remobilisation.

Pour les apports diffus en phosphore, l'estimation faite par la CIPEL en 1997 (CIPEL - Tableau de bord, 2006) est basée sur le phosphore biodisponible (phosphore dissous et phosphore particulaire non-apatitique). Ces apports moyens s'élèvent à environ 169 tonnes par an, avec 35 tP/an apportées par l'érosion des surfaces agricoles, 4 tP/an par la pluie sur le lac et 130 tP/an liées à des apports naturels. Les apports directs provenant des rejets des stations d'épuration (domestiques et industrielles) représentent environ 250 tP/an (moyenne 2003-2005, CIPEL - Tableau de bord, 2006).

Dans les rejets de STEP, la part du phosphore biodisponible est prépondérante et représente plus de 80 % du phosphore total (RAPIN, 1987). Par conséquent, pour ce qui concerne les rejets des STEP et des déversoirs, nous considérerons le phosphore total.

La figure 10 montre que la concentration en phosphore dissous ($P-PO_4$) mesurée dans le lac suit la baisse des apports en $P-PO_4$ par les rivières, elle même en lien avec la baisse des flux de pollution en phosphore issus des rejets de STEP. En revanche, les apports en $P-PO_4$ par les affluents ont légèrement augmenté en 2006. Cette augmentation entre 2005 et 2006 pourrait être liée à la hausse des déversements des STEP en 2006 dans les milieux aquatiques.

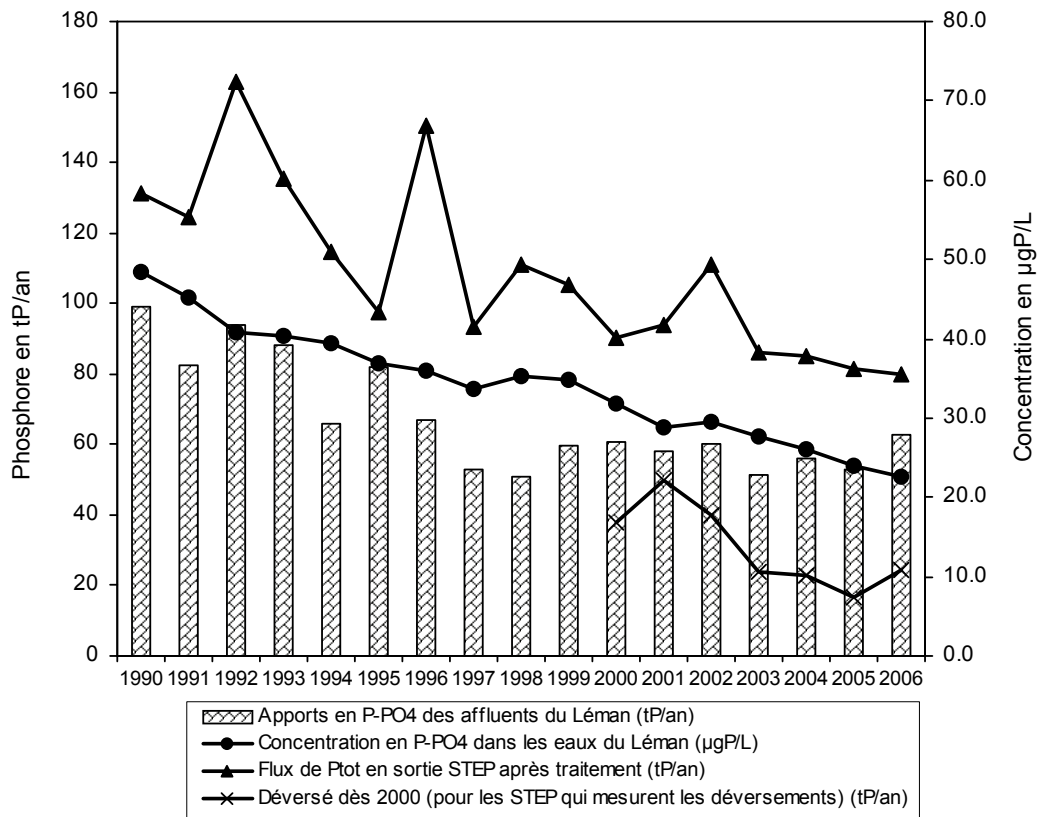


Figure 10 : Evolution des apports en phosphore dissous par les affluents (tP/an) et de la concentration mesurée dans le Léman entre 1990 et 2006 (µgP/L); évolution des rejets des STEP (eaux traitées - tP/an) et des déversements des eaux non-traitées ou partiellement traitées (tP/an).

Figure 10 : Changes in dissolved phosphorus input from the inflows (tP/year) and the concentration measured in Lake Geneva between 1990 and 2006 (µgP/L); change in the discharges from the WWTPs (treated water - tP/year) and the discharges of untreated or partially-treated water (tP/year).

5. ÉTAT DE LA SITUATION PAR RAPPORT AUX MICROPOLLUANTS - RÉSIDUS MÉDICAMENTEUX

Face à l'émergence du problème des résidus médicamenteux, la CIPEL et le canton de Genève ont réalisé en 2005 et 2006 trois campagnes d'analyses (échantillons-24 heures) uniquement sur des rejets de STEP : Aïre, Nant d'Avril et Villette dans le canton de Genève; Lausanne (Vidy) et Nyon dans le canton de Vaud. Ces STEP reçoivent des effluents hospitaliers ou de cliniques. Ces analyses ponctuelles ont eu principalement pour intérêt de faire un premier inventaire du type de substances médicamenteuses détectées dans des rejets d'eaux usées de STEP domestiques du bassin CIPEL. Les résultats obtenus ne nous permettent pour l'instant que de faire un état des lieux de la situation pour quelques rejets de STEP.

La figure 11 représente la somme des concentrations mesurées par famille de substances et par STEP pour différentes campagnes d'analyses.

La figure 12 représente les flux de pollution correspondants, calculés à partir des valeurs de concentrations et de débits mesurées en sortie. Il est délicat d'interpréter des flux de pollution calculés sur la base de 3 campagnes d'analyses ponctuelles. Ces chiffres ne sont donnés qu'à titre indicatif mais nous pouvons tout de même constater que les flux de pollution varient entre moins de 1 kg/j et près de 8 kg/j.

Les variations constatées peuvent être liées à différents phénomènes notamment comme la dilution, mais également les types d'activités hospitalières et/ou les performances d'épuration des STEP.

A la lecture de la figure 11, nous pouvons faire les constatations suivantes et émettre quelques hypothèses :

1) Influence de l'activité d'hospitalisation et de la capacité nominale des STEP

Avec une activité d'hospitalisation relativement comparable pour les 2 principaux hôpitaux raccordés sur les STEP de Vidy (Lausanne) et d'Aïre (Genève) (Tableau 5), nous supposons que la charge produite est du même ordre de grandeur. Or, il est constaté que les concentrations mesurées en sortie de STEP sont inversement proportionnelles à leur capacité nominale. Le même constat est établi pour les STEP de Nyon et du Nant d'Avril. Nous pouvons supposer que dans les STEP de plus grande taille, les effluents hospitaliers vont être dilués par les effluents domestiques et industriels.

La STEP de Villette reçoit notamment les effluents de la clinique des Grangettes. Aucune statistique n'ayant pu être obtenue pour cet établissement, les résultats ne seront pas comparés dans le cadre de ce rapport.

Tableau 5 : Capacité nominale des STEP et principaux établissements hospitaliers raccordés.

Table 5 : Nominal capacity of the WWTPs and the main hospitals supplied.

STEP	Principaux établissements hospitaliers	Activité (nombre de patients / an)	Capacité nominale (EH)	Source de données
Vidy (Lausanne)	CHUV	37'318	412'500	http://files.chuv.ch/internet-docs/chuv/qui/huv_ran05.pdf
Aïre (Genève)	HUG	48'073	600'000	http://www.hug-ge.ch/hug_enbref/chiffres-cles.html
Nyon	GHOL	6'393	50'000	http://www.ghol.ch/index/noscompetences/gholenchiffres/evolutionactivite.html
Nant d'Avril	La Tour	7'615	37'500	http://www.latour.ch/latour/tou_presenta_accred.html

2) Influence de la spécificité des hôpitaux et cliniques raccordés aux STEP sur la composition des rejets de STEP

Le type de substances susceptibles d'être rejetées par les STEP va dépendre de la spécificité de chacun des établissements hospitaliers raccordé aux réseaux d'eaux usées. Une étude plus détaillée est donc nécessaire pour identifier l'ensemble des hôpitaux et cliniques raccordés aux réseaux d'eaux usées. Il est également important de connaître la part des traitements hospitaliers et des traitements ambulatoires.

Il conviendra aussi de bien quantifier les médicaments administrés aux patients (DDD : Defained Daily Dose ou la dose journalière usuelle pour un adulte de 70 kg), leur composition (quantité de principe actif), le pourcentage d'excrétion dans les urines et les selles (ou biodégradabilité dans le corps humain), les composés issus de la dégradation, etc.

3) Influences des périodes d'analyses et du type de traitement de la STEP sur la composition et la concentration des rejets de STEP

Les résultats des 3 campagnes d'analyses montrent quelques tendances, par exemple la présence de 3 familles de substances uniquement lors de la campagne d'hiver du 17.02.2006. Il s'agit des anti-histaminiques, des médicaments psychiatriques et des bêta-bloquants. Il est constaté que pour d'autres familles de substances, les concentrations mesurées dans les rejets de STEP sont plus élevées lors de la campagne d'hiver du 17.02.2006 que lors des prélèvements des mois de juin et septembre de l'année 2005.

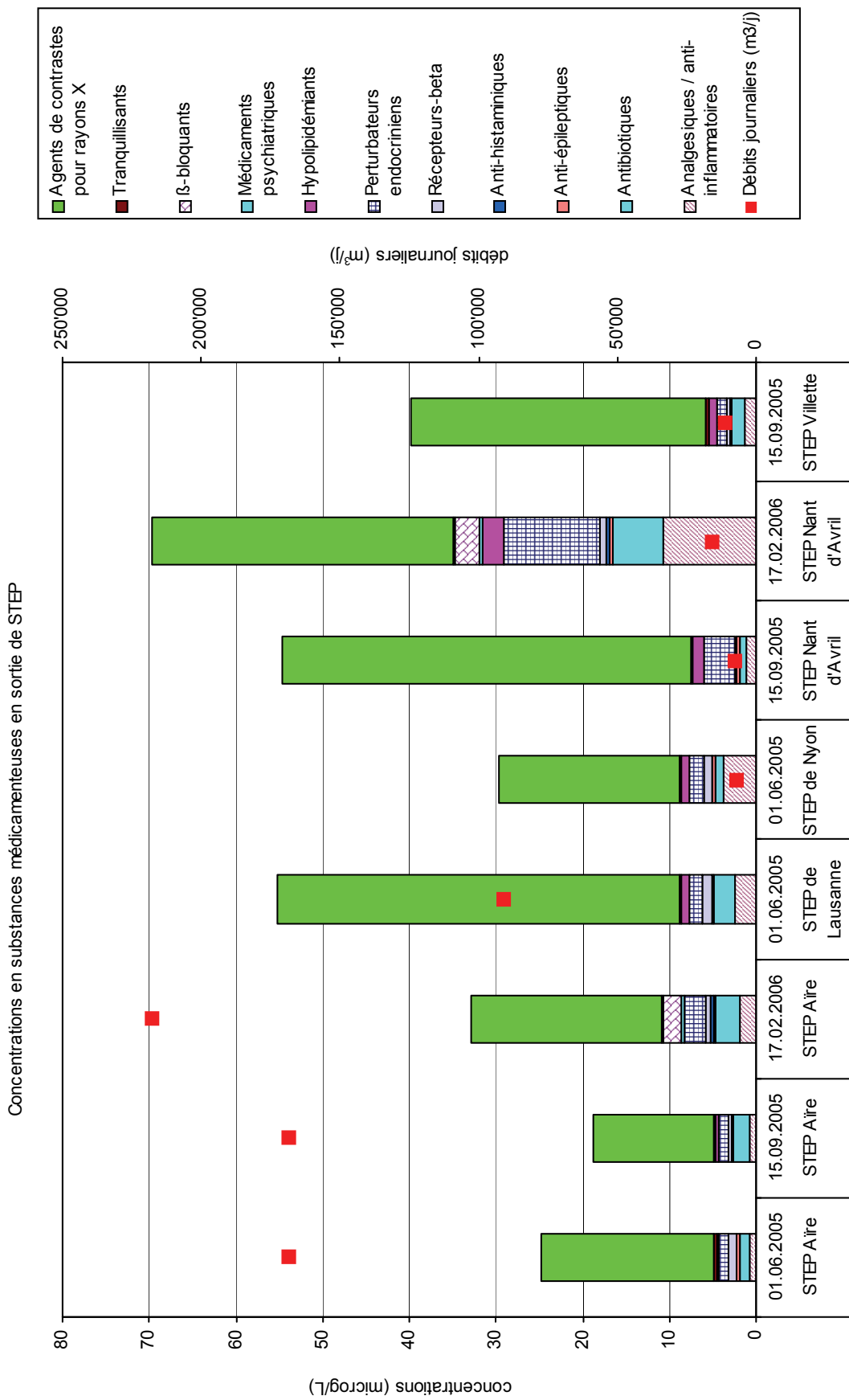


Figure 11 : Concentrations en substances médicamenteuses dans des rejets de STEP (µg/L).

Figure 11 : Concentrations of pharmaceuticals in the WWTP discharges (µg/L).

Flux en substances médicamenteuses dans les rejets de STEP

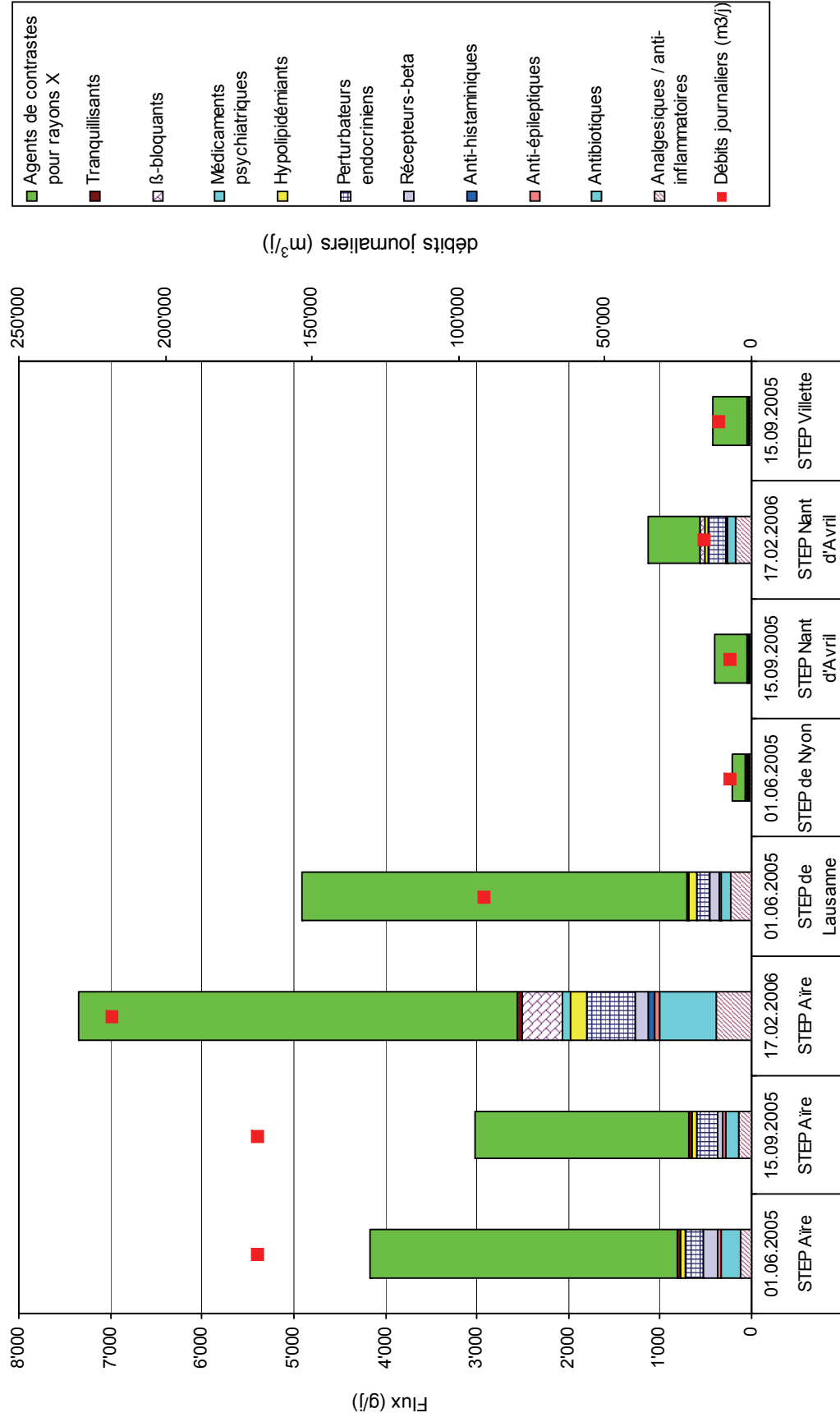


Figure 12 : Flux de résidus médicamenteux dans des rejets de STEP par famille de médicaments (g/l).

Figure 12 : Input drug residues in WWTP outflows by drug family (g/d).

Pour ce qui concerne les analgésiques/anti-inflammatoires et les antibiotiques, les concentrations sont plus élevées en hiver qu'en été pour la STEP d'Aire et la différence est encore plus notable pour celle du Nant d'Avril. Pour ces mêmes familles, les valeurs mesurées lors de la campagne du 01.06.2005 dans les rejets de la STEP de Lausanne et celle de Nyon sont plus élevées que dans les rejets des autres STEP analysés à la même date.

A noter qu'il y a une grande stabilité de concentrations selon les périodes d'analyses pour des types de médicaments comme les tranquillisants et les anti-épileptiques, signe d'une consommation continue et régulière tout au long de l'année. Pour ces substances, les concentrations mesurées dans les différents rejets de STEP varient peu, quel que soit le type de dispositif de traitement de la STEP. Ceci peut signifier que, les dispositifs de traitement ont soit la même efficacité d'élimination pour ces substances, soit ils n'en ont aucune. Dans ce cas, il conviendrait de faire des analyses en entrée et en sortie des STEP, pour mesurer l'efficacité du traitement sur l'abattement des substances médicamenteuses.

Concernant les perturbateurs endocriniens, les concentrations mesurées dans les rejets de la STEP du Nant d'Avril sont nettement plus élevées que dans les autres rejets de STEP. Or ces teneurs sont principalement liées à la pilule contraceptive utilisées vraisemblablement sans grandes variations selon les régions. Le dispositif de traitement de cette STEP est peut être moins efficace sur la dégradation de ces substances.

Enfin, les substances que l'on retrouve en plus grandes quantités sont les agents de contraste pour rayons X. Il semble que seul un dispositif de traitement de type charbon actif peut rabattre ces substances or aucune STEP n'est équipée de ce type de traitement (cf. point 4 ci-après).

4) Influence des caractéristiques physico-chimiques et écotoxicologiques des substances

Celles-ci devront être étudiées plus en détail pour mieux comprendre et expliquer les résultats analytiques des rejets de STEP et leur impact pour les milieux aquatiques. Plus de 10'000 substances médicamenteuses sont recensées en Suisse, dont environ 1'000 sont les plus utilisées.

En l'état actuel des connaissances, il est très difficile d'aller plus loin dans l'interprétation de résultats analytiques basés uniquement sur quelques prélèvements ponctuels sur 24h. Des campagnes d'analyses complémentaires sur d'autres STEP, à différentes périodes de l'année, ainsi qu'en entrée et en sortie de STEP devraient être réalisées.

Des travaux coordonnés par la CIPEL et menés par Nathalie CHÈVRE (écotoxicologue à l'Université de Lausanne) et Nathalie VERNAZ (pharmacienne à la pharmacie de l'Hôpital universitaire de Genève) sont déjà en cours à ce sujet pour le bassin lémanique et devraient déboucher sur une base de données intitulée MedicBase. Celle-ci devrait permettre de compléter de nombreuses lacunes actuelles à ce sujet (connaissance des quantités de médicaments administrés, des principes actifs de ces médicaments, des caractéristiques physico-chimiques et écotoxicologiques des substances, etc).

En France plusieurs programmes sont en cours pour étudier le risque d'exposition et les effets sur les milieux récepteurs pour les médicaments à usage humain. D'autres programmes étudient les paramètres qui influencent l'efficacité des différents procédés de traitement des eaux usées pour l'élimination des composés d'origine pharmaceutique.

Un programme de recherche intitulé MicroPoll a été lancé par la Confédération suisse. Il vise à évaluer les différents procédés d'élimination des STEP et doit fournir des bases à l'OFEV (Office fédéral de l'environnement) pour proposer des améliorations pour l'efficacité du fonctionnement des STEP et protéger ainsi les milieux aquatiques.

Dans le cadre de ce programme de recherche, 10 projets sont en cours ou réalisés, dont une étude bibliographique faisant la synthèse des connaissances quant à l'élimination des micropolluants dans les STEP (HUNZIKER, 2006).

Les conclusions suivantes ont pu être tirées de cette étude :

- à partir d'un âge de boues d'environ 10 jours, une grande quantité de micropolluants sont déjà éliminés,
- bien des micropolluants à action hormonale sont très efficacement éliminés dans des installations conventionnelles (décantation primaire suivie d'une étape biologique principale) avec un âge de boues supérieur à 10 jours,
- le charbon actif et l'ozonation semblent être les procédés d'élimination des micropolluants les mieux adaptés aux stations d'épuration actuelles d'une certaine taille :
 - pour des raisons de coûts et de technique des procédés, il faudrait favoriser l'ozonation comme procédé d'élimination poussé complémentaire après une biologie conventionnelle d'autant plus qu'il présente un large spectre d'action,
 - pour l'élimination des agents de contraste pour rayons X, c'est le charbon actif qui est le plus efficace.

6. CONCLUSIONS

Le positif

- En 2006, 221 stations d'épuration étaient en service dans le bassin versant de la CIPEL (Léman + Rhône aval), totalisant une capacité de traitement de 4'143'136 équivalents-habitants.
- Le taux de contrôle des STEP est globalement satisfaisant avec **172 STEP contrôlées**, représentant plus de 96 % de la capacité totale de traitement en EH du bassin versant. La CIPEL souligne l'effort des gestionnaires des STEP et des entités responsables de la transmission des résultats : format des données et nombre de STEP contrôlées transmettant les résultats (155 en 2004, 165 en 2005 et 172 en 2006)
- Pour la **matière organique** exprimée par la DBO_5 et pour le bassin versant CIPEL, le rendement moyen d'élimination est en légère augmentation par rapport à 2005 avec 95.4 % sur les eaux traitées et 92.0 % en tenant compte des déversements en entrée et en cours de traitement. La concentration moyenne de sortie est de 10.3 mgO_2/L . Le flux de pollution de la matière organique, représenté par la DBO_5 , est de 2'795 tonnes d' O_2 par an après traitement et de 2'254 tonnes d' O_2 par an déversées au milieu naturel après un éventuel traitement partiel.
- Pour le **phosphore total** et pour le bassin versant du Léman, les apports sont de 80 tonnes après traitement et de 25 tonnes directement déversées sans traitement. Le rendement moyen d'élimination est aussi en légère augmentation avec 90.2 % sur les eaux traitées et 87.0 % en tenant compte des déversements en entrée et en cours de traitement. La concentration moyenne de sortie est de 0.5 $mgPtot/L$.

Pour le bassin versant CIPEL, le rendement moyen d'élimination est de 83.9 % sur les eaux traitées et de 79.2 % en tenant compte des déversements en entrée et en cours de traitement. La concentration moyenne de sortie est de 0.9 $mgPtot/L$. En terme de flux, 238 tonnes sont rejetées après traitement et 69 tonnes déversées dans le milieu naturel après un éventuel traitement partiel.

- Le nombre de STEP mesurant les débits déversés a augmenté.

Le négatif

- Les débits spécifiques et les déversements sont encore trop élevés, signe d'une mauvaise qualité des réseaux d'égouts ou d'une capacité de traitement insuffisante des STEP.
- Le nombre d'analyses sur le phosphore dissous a diminué par rapport à 2005, or ce paramètre est directement responsable de l'eutrophisation du lac et doit être mesuré pour mieux connaître l'impact des rejets de STEP sur les milieux aquatiques.
- Les STEP qui respectent l'objectif de rejet qui leur a été fixé pour l'azote représentent 65 %.

Ces constats doivent encourager les services compétents des entités de la CIPEL, ainsi que tous les gestionnaires de STEP, à poursuivre leurs efforts pour les années à venir. En effet les résultats 2006 montrent encore cette année une amélioration globale de l'assainissement dans le bassin de la CIPEL. Celle-ci contribue à la baisse des teneurs en phosphore dans le Léman (27.7 $\mu g/L$ en 2006 contre 29.4 en 2005).

La pollution domestique dite classique (pollution organique) semble maîtrisée dans le bassin CIPEL, et doit au moins être maintenue à ce niveau. De nouveaux défis devront être relevés à l'avenir avec la lutte contre les micropolluants. Des études sont déjà en cours dans les 2 pays (Suisse et France) pour mieux évaluer l'efficacité des dispositifs de traitement par rapport l'élimination des micropolluants.

BIBLIOGRAPHIE

- BURRUS, D. (1984) : Contribution à l'étude du transport du phosphore dans le Rhône alpin. Thèse no 2135, Université de Genève, 100p.
- HUNZIKER (2006) : MicroPoll - Evaluation des procédés d'élimination. Rapp. pour l'Off. féd. de l'environ., Berne.
- KLEIN, A. (2006) : Contrôle des stations d'épuration. Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 2005, 175-187.
- QUETIN, P. (2007) : Bilan des apports par les affluents au Léman et au Rhône à l'aval de Genève. Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 2006, 137-161.
- QUETIN, P. (2007) : Météorologie. Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 2006, 21-32.
- RAPIN, F. (1988) : Apports au Léman des formes disponibles du phosphore. Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut., Campagne 1987, 215-223.
- RAPIN, F., BLANC, P, et CORVI, C. (1989) : Influence des apports sur le stock de phosphore dans le lac Léman et sur son eutrophisation. Rev. Sci. Eau, 2(4), 721-737.
- VSA (2006) : Définition et standardisation d'indicateurs pour l'assainissement.

CONSEIL SCIENTIFIQUE

DE LA COMMISSION INTERNATIONALE
POUR LA PROTECTION DES EAUX DU LÉMAN
CONTRE LA POLLUTION

RAPPORTS

SUR LES ÉTUDES
ET RECHERCHES ENTREPRISES
DANS LE BASSIN LÉMANIQUE

PROGRAMME QUINQUENNAL 2006-2010
CAMPAGNE 2006

*Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut.,
Campagne 2006, 2007*

Editeur :

Commission internationale pour la protection
des eaux du Léman contre la pollution

ACW - Changins - Bâtiment DC
50, route de Duillier
Case postale 1080
CH - 1260 NYON 1

Tél. : CH - 022 / 363 46 69
FR - 00 41 22 / 363 46 69

Fax : CH - 022 / 363 46 70
FR - 00 41 22 / 363 46 70

E-mail : cipel@cipel.org

Site web : <http://www.cipel.org>

La reproduction partielle de rapports et d'illustrations publiés dans les
"*Rapports de la Commission internationale pour la protection des eaux du Léman contre la pollution*"
est autorisée à la condition d'en mentionner la source.
La reproduction intégrale de rapports doit faire l'objet d'un accord avec l'éditeur.