

## **SCENARIOS D'EVOLUTION DES APPORTS EN PHOSPHORE AU LÉMAN D'ORIGINE DOMESTIQUE DANS UN AVENIR DE 5 À 50 ANS**

## **SCENARIOS ON THE EVOLUTION OF PHOSPHORUS INPUT TO LAKE GENEVA IN A FUTURE OF 5 TO 50 YEARS**

**CAMPAGNE 2017**

PAR

**Mahé CLAUDE, stagiaire**

SECRETARIAT DE LA COMMISSION INTERNATIONALE POUR LA PROTECTION DES EAUX DU LÉMAN -

Changins, Case postale 1080, CH – 12 60 NYON 1

### **RÉSUMÉ**

*En 2016, la concentration moyenne annuelle en phosphore dans les eaux du Léman est de 19 µgP/L.*

*L'objectif du Plan d'Action 2011-2020 de la CIPEL définit une teneur en phosphore dans le lac comprise entre 10 et 15 µgP/L.*

*Dans l'objectif d'avoir une idée plus précise de l'évolution des apports en phosphore au lac dans les années à venir, la CIPEL a voulu mettre en exergue les hypothèses quant à l'évolution de ceux-ci.*

*Les apports en phosphore d'origine domestique au lac ont été évalués dans un avenir de 5 à 50 ans selon différents scénarios sur la base de critères d'influence tels que la démographie, le comportement de la population, l'état des réseaux d'assainissement.*

*L'analyse des scénarios traduit un accroissement de la population sur le bassin versant lémanique qui engendre une augmentation des apports au lac. Face à cette tendance, les scénarios étudiés montrent la nécessité de poursuivre les efforts sur l'amélioration des systèmes d'assainissement.*

### **ABSTRACT**

*In 2016, the average annual concentration of phosphorus in Lake Geneva is 19 µgP/L.*

*The objective of CIPEL's 2011-2020 Action Plan defines a phosphorus content in the lake of between 10 and 15 µgP/L.*

*In order to have a more precise idea of the evolution of phosphorus inputs to the lake in the coming years, CIPEL wanted to highlight the hypotheses concerning the evolution of these.*

*Contributions of phosphorus of collective sanitation to the lake have been evaluated in the future from 5 to 50 years according to different scenarios on the basis of influence criteria such as demography, the behavior of the population, the state of the sewage system.*

*The analysis of the scenarios reflects an increase in the population in the Lake Geneva catchment area, which results in an increase in phosphorous input. Faced with such trend, the scenarios studied show the need to continue efforts to improve sanitation systems.*

## 1. INTRODUCTION

Le phosphore a fait l'objet de plus de 50 ans de lutte et d'effort pour réduire ces apports au lac évitant son asphyxie. En 2016, sa concentration moyenne annuelle est de 19 µgP/L. L'objectif de la CIPEL (Plan d'Action 2011-2020) est l'atteinte de 10 à 15 µgP/L.

La CIPEL a souhaité approfondir les réflexions concernant l'évolution de l'apport en phosphore au lac par son bassin versant dans un avenir de 5 à 50 ans.

Le lien complexe entre les apports en phosphore au lac, la concentration en phosphore dans le lac et la ressource piscicole dépend de multiples paramètres physico-chimiques, biologiques mais également climatiques, qui ne seront pas traités ici.

Cette étude s'attache à évaluer les apports en phosphore d'origine domestique qui contribue aux apports totaux au lac dans un avenir de 5 à 50 ans. Ainsi, elle décrit l'évolution des apports totaux en phosphore au Léman en fonction d'hypothèses faites sur différents critères l'influençant.

## 2. METHODOLOGIE

Considérant que les apports en phosphore au lac en provenance de son bassin versant sont de 7 natures différentes (Cf. Figure 1), l'évaluation des apports se fait selon une approche multicritère. Celle-ci consiste à faire varier certains paramètres à partir d'hypothèses sur leurs évolutions tendancielles dans le futur.

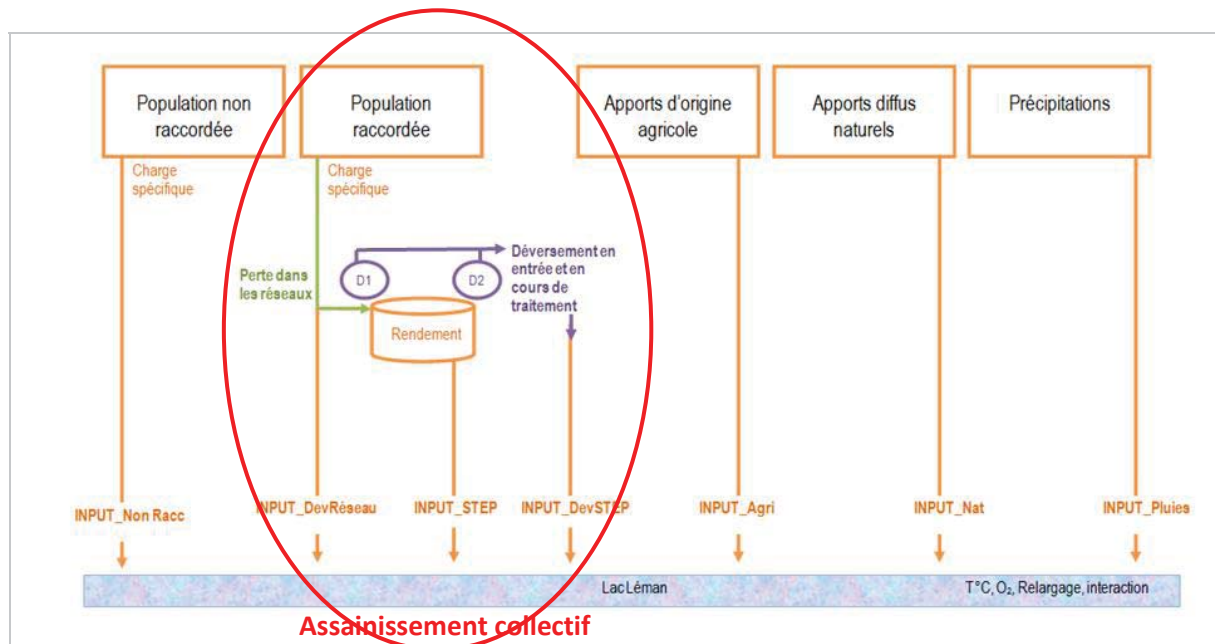


Figure 1 : Diagramme de représentation de l'origine des apports en phosphore au Léman

Figure 1 : Diagram showing the origin of phosphorus inputs to Lake Geneva

### **Population non raccordée (INPUT\_NonRacc)**

Les apports par la population non raccordée ont été actualisés sur la base des données de l'Office Fédéral de l'Environnement (OFEV) pour la Suisse et d'estimations faites en 2007 pour la France.

### **Apports diffus (INPUT\_Agri,Nat,Pluies)**

Les apports diffus d'origine agricole, les apports naturels et dus à la pluie, ont été conservés. L'étude ne prend pas en compte l'évolution de ces apports depuis.

### **Apport dus au déversement par les réseaux (INPUT\_DevRéseau)**

Grâce aux mesures des flux et des volumes en entrée des STEP, la part moyenne du flux déversé dans les réseaux a été calculée par rapport au flux en entrée des STEP, définissant un facteur de pertes moyen dans le réseau.

### **Apport dus au déversement en entrée de STEP et en cours de traitement (INPUT DevSTEP)**

Des mesures ont été réalisées sur les débits déversés en entrée de STEP (D1) et au niveau du décanteur primaire (D2). Ces données ont permis de définir la proportion moyenne du flux déversé en entrée et en cours de traitement (D1+D2) par rapport au flux en entrée. Ainsi, en moyenne, 5% du flux en entrée de station d'épuration est déversé en entrée et en cours de traitement.

### **Rejet des STEP après traitement (INPUT STEP)**

Le flux en sortie varie en fonction de la population raccordée et ses rejets, des déversements et du rendement des STEP. Concernant la démographie et son évolution sur le bassin versant du Léman, l'étude s'appuie sur les données de l'INSEE (Institut National de la Statistique et des Etude Economique) en France et de l'OFS (Office Fédéral de la Statistique) en Suisse. Compte tenu des réglementations sur la réduction de l'utilisation de produits phosphatés et des changements de comportement de la population, la charge spécifique par habitant aura tendance à baisser. Dans la présente étude, elle variera de 1.8 gP/EH.jour<sup>-1</sup> à 1.5 gP/EH.jour<sup>-1</sup> sachant que la limite théorique correspondant aux rejets métaboliques (urines, fèces) ainsi qu'aux résidus de divers aliments est fixée à 1.4 gP/EH.jour<sup>-1</sup>.

Le rendement moyen d'épuration (quotient de la différence de flux entre entrée et sortie de STEP par le flux en entrée) à l'échelle du bassin versant du Léman est relativement stable ces dernières années. En 2016, le rendement moyen d'épuration est de 91%, stable par rapport à 2014 (90%) et 2015 (91%). Ce rendement n'est pas ajusté en fonction des déversements en cours de traitement, ce qui rend l'évaluation des apports en phosphore par les STEP, et celle de l'évolution de ces apports, plus incertaine. L'évaluation des déversements en STEP ainsi que de ceux en réseaux restent à affiner.

Ces informations nous amènent à la définition des critères qui influencent les apports en phosphore au lac (cf. Tableau 1). Ils constituent la base de l'analyse et concernent dans la présente étude exclusivement les apports relatifs à l'assainissement collectif.

Tableau 1 : Différents critères d'évaluation influençant l'apport en phosphore au lac par l'assainissement collectif

Table 1 : Various evaluation criteria influencing phosphorus input to the lake through collective sanitation

| <b>Critères</b> | <b>Descriptions</b>  | <b>Variables et valeur de référence</b>   |
|-----------------|--|---|
| <b>CR1</b>      | Evolution du nombre d'habitants total du bassin versant du Léman | Augmentation de 0.8% /an  |
| <b>CR2</b>      | Charge spécifique traduit "le comportement de la population"     | gP/j/EH<br>Référence : Cspé : 1.80gP/j/EH   |
| <b>CR3</b>      | Perte dans les réseaux   | Pourcentage de perte par rapport au volume total entrant en station.<br>Valeur moyenne : 1.45 % |
| <b>CR4</b>      | Rendement moyen des stations d'épurations                        | Rendement = $([Fe]-[Fs])/[Fe]$ en %<br>Référence (2016) : 90.1 %                                |
| <b>CR5</b>      | Déversements (en entrée et en cours de traitement)               | Pourcentage du déversement par rapport au débit total en entrée en %<br>Valeur moyenne : 5.07 % |

La méthode de l'analyse multicritères consiste à faire varier ces critères d'influence et d'en observer les conséquences sur l'apport en phosphore au lac. Dans cette étude, l'évolution des critères se fait graduellement dans le temps.

L'augmentation de la population a été fixée à 0.8% par année suivant une tendance moyenne prévue de l'INSEE et l'OFS.

### **Etat de référence (2017)**

L'année 2017 correspond à l'état de référence de l'analyse multicritères (cf. Annexes, Tableau A1).

### **Scénario 0 (influence de l'augmentation de la population uniquement)**

Le scénario 0 ne considère que l'augmentation de la population et aucune amélioration sur les critères d'influence définis plus haut (cf. Annexes, Tableau A2).

## **3. RESULTATS**

Les apports en phosphore sont exprimés en tonne de phosphore biodisponible selon l'approximation suivante : le phosphore total comprend deux formes dissoutes (orthophosphate : P-PO<sub>4</sub> et phosphore organique dissous) et deux formes particulières (phosphore organique particulaire et le phosphore inorganique particulaire).

Parmi ces quatre formes, le phosphore biodisponible pour la croissance des algues et qui joue un rôle important dans le phénomène d'eutrophisation, se trouve dans :

- le phosphore réactif soluble (P-PO<sub>4</sub>), qui est directement biodisponible, et qui représente la fraction la plus importante au plan biologique
- une partie du phosphore organique dissous (qui peut être métabolisé sous certaines conditions)
- une partie du phosphore particulaire.

Cela peut s'exprimer ainsi :  $P_{tot\_BIODISP} \sim P-PO_4 + P_{part\_BIODISP}$ . Ces approximations ont découlé de la relation suivante qui est utilisée dans notre étude :  $P_{tot\_BIODISP} = 0.898 P_{tot}$  (Klein, 2014).

### **3.1 ETAT DE RÉFÉRENCE : ANNÉE 2017**

A l'état de référence (année 2017), les apports par l'assainissement collectif contribuent à hauteur de 36 % aux apports au Léman par rapport aux apports totaux. La contribution des trois apports relatifs à l'assainissement collectif se répartit de la manière suivante : 9 % pour le déversement des réseaux, 32 % pour le déversement des STEP et 59 % pour le rejet des stations d'épuration (cf. Annexes, Tableau A1).

### **3.2 SCÉNARIO 0 : L'INFLUENCE DE L'AUGMENTATION DE LA POPULATION**

Le scénario 0 montre une augmentation des apports en phosphore au lac dès 2021 (+3 tonnes déversées par rapport à 2017, l'état de référence). En 2066, les apports en phosphore augmenteraient de 18% soit 48 tonnes de phosphore biodisponible en plus par rapport à l'état de référence (cf. Annexes, Tableau A2).

### **3.3 DÉFINITION DES SCÉNARIOS D'ÉVOLUTION DES APPORTS**

Afin d'apprécier l'influence des critères dans l'évolution des apports dans un avenir de 5 à 50 ans, six scénarios ont été définis (cf. Tableau 2). Les trois premiers ne concernent une évolution progressive au cours du temps que d'un seul critère puis les trois suivants font la combinaison de différents critères évolutifs au cours du temps (scénarios combinés).

Tableau 2 : Définition des 6 scénarios permettant l'appréciation des tendances possibles des années à venir

Table 2 : Definition of the 6 scenarios allowing the assessment of possible trends for the coming years

| Scénarios | Caractéristiques                                       | Influence des critères   |
|-----------|--|--|
| SC1       | Amélioration de la charge spécifique au cours du temps | 2017 : C <sub>spé</sub> = 1.80 gP/j/EH<br>2021 : C <sub>spé</sub> = 1.75 gP/j/EH<br>2026 : C <sub>spé</sub> = 1.74 gP/j/EH<br>2046 : C <sub>spé</sub> = 1.60 gP/j/EH<br>2066 : C <sub>spé</sub> = 1.50 gP/j/EH |

|             |   |   |
|-------------|---|---|
| <b>SC2</b>  | Amélioration des déversements le long des réseaux au cours du temps   | 2017 : perte de 1,45%<br>2021 : 1,35%<br>2026 : 1,25%<br>2046 : 0,85%<br>2066 : 0,5%    |
| <b>SC3</b>  | Amélioration du rendement des STEP au cours du temps  | 2017 : rendement de 90,1%<br>2021 : 90,6%<br>2026 : 91,5%<br>2046 : 93,4%<br>2066 : 95% |
| <b>SC4</b>  | Charge spécifique en baisse ET amélioration des déversements. Combinaison SC1 et SC2  | Évolution des critères au cours du temps similaires aux scénarios 1 et 2.               |
| <b>SC5</b>  | Charge spécifique en baisse ET amélioration de l'épuration des STEP. Combinaison SC1 et SC3   | Évolution des critères au cours du temps similaires aux scénarios 1 et 3                |
| <b>SC 6</b> | Scénario optimiste : amélioration de la charge spécifique, des déversements et du rendement des stations d'épuration. Combinaison SC1, SC2 et SC3 | Évolution des critères au cours du temps similaires aux scénarios 1, 2 et 3             |

L'analyse des différents scénarios définis permet de faire le bilan des apports au Léman pour chacun d'eux.

Les apports totaux au lac ont été estimés pour les années 2017 (état de référence), 2021 (+5 ans), 2026 (+10 ans), 2046 (+30 ans) et 2066 (+50 ans) (cf. Annexes, Tableau A3).

### 3.4 ANALYSE DES SCÉNARIOS



Figure 2 : Apport total en Phosphore biodisponible selon les scénarios 0, 1, 2, 3 et les scénarios combinés 4, 5, 6

Figure 2 : Total bioavailable phosphorus intake according to scenarios 0, 1, 2, 3 and the combined scenarios 4, 5, 6

Les résultats en termes d'apport totaux au Léman sont synthétisés dans les tableaux suivants. Le tableau 3 compare la situation de chaque scénario en 2066 à l'état de référence 2017. Le tableau 4 compare la situation de chaque scénario en 2066 au scénario 0 (qui ne considère aucune variation des critères hormis l'augmentation de la population).

Tableau 3 : Résultats des apports totaux au Léman en 2066 par rapport à l'état de référence

Table 3 : Results to total contributions in 2066 to Lake Geneva compared to the reference condition

| Échéance 50 ans (2066) |  |   |
|------------------------|--|---|
|                        | Différence de $P_{\text{biodisponible}}$ par rapport à l'état de référence (en tonnes) | Variation de $P_{\text{biodisponible}}$ par rapport à l'état de référence |
| <b>Scénario 1</b>      | 22   | 7%  |
| <b>Scénario 2</b>      | 41   | 13%   |
| <b>Scénario 3</b>      | 4  | 2%  |
| <b>Scénario 4</b>      | 15   | 5%  |
| <b>Scénario 5</b>      | -15  | -6%   |
| <b>Scénario 6</b>      | -22  | -8%   |

Tableau 4 : Résultats des apports totaux au Léman en 2066 par rapport au scénario 0

Table 4 : Results to total contributions in 2066 to Lake Geneva compared to scenario 0

| Échéance 50 ans (2066) |  |   |
|------------------------|--|---|
|                        | Différence de $P_{\text{biodisponible}}$ par rapport au scénario 0 (en tonnes) | Variation de $P_{\text{biodisponible}}$ par rapport au scénario 0 |
| <b>Scénario 1</b>      | -27  | -9%   |
| <b>Scénario 2</b>      | -8   | -2%   |
| <b>Scénario 3</b>      | -44  | -15%  |
| <b>Scénario 4</b>      | -34  | -11%  |
| <b>Scénario 5</b>      | -64  | -24%  |
| <b>Scénario 6</b>      | -71  | -27%  |

Globalement, l'augmentation de la population de la région lémanique implique une augmentation des apports par l'assainissement collectif dans les années à venir. Ces scénarios nous montrent qu'il faut contrebalancer cette augmentation en intensifiant les efforts pour la réduction des apports au lac. Ces efforts peuvent être de natures différentes pour le traitement des eaux usées domestiques comme l'ont traduit les différents scénarios (effort d'amélioration des réseaux d'assainissement, des comportements, des rendements des STEP...).

#### Scénario 1 : amélioration de la charge spécifique

En 2066, il engendre un apport de 22 tonnes de phosphore biodisponible en plus par rapport à l'état de référence (soit 7 % des apports totaux en plus).

Par rapport au scénario 0 où aucune variation des critères n'est prise en compte, le scénario 1 permet d'éviter 27 tonnes de phosphore biodisponible de se déverser dans le Léman (soit 9% des apports totaux).

#### Scénario 2 : amélioration des pertes dans le réseau

En 2066, le scénario 2 est le moins pertinent avec un apport de 41 tonnes de phosphore biodisponible en plus par rapport à l'état de référence (soit 13 % des apports totaux).

Il est le plus proche du scénario 0 car ne permet d'éviter que 8 tonnes de phosphore biodisponible de se déverser dans le lac (seulement 2% des apports totaux).

Rappelons en revanche que l'amélioration des réseaux peut engendrer une meilleure épuration du fait de la concentration de l'effluent en entrée de STEP. Ce phénomène n'est cependant pas représenté par ce scénario.

#### Scénario 3 : amélioration du rendement des STEP

En 2066, le scénario 3 est significatif car il permet une stabilisation des apports par rapport à l'état de référence avec un apport de 4 tonnes de phosphore biodisponible en plus (soit 2% des apports totaux). La situation serait donc comparable à celle de l'état de référence (2017).

Par rapport au scénario 0, le scénario 3 permet d'éviter le déversement de 44 tonnes de phosphore biodisponible (soit 15 % des apports totaux).

#### Scénario 4 : amélioration de la charge spécifique et des pertes réseau

En 2066, le scénario 4 ne traduit pas les efforts suffisants pour une stabilisation des apports au lac, 15 tonnes de phosphore biodisponible sont apportées en plus par rapport à l'état de référence (soit 5% des apports totaux).

Par rapport au scénario 0, le scénario 4 permet d'éviter 34 tonnes de phosphore biodisponible de se déverser dans le Léman (soit 11% des apports totaux)

#### Scénario 5 : amélioration de la charge spécifique et de l'épuration

**Scénario 6** : amélioration de la charge spécifique, des pertes réseau et de l'épuration

Les scénarios 5 et 6 sont très encourageants avec une baisse des apports par rapport à l'état de référence : respectivement 15 et 22 tonnes de phosphore biodisponible (6% et 8% des apports totaux).

La comparaison avec le scénario 0 montre des quantités importantes de phosphore biodisponible que l'on évite de déverser dans le lac (64 tonnes pour le scénario 5 et 71 tonnes pour le scénario 6).

Les scénarios ne prennent pas en compte les efforts de la filière agricole, l'évolution des apports diffus agricole étant difficile à déterminer. Cependant ceux-ci vont certainement évoluer dans les années à venir au vu des nouvelles réglementations. De la même manière, les apports de l'assainissement non collectif auront tendance à baisser.

#### **4. CONCLUSION**

Cette réflexion sur l'évolution des apports en phosphore au Léman dans un avenir de 5 à 50 ans a permis de définir différents critères d'influence et d'en déduire leur impact sur les apports totaux au lac selon différents scénarios.

Cette étude a montré qu'il est nécessaire d'intensifier les efforts pour arriver à une baisse des apports concernant l'assainissement collectif. Les efforts concernent l'amélioration de l'épuration des STEP, l'amélioration des réseaux d'assainissement et l'amélioration des comportements vis-à-vis des rejets. Seuls les scénarios combinés sont favorables à une stabilisation ou réduction des apports au Léman à l'horizon 50 ans.

Ces scénarios, qui traduisent des changements évolutifs au cours des années, dévoilent les efforts progressifs à réaliser pour arriver à réduire ou stabiliser les apports au lac dans les années à venir.

Cette étude s'est concentrée sur l'évolution des apports dus à l'assainissement collectif essentiellement. En revanche, elle nous montre que les efforts doivent se porter également sur les apports diffus (agricoles notamment) pour que le lac prospère dans un état méso-oligotrophe à l'horizon 50 ans.

Au vu du développement de la région lémanique et de l'influence des conditions lacustres (ex : relargage possible du stock de phosphore des sédiments) et climatiques, les efforts quant au traitement des eaux usées domestiques doivent donc s'intensifier.

## BIBLIOGRAPHIE

- Phosphore des eaux usées : nouvelles données, conséquences pour l'épuration. POLLUTEC 2010 – Journée d'échanges [Rapport] / aut. STRICKER A -E HEDUIT, A. et GARNAUX, S.. - 2010.
- Apport de Phosphore Population Non Raccordées A Une STEP [Rapport] : Rapp. Comm. Campagne 94 / aut. CIPEL. - 1995.
- Apport diffus de phosphore d'origine agricole, [Rapport] / aut. CIPEL Groupe de travail "Pollutions agricoles". - Campagne 1998.
- BILAN 2016 DE L'EPURATION VAUDOISE [Livre] / aut. Vaud Direction générale de l'environnement (DGE) du canton de. - 2017.
- BILAN D'EPURATION DES EAUX USEES EN VALAIS ANNEE 2016 [Livre] / aut. Département des transports de l'équipement et de l'environnement, Service de la protection de l'environnement, Section protection des eaux. - 2017.
- Contrôle Annuel des stations d'épuration (STEP) [Rapport] / aut. Oriez Adrien. - 2016.
- Evaluation économique et environnementale de scénarios de protection des eaux [Revue] / aut. Volker Prasuhn Anke Möhring, Maria Bystricky, Thomas Nemecek et Gérard Gaillard, Agroscope Zurich et Ettenhausen. - 2017.
- Faits et chiffres sur la question du phosphore dans le lac de Brienz [Rapport] / aut. Bryner Andri. - 25 janvier 2012.
- La faune piscicole du lac des Quatre-Cantons caractérisée [En ligne] / aut. Bryner Andri // Eawag Aquatic Research. - 19 Juillet 2017. - Novembre 2017. - [http://www.eawag.ch/fr/news-agenda/actualites/detail/news/tiefer-einblick-in-die-fischfauna-des-vierwaldstaettersees/?tx\\_news\\_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx\\_news\\_pi1%5Baction%5D=detail&cHash=3cd85f34a8af6967991636a11b4d83bd](http://www.eawag.ch/fr/news-agenda/actualites/detail/news/tiefer-einblick-in-die-fischfauna-des-vierwaldstaettersees/?tx_news_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx_news_pi1%5Baction%5D=detail&cHash=3cd85f34a8af6967991636a11b4d83bd).
- L'empreinte du changement climatique sur le Léman [Rapport] / aut. Orlane ANNEVILLE Martin BENISTON, Nicole GALLINA, Christian GILLET, Stéphane JACQUET, Jérôme LAZZAROTTO et Marjorie PERROUD. - 2013.
- Les apports par les affluents au Léman au Rhône à l'aval de Genève, Campagne 2013, 120-131 [Rapport] / aut. Klein Audrey. - [s.l.] : Rapp. Comm. int. prot. eaux Léman contre pollut., 2014.
- Santé du Léman et phosphore [Article] / aut. CIPEL // La lettre du Léman n°52. - Juin 2016.



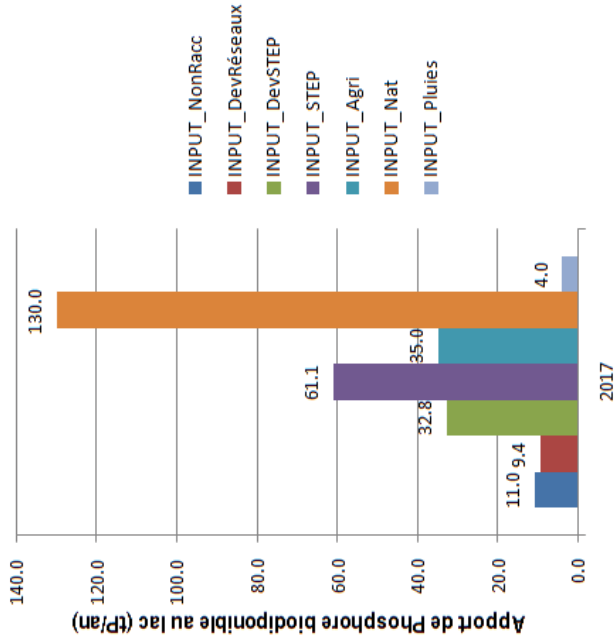
**ANNEXES**

Tableau A1 : Détail de l'état de référence – année 2017

Table A1 : Reference state detail – 2017 year

| Hypothèses de calcul |   |
|----------------------|---|
| CR1                  | Augmentation de la population<br>0.8%                       |
| CR2                  | Charge spécifique<br>1.80                                   |
| CR3                  | Perte dans les réseaux<br>1.45%                             |
| CR4                  | Rendement moyen des STEP<br>90.10%                          |
| CR5                  | Déversements (en entrée et en cours de traitement)<br>5.07% |

**Résultats**



| Types d'apport   | tP biodisponible/an | Contribution par rapport aux apports totaux |
|------------------|---------------------|---|
| INPUT_NonRacc    | 11.0                | 4%  |
| INPUT_DevRéseaux | 9.4                 | 3%  |
| INPUT_DevSTEP    | 32.8                | 12%   |
| INPUT_STEP       | 61.1                | 22%   |
| INPUT_Agri       | 35.0                | 12%   |
| INPUT_Nat        | 130.0               | 46%   |
| INPUT_Pluies     | 4.0                 | 1%  |
| INPUT_TOTAL      | 283.2               |   |

| Types d'apport   | tP biodisponible/an d'origine domestique | Contribution par rapport aux apports de l'assainissement collectif total |
|------------------|--|--|
| INPUT_DevRéseaux | 9.4                                      | 9%   |
| INPUT_DevSTEP    | 32.8                                     | 32%  |
| INPUT_STEP       | 61.1                                     | 59%  |
| TOTAL            | 103.3                                    |  |

Tableau A2 : Détail du scénario 0 – situation ne considérant que l'augmentation de la population

Table A2 : Detail of scenario 0 – situation considering only population increase

| Scénarios  |     | Hypothèses de calcul                                  |      |
|------------|-----|---|------|
| Scénario 0 | CR1 | Augmentation de la population                         | 0.8% |
|            |     | Autres critères inchangés (cf. critères de référence) |      |

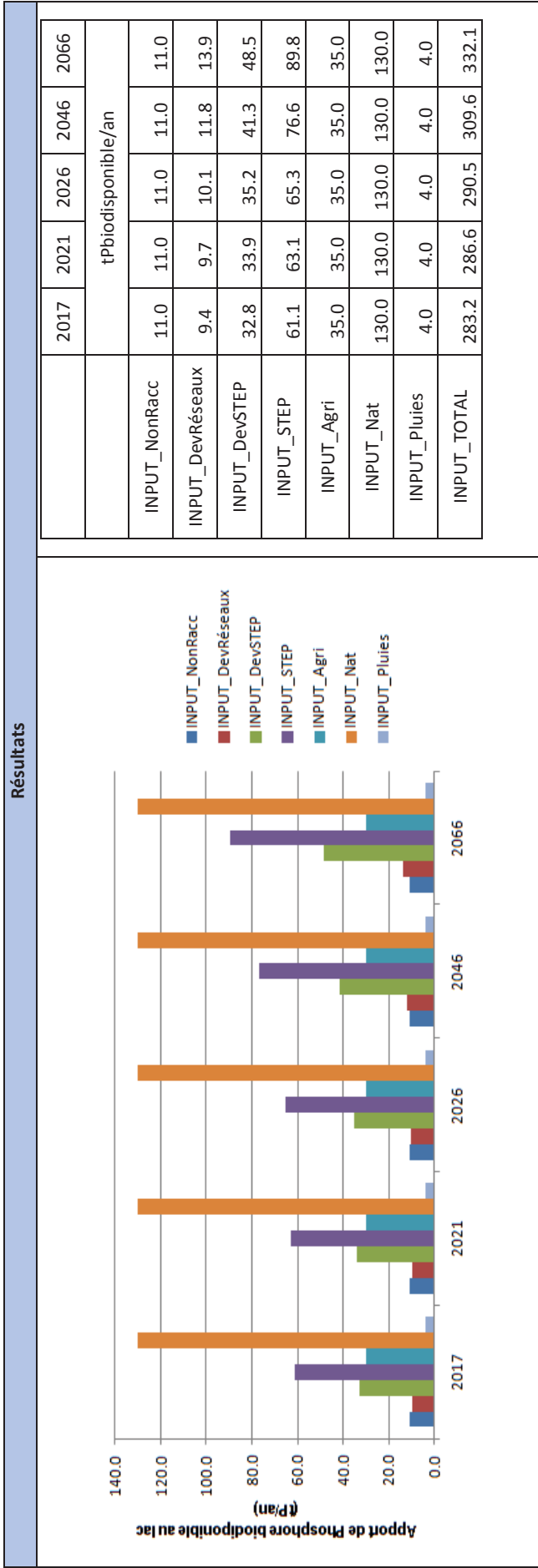


Tableau A3 : Détail des apports pour les différents scénarios

Table A3 : Details of contributions for the different scenarios

| Scénarios  | Hypothèses de calcul  | Résultats |      |      |      |      |
|------------|---|-----------|------|------|------|------|
| Scénario 1 |   | 2017      | 2021 | 2026 | 2046 | 2066 |
|            | Augmentation de la population en % par an   | 0.80      | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 |
| Scénario 2 |   | 2017      | 2021 | 2026 | 2046 | 2066 |
|            | Augmentation de la population en % par an   | 0.80      | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 |
| Scénario 3 |   | 2017      | 2021 | 2026 | 2046 | 2066 |
|            | Augmentation de la population en % par an   | 0.80      | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 |
|            | Evolution des comportements au cours du temps : Charge spécifique par habitant en baisse en gP/j/EH | 1.80      | 1.75 | 1.74 | 1.6  | 1.5  |
|            | Amélioration des déversements en %  | 1.45      | 1.35 | 1.25 | 0.85 | 0.50 |
|            | Augmentation du rendement moyen annuel des STEP en %  | 90.1      | 90.6 | 91.5 | 93.4 | 95.0 |

| Scénario 1 |  | Apport Total en Phosphore biodisponible selon le scénario 1 |      |      |      |      |
|------------|--|---|------|------|------|------|
|            |  | 2017  | 2021 | 2026 | 2046 | 2066 |
|            |  | ~120  | ~120 | ~120 | ~120 | ~120 |

| Scénario 2 |  | Apport Total en Phosphore biodisponible selon le scénario 2 |      |      |      |      |
|------------|--|---|------|------|------|------|
|            |  | 2017  | 2021 | 2026 | 2046 | 2066 |
|            |  | ~120  | ~120 | ~120 | ~120 | ~120 |

| Scénario 3 |  | Apport Total en Phosphore biodisponible selon le scénario 3 |      |      |      |      |
|------------|--|---|------|------|------|------|
|            |  | 2017  | 2021 | 2026 | 2046 | 2066 |
|            |  | ~120  | ~120 | ~120 | ~120 | ~120 |

| Scénarios  | Hypothèses de calcul   | Résultats |      |      |      |      |      |   |      |      |      |      |      |   |      |      |      |     |     |  |      |      |      |      |      |  |      |      |      |      |      |  |
|--|--|-----------|------|------|------|------|------|---|------|------|------|------|------|---|------|------|------|-----|-----|--|------|------|------|------|------|--|------|------|------|------|------|--|
| Scénario 4   | <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>2017</th> <th>2021</th> <th>2026</th> <th>2046</th> <th>2066</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Augmentation de la population en % par an</td> <td>0.80</td> <td>0.80</td> <td>0.80</td> <td>0.80</td> <td>0.80</td> </tr> <tr> <td>Charge spécifique par habitant en baisse en gP/j/EH</td> <td>1.80</td> <td>1.75</td> <td>1.74</td> <td>1.6</td> <td>1.5</td> </tr> <tr> <td>Amélioration des déversements en %</td> <td>1.45</td> <td>1.35</td> <td>1.25</td> <td>0.85</td> <td>0.50</td> </tr> </tbody> </table>  |           | 2017 | 2021 | 2026 | 2046 | 2066 | Augmentation de la population en % par an | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | Charge spécifique par habitant en baisse en gP/j/EH | 1.80 | 1.75 | 1.74 | 1.6 | 1.5 | Amélioration des déversements en %                   | 1.45 | 1.35 | 1.25 | 0.85 | 0.50 | <p>Apport Total en Phosphore biodisponible selon le scénario 4</p> |      |      |      |      |      |  |
|  | 2017   | 2021      | 2026 | 2046 | 2066 |      |      |   |      |      |      |      |      |   |      |      |      |     |     |  |      |      |      |      |      |  |      |      |      |      |      |  |
| Augmentation de la population en % par an            | 0.80   | 0.80      | 0.80 | 0.80 | 0.80 |      |      |   |      |      |      |      |      |   |      |      |      |     |     |  |      |      |      |      |      |  |      |      |      |      |      |  |
| Charge spécifique par habitant en baisse en gP/j/EH  | 1.80   | 1.75      | 1.74 | 1.6  | 1.5  |      |      |   |      |      |      |      |      |   |      |      |      |     |     |  |      |      |      |      |      |  |      |      |      |      |      |  |
| Amélioration des déversements en %                   | 1.45   | 1.35      | 1.25 | 0.85 | 0.50 |      |      |   |      |      |      |      |      |   |      |      |      |     |     |  |      |      |      |      |      |  |      |      |      |      |      |  |
| Scénario 5   | <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>2017</th> <th>2021</th> <th>2026</th> <th>2046</th> <th>2066</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Augmentation de la population en % par an</td> <td>0.80</td> <td>0.80</td> <td>0.80</td> <td>0.80</td> <td>0.80</td> </tr> <tr> <td>Charge spécifique par habitant en baisse en gP/j/EH</td> <td>1.80</td> <td>1.75</td> <td>1.74</td> <td>1.6</td> <td>1.5</td> </tr> <tr> <td>Augmentation du rendement moyen annuel des STEP en %</td> <td>90.1</td> <td>90.6</td> <td>91.5</td> <td>93.4</td> <td>95.0</td> </tr> </tbody> </table>  |           | 2017 | 2021 | 2026 | 2046 | 2066 | Augmentation de la population en % par an | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | Charge spécifique par habitant en baisse en gP/j/EH | 1.80 | 1.75 | 1.74 | 1.6 | 1.5 | Augmentation du rendement moyen annuel des STEP en % | 90.1 | 90.6 | 91.5 | 93.4 | 95.0 | <p>Apport Total en Phosphore biodisponible selon le scénario 5</p> |      |      |      |      |      |  |
|  | 2017   | 2021      | 2026 | 2046 | 2066 |      |      |   |      |      |      |      |      |   |      |      |      |     |     |  |      |      |      |      |      |  |      |      |      |      |      |  |
| Augmentation de la population en % par an            | 0.80   | 0.80      | 0.80 | 0.80 | 0.80 |      |      |   |      |      |      |      |      |   |      |      |      |     |     |  |      |      |      |      |      |  |      |      |      |      |      |  |
| Charge spécifique par habitant en baisse en gP/j/EH  | 1.80   | 1.75      | 1.74 | 1.6  | 1.5  |      |      |   |      |      |      |      |      |   |      |      |      |     |     |  |      |      |      |      |      |  |      |      |      |      |      |  |
| Augmentation du rendement moyen annuel des STEP en % | 90.1   | 90.6      | 91.5 | 93.4 | 95.0 |      |      |   |      |      |      |      |      |   |      |      |      |     |     |  |      |      |      |      |      |  |      |      |      |      |      |  |
| Scénario 6   | <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>2017</th> <th>2021</th> <th>2026</th> <th>2046</th> <th>2066</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Augmentation de la population en % par an</td> <td>0.80</td> <td>0.80</td> <td>0.80</td> <td>0.80</td> <td>0.80</td> </tr> <tr> <td>Charge spécifique par habitant en baisse en gP/j/EH</td> <td>1.80</td> <td>1.75</td> <td>1.74</td> <td>1.6</td> <td>1.5</td> </tr> <tr> <td>Amélioration des déversements en %</td> <td>1.45</td> <td>1.35</td> <td>1.25</td> <td>0.85</td> <td>0.50</td> </tr> <tr> <td>Augmentation du rendement moyen annuel des STEP en %</td> <td>90.1</td> <td>90.6</td> <td>91.5</td> <td>93.4</td> <td>95.0</td> </tr> </tbody> </table> |           | 2017 | 2021 | 2026 | 2046 | 2066 | Augmentation de la population en % par an | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | Charge spécifique par habitant en baisse en gP/j/EH | 1.80 | 1.75 | 1.74 | 1.6 | 1.5 | Amélioration des déversements en %                   | 1.45 | 1.35 | 1.25 | 0.85 | 0.50 | Augmentation du rendement moyen annuel des STEP en %               | 90.1 | 90.6 | 91.5 | 93.4 | 95.0 | <p>Apport Total en Phosphore biodisponible selon le scénario 6</p> |
|  | 2017   | 2021      | 2026 | 2046 | 2066 |      |      |   |      |      |      |      |      |   |      |      |      |     |     |  |      |      |      |      |      |  |      |      |      |      |      |  |
| Augmentation de la population en % par an            | 0.80   | 0.80      | 0.80 | 0.80 | 0.80 |      |      |   |      |      |      |      |      |   |      |      |      |     |     |  |      |      |      |      |      |  |      |      |      |      |      |  |
| Charge spécifique par habitant en baisse en gP/j/EH  | 1.80   | 1.75      | 1.74 | 1.6  | 1.5  |      |      |   |      |      |      |      |      |   |      |      |      |     |     |  |      |      |      |      |      |  |      |      |      |      |      |  |
| Amélioration des déversements en %                   | 1.45   | 1.35      | 1.25 | 0.85 | 0.50 |      |      |   |      |      |      |      |      |   |      |      |      |     |     |  |      |      |      |      |      |  |      |      |      |      |      |  |
| Augmentation du rendement moyen annuel des STEP en % | 90.1   | 90.6      | 91.5 | 93.4 | 95.0 |      |      |   |      |      |      |      |      |   |      |      |      |     |     |  |      |      |      |      |      |  |      |      |      |      |      |  |