

ANNEXE – Les calculs

Phosphore : P (masse atomique 31), **ion phosphate : PO₄³⁻** (masse molaire 95)

Le passage phosphates \longleftrightarrow phosphore se calcule donc avec un rapport de masses de 31/95

Le Phosphore organique est calculé à partir des concentrations en Phosphore Total, par soustraction du phosphore contenu dans les phosphates.

1- LA LOUE

1a. calculs des quantités charriées par La Loue à Chenecey-Buillon

- **2003, année sèche : concentration de l'eau de La Loue => 0,025mg/l de phosphates [1]**

donc $0,025 \text{ mg/l} \times 31 / 95 = 0,00816 \text{ mg/l}$ de phosphore

avec un débit de $47 \text{ m}^3/\text{s}$, le flux pour une année est :

$0,00816 \text{ mg/l} \times 47 \text{ m}^3/\text{s} \times 1000 \text{ l} \times 3600 \text{ s} \times 24 \text{ h} \times 365 \text{ j} = 12,1 \text{ tonnes}$

- **2007, année pluvieuse concentration de l'eau de La Loue => 0,10 mg/l de phosphates [1]**

flux annuel $12,1 \times 4 = 48,4 \text{ tonnes}$

1b- Calcul du Phosphore total

Avec l'hypothèse de 75% de phosphore des phosphates et 25% de phosphore organique (voir texte), il faut multiplier le phosphore des phosphates par 100/75 soit 1,33 pour obtenir le phosphore total.

**donc à Chenecey-Buillon, phosphore total en 2003 : 16,1 tonnes annuelles,
en 2007 : 64,4 tonnes/an.**

2 – LES SOURCES AGRICOLES

2a. Valeurs fertilisantes des fumiers et lisiers [5] :

Fumier de bovin : 1,25 t/mois/UGB avec 5,5 kg/t de N, 2,6 de P et 7,2 de K.

soit, par UGB et par an, 82,5 kg de N ; 39 kg de P et 108 kg de K

Lisier de bovin non dilué $1,5 \text{ m}^3/\text{mois}/\text{UGB}$ avec 4N, 2P et 5K

soit, par UGB et par an, 72 kg de N ; 36 kg de P et 90 kg de K

Agriculture du Bassin Versant [4]. : 44.115 UGB avec 69% des UGB en fumier et 31% en lisier ou mixte

$[69\% \text{ de } 44115 \text{ UGB} \times 82,5] + [31\% \text{ de } 44115 \text{ UGB} \times 72] = 2511 + 985 = 3496 \text{ t de N}$

$[69\% \text{ de } 44115 \text{ UGB} \times 39] + [31\% \text{ de } 44115 \text{ UGB} \times 72] = 1187 + 492 = 1679 \text{ t de P}$

$[69\% \text{ de } 44115 \text{ UGB} \times 108] + [31\% \text{ de } 44115 \text{ UGB} \times 90] = 3287 + 1231 = 4518 \text{ t de K}$

$0,69 (\%) \times 44115 (\text{UGB}) \times 1,25 (\text{t}) \times 12 \text{ mois} = 455 400 \text{ tonnes de fumiers}$

$0,31 (\%) \times 44115 (\text{UGB}) \times 1,5 (\text{m}^3) \times 12 \text{ mois} = 245 520 \text{ m}^3 \text{ de lisiers}$

2b. Participation du Haut-Doubs (estimation) :

Puisque il y a 72.000 UGB pour l'ensemble Haut-Doubs + Haute-Loue [source : MISE Loue, 4 nov. 2010], si on retire les 44.115 UGB du bassin versant de La Loue, on obtient une estimation minimale du cheptel du Haut-Doubs, soit 27.885 UGB, dont 1/7^è participent au bilan pour La Loue (par les pertes du Doubs aux environs de Pontarlier représentant 1/7^è du débit du Doubs [4]), soit **3984 UGB.**

Les 44115 UGB produisant 1679 t de P, on en déduit **en moyenne 1 UGB = 38 kg/an de P.**

Pour les 3984 UGB du Haut-Doubs, on obtient donc 152 tonnes de phosphore à ajouter.

2c. Apports par les engrais.

L'achat d'engrais pour le département du Doubs est de 7 kg de P par hectare [1].

$$7 \times 54000 = \mathbf{378 \text{ tonnes}}$$

2d. Excès de P – Bilan CORPEN de Plaisir-Fontaine [6] étendu au BV de La Loue.

Il s'agit ici d'une extrapolation "qui vaut ce qu'elle vaut" : nous interprétons l'excès de phosphore trouvé pour une toute petite surface (585 ha de SAU pour le bassin versant de la source de Plaisir-Fontaine) et nous l'extrapolons à la totalité de la SAU du bassin versant de La Loue.

Excès de phosphore : 8kg de P₂O₅ par hectare,

soit (2 x 31) = 62g de P pour (2 x 31 + 5 x 16) = 142g de P₂O₅,

donc $8 \times (62/142) = 3,5$ kg de Phosphore par hectare et $3,5 \text{ kg} \times 54000 \text{ ha} = \mathbf{189 \text{ tonnes de phosphore en excès.}}$

BILAN TOTAL DU PHOSPHORE :

Épandage des fumiers et lisiers (1679) + Haut-Doubs (152) + Engrais (378) = 2209 tonnes

3- POLLUTIONS DOMESTIQUES ET INDUSTRIELLES, les STEP (90 Stations d'Épuration)

3a. Analyse du fichier de données 2007 [8] et addition des sorties en phosphore total (pour les STEP du Haut-Doubs seulement 1/7^è des rejets sont retenus)

=> **Total 22 tonnes de phosphore** rejetées par les 84 STEP pour lesquelles il y a des données.

3b. Quantités de phosphore contenues dans les boues des 56 STEP produisant des boues qui sont épandues.

La lecture de la fiche de chaque station [9] permet de connaître la quantité de boue produite et leur destination (épandage, compostage, incinération, où boue redirigée vers une autre STEP dans le cas d'une boue très polluée).

L'addition produit une valeur de **1928 tonnes de boues épandues**, valeur qui comprend les stations du Haut-Doubs. Les STEP de Pontarlier, Mouthe et La Rivière-Drugeon, représentant 1021 tonnes.

Concentrations en Phosphore : 50-70 ou 60 ± 10 kg de P₂O₅ [10]

avec $(50 \times 62/142) = 22$ et $(70 \times 62/142) = 31$ kg donc équivalent à 22-31 kg ou 26 ± 4 kg de P.

multiplié par 1928 tonnes de boues : 42 à 60 tonnes ou **50±8 tonnes de phosphore épandues.**