

**Tableau 20 : Synthèse des usages hydroélectriques**

| Numéro Microcentrale ou Pompe à chaleur | Numéro Ouvrage Prélèvement | Nom de l'aménagement                       | Propriétaire                             | Commune d'implantation | Caractéristiques installation | Débit maximum turbinable | Statut            | Utilisateur | Situation réglementaire                                                        | Débit réservé                                 |
|-----------------------------------------|----------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------|-------------------------------|--------------------------|-------------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| MC1                                     | Fp15                       | Biscuiterie                                | André COLLOMB                            | Apprieu                | Pbrute = 23 KW<br>H = 2,3 m   | 1,0 m3/s                 | En fonctionnement | Privé       | Autorisation antérieure à la loi de 1919 (1874)                                | 1/40 du module actuellement puis 1/10 en 2014 |
| MC2                                     | Fp16                       | Centrale du Rivier                         | Yves COLLOMB                             | Apprieu                | Pbrute = 84 KW<br>H = 7 m     | 1,5 m3/s                 | En fonctionnement | Privé       | Autorisation antérieure à la loi de 1919 (1874)                                | 1/10 du module                                |
| MC3                                     | Fp19                       | SCI le Fond du Rivier                      | SCI Le Fond du Rivier - Denis GREZE      | Apprieu                | Pbrute = 117 KW<br>H = 8 m    | 1,5 m3/s                 | En fonctionnement | Privé       | Autorisation antérieure à la loi de 1919 (1897)                                | 1/40 du module actuellement puis 1/10 en 2014 |
| MC4                                     | Fp22                       | Grande Chute                               | SARL Chutes de la Poype-Franck LYONNET   | Rives                  | Pbrute = 153 KW<br>H = 13 m   | 1,3 m3/s                 | En fonctionnement | EDF         | Autorisation antérieure à la loi de 1919 (1889)                                | 1/40 du module actuellement puis 1/10 en 2014 |
| MC5                                     | Fp24                       | Petite Chute                               | SARL Chutes de la Poype-Franck LYONNET   | Rives                  | Pbrute = 103 KW<br>H = 7 m    | 1,5 m3/s                 | En fonctionnement | EDF         | Autorisation antérieure à la loi de 1919 (1873)                                | 1/40 du module actuellement puis 1/10 en 2014 |
| MC6                                     | Fp25                       | Centrale de l'Usine                        | SARL Chutes de la Poype-Franck LYONNET   | Rives                  | Pbrute = 70 KW<br>H = 6 m     | 1,2 m3/s                 | En fonctionnement | EDF         | Autorisation antérieure à la loi de 1919 (1867)                                | 1/40 du module actuellement puis 1/10 en 2014 |
| MC7                                     | Fp26                       | Chute de Bas Rives                         | SARL Chutes de la Poype-Franck LYONNET   | Rives                  | Pbrute = 112 KW<br>H = 7,6 m  | 1,5 m3/s                 | En fonctionnement | EDF         | Autorisation antérieure à la loi de 1919 (1873)                                | 1/40 du module actuellement puis 1/10 en 2014 |
| MC8                                     | Fp32                       | Barrage SOCAMEL                            | ETS SOCAMEL                              | Renage                 | Pbrute = 161 KW<br>H = 6,3 m  | 2,6 m3/s                 | Arrêt             |             | Autorisation postérieure à la loi de 1919 (1948)<br>Fin de droit le 31/12/2023 | 1/40 du module actuellement puis 1/10 en 2014 |
| MC9                                     | Fp33                       | Centrale des Forges                        | ETS EXPERTON-REVOLLIER                   | Renage                 | Pbrute = 343 KW<br>H = 23,3 m | 1,5 m3/s                 | En fonctionnement | EDF         | Fondé en titre                                                                 | 1/40 du module actuellement puis 1/10 en 2014 |
| MC10                                    | Fp35                       | Centrale Guillonnière                      | REVEX FORGES SA (ETS EXPERTON-REVOLLIER) | Renage                 | Pbrute = 98 KW<br>H = 5 m     | 2,0 m3/s                 | Arrêt             |             | Autorisation postérieure à la loi de 1919 (1938)                               | 1/40 du module actuellement puis 1/10 en 2014 |
| MC11                                    | Fp37                       | Centrale des Papeteries de Renage          | ECO ENERGIE- M.BLANC-COQUAND             | Renage                 | Pbrute = 177 KW<br>H = 6 m    | 3,0 m3/s                 | En fonctionnement | EDF         | Autorisation postérieure à la loi de 1919 (1941)<br>Fin de droit le 31/12/2016 | 1/40 du module actuellement puis 1/10 en 2014 |
| MC12                                    | Fp38                       | Petite Hurtière                            | ECO ENERGIE- M.BLANC-COQUAND             | Renage                 | Pbrute = 377 KW<br>H = 19,2 m | 2,0 m3/s                 | En fonctionnement | EDF         | Autorisation postérieure à la loi de 1919 (1931)                               | 1/40 du module actuellement puis 1/10 en 2014 |
| MC13                                    | Fp40                       | Grande Hurtière                            | ECO ENERGIE- M.BLANC-COQUAND             | Renage                 | Pbrute = 332 KW<br>H = 11 m   | 3,0 m3/s                 | En fonctionnement | EDF         | Autorisation postérieure à la loi de 1919 (1950)<br>Fin de droit le 31/12/2025 | 1/40 du module actuellement puis 1/10 en 2014 |
| MC14                                    | Fp44                       | Centrale des Papeteries de Fures           | Papeteries de Fures                      | Tullins-Fures          | Pbrute = 70 KW<br>H = 6 m     | 1,2 m3/s                 | En fonctionnement | Privé       | Fondé en titre                                                                 | 1/40 du module actuellement puis 1/10 en 2014 |
| PC1                                     | Fp42                       | Pompe à chaleur                            | SCI HEGEALD                              | Tullins-Fures          |                               |                          | En fonctionnement |             |                                                                                |                                               |
| MC15                                    | Fp42                       | Ateliers Allibe                            | ABK                                      | Tullins-Fures          | Pbrute = 173 KW<br>H = 7 m    | 4,2 m3/s                 | Arrêt             |             | Fondé en titre                                                                 | 1/40 du module actuellement puis 1/10 en 2014 |
| MC16                                    | Fp42                       | Centrale Fures Electricité                 | SARL Fures Electricité                   | Tullins-Fures          | Pbrute = 110 KW<br>H = 11 m   | 1,0 m3/s                 | En fonctionnement | EDF         | Fondé en titre                                                                 | 1/40 du module actuellement puis 1/10 en 2014 |
| MC17                                    | Fp42                       | Centrale du Moulin du Temple               | M.Dubois                                 | Tullins-Fures          | Pbrute = 7 KW<br>H = 2,3 m    | ?                        | En fonctionnement | Privé       | ?                                                                              |                                               |
| MC17                                    | Fp45                       | Centrale de M.MAFFEY                       | Raymond MAFFEY                           | Tullins-Fures          | Pbrute = 15 KW<br>H = 4 m     | 0,4 m3/s                 | En fonctionnement | Privé       | Autorisation antérieure à la loi de 1919                                       | 1/40 du module actuellement puis 1/10 en 2014 |
| MC18                                    | Fp45                       | Centrale du Château de Saint Jean de Chépy | SC Saint Jean de Chépy                   | Tullins-Fures          | Pbrute = 20 KW<br>H = 3,7 m   | 0,55 m3/s                | En fonctionnement | Privé       | Fondé en titre                                                                 | 1/40 du module actuellement puis 1/10 en 2014 |

**Tableau 21 : Synthèse des usages pour le process industriel**

| Numéro Ouvrage<br>Prélèvement | Entreprise              | Commune d'implantation | Débit utilisé | Besoin dans le<br>canal | Débit moyen mensuel<br>de rejet autorisé | Débit de pointe de<br>rejet autorisé | Débit rejeté /Débit<br>prélevé (%) |
|-------------------------------|-------------------------|------------------------|---------------|-------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|
| <b>Fp9</b>                    | Arjo Wiggins Charavines | Charavines             | 40 l/s        | 40 l/s                  | 2800 m³/j (32 l/s)                       | 3500 m³/j                            | 100%*                              |
| <b>Fp10</b>                   | Acieries Bonpertuis     | Charavines             |               | 250 l/s                 |                                          | 6500 m³/j                            |                                    |
| <b>Fp30</b>                   | Arjo Wiggins Renage     | Renage                 | 100 l/s       | 100 l/s                 | 7000 m³/j (81 l/s)                       | 8500 m³/j                            | 100%*                              |
| <b>Fp42</b>                   | Papeterie de Fures      | Tullins-Fures          | 7 l/s         | 200 l/s                 | 500 m³/j (6 l/s)                         | 600 m³/j                             | 94%                                |

\* Pour Arjo Wiggins, les pertes sur le réseau (évaporation essentiellement) sont de quelques pourcents et sont compensées par l'apport d'adjuvants (chlore, etc.).

**Tableau 22 : Synthèse des usages pour l'AEP**

| Numéro Captage<br>AEP | Nom Captage             | Commune<br>d'implantation | Maître d'ouvrage         | Débit prélevé<br>moyen annuel | Débit moyen prélevé en<br>période d'étiage | Débit prélevé autorisé |
|-----------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------------|--------------------------------------------|------------------------|
| <b>AEP1</b>           | Broccart et Cléo        | Valencogne                | SMEA de la Haute Bourbre | 4 l/s                         | 2 l/s                                      | Pas d'arrêté           |
| <b>AEP2</b>           | Brézin                  | Le Pin                    | SMEA de la Haute Bourbre | 3 l/s                         | 3 l/s                                      | 216 m³/j (3 l/s)       |
| <b>AEP3</b>           | Puits de Valencogne     | Valencogne                | SMEA de la Haute Bourbre | 1 l/s                         | 2 l/s                                      | 280 m³/j (3 l/s)       |
| <b>AEP4</b>           | Truitière               | Paladru                   | SIE des Abrets           | 29 l/s*                       | 33 l/s*                                    | 60 l/s*                |
| <b>AEP5</b>           | Paladru                 | Paladru                   | SIE des Abrets           | 5 l/s                         | 6 l/s                                      |                        |
| <b>AEP6</b>           | Saint Pierre de Paladru | Paladru                   | SIE des Abrets           | 29 l/s*                       | 33 l/s*                                    | 60 l/s*                |
| <b>AEP7</b>           | Les vannes              | Charavines                | Mairie de Charavines     | 3 l/s                         | 3 l/s                                      | 400 m³/j (5 l/s)       |
| <b>AEP8</b>           | Guillermet              | Charavines                | Mairie de Charavines     | 2 l/s                         | 2 l/s                                      | 400 m³/j (5 l/s)       |
| <b>AEP9</b>           | Cote Gagère             | Apprieu                   | SIE Apprieu              | 15 l/s                        | 16 l/s                                     | Pas d'arrêté           |
| <b>AEP10</b>          | Planche Cattin          | Apprieu                   | SIE Apprieu              | 3 l/s                         | 5 l/s                                      | Pas d'arrêté           |
| <b>AEP11</b>          | Pont du Bœuf            | Rives                     | CA du Pays Voironnais    | 15 l/s                        | 15 l/s                                     | 80 m³/h (22 l/s)       |
| <b>AEP12</b>          | Bourmet                 | Rives                     | CA du Pays Voironnais    | 7 l/s                         | 7 l/s                                      | 1000 m³/j (12 l/s)     |
| <b>AEP13</b>          | Nantin                  | Réaumont                  | CA du Pays Voironnais    | 12 l/s                        | 13 l/s                                     | 1500 m³/j (17 l/s)     |

\* Valeur pour les captages AEP4 et AEP 6 réunis

**Tableau 23 : Synthèse des usages pour l'irrigation**

| Numéro Captage Irrigation | Commune d'implantation | Lieu-dit         | Maître d'ouvrage               | Gestionnaire                   | Statut     | Type                                                     | Débit prélevé autorisé |
|---------------------------|------------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------|----------------------------------------------------------|------------------------|
| IR1                       | Réaumont               | L'Etang          | ASA Collines du Voironnais     | ASA Collines du Voironnais     | en service | pompage dans le Réaumont                                 | 80 l/s                 |
| IR2                       | Saint Blaise du Buis   | Le Grand Voye    | GAEC Les Jardins du Temple     | GAEC Les Jardins du Temple     | en service | pompage dans la Fure                                     | 30 m3/h (8 l/s)        |
| IR3                       | Saint Blaise du Buis   | Le Temple        | GAEC Les Jardins du Temple     | GAEC Les Jardins du Temple     | en service | pompage dans la nappe de sillon sous alluvial de la Fure | 8 m3/h (2 l/s)         |
| IR4                       | Paladru                | Courbon          | GUILLOT-LIODIN Marie-Christine | GUILLOT-LIODIN Marie-Christine | en service | pompage dans la nappe                                    | 8 m3/h (2 l/s)         |
| IR5                       | Rives                  | Le Pont du Boeuf | PARIS Bruno                    | PARIS Bruno                    | en service | pompage dans un plan d'eau                               | 10 m3/h (3 l/s)        |
| IR6                       | Réaumont               | Le Moulin        | VIAL Maurice                   | VIAL Maurice                   | en service | pompage dans le Réaumont                                 | 30 m3/h (8 l/s)        |

**Tableau 24 : Rejets des STEP du bassin versant de la Fure**

| Numéro | STEP               | Cours d'eau | PK (km) | Maître d'ouvrage   | Capacité           | Communes raccordées                                                   | Taux de raccordement | Débit de sortie moyen annuel |
|--------|--------------------|-------------|---------|--------------------|--------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------|
| Frd1   | STEP de Charavines | Fure        | 21.5    | CA Pays Voironnais | 14500 EH 1920 m3/j | Chirens, Charavines, Billieu, Montferrat, Le Pin, Paladru, Valencogne | 65%                  | 20 l/s                       |
| Frd2   | STEP Apprieu       | Fure        | 18.3    | SIE Apprieu        | 2300 EH 500 m3/j   | Apprieu                                                               | 75%                  | 3 l/s                        |
| Frd3   | STEP Renage        | Fure        | 7       |                    |                    | Renage                                                                |                      | ~10 l/s*                     |
| Rrd1   | Lagunage Réaumont  | Réaumont    | 1.3     | CA Pays Voironnais | 800 EH 120m3/j     | Réaumont, Saint Blaise du Buis                                        | 55%                  | Pas de système de mesure     |

\* La STEP de Renage est en théorie entièrement raccordée à la STEP de Tullins. En réalité, une partie des eaux usées retournent à la Fure, le débit des eaux parasites étant important. Lors de nos parcours de terrain du 24 février 2006 puis du 17 avril 2007, le débit de rejet à la Fure a été estimé à environ 10 l/s.

#### Vente de l'hydroélectricité

Le prix d'achat EDF pour l'électricité est défini annuellement par arrêté ministériel, « fixant les conditions d'achat de l'électricité produite par les installations utilisant l'énergie hydraulique des lacs, cours d'eau et mers ».

Les tarifs sont donnés en fonction des composantes saisonnières des contrats des exploitants :

- Tarif à 1 composante (tarif unique)
- Tarif à 2 composantes (été, hiver)
- Tarif à 4 composantes (hiver, été, heures creuses, heures pleines)
- Tarif à 5 composantes (hiver, été, heures creuses, heures pleines, heure de pointe)

Les microcentraliers sur la Fure possèdent généralement un contrat avec un tarif à 2 composantes. Le dernier arrêté du 1<sup>er</sup> mars 2007 donnent les chiffres correspondant à ce tarif :

- Tarif de base :
  - Hiver : 8,38 c€/KWh du 1<sup>er</sup> Novembre au 31 Mars
  - Été : 4,43 c€/KWh du 1<sup>er</sup> Avril au 31 Octobre
- Prime pour les petites installations (< 400 KW)
  - Hiver : 3,45 c€/KWh du 1<sup>er</sup> Novembre au 31 Mars
  - Été : 1,82 c€/KWh du 1<sup>er</sup> Avril au 31 Octobre
- Majoration sur la qualité (si régularité de la production) :
  - Hiver : 1,685 c€/KWh (valeur maximale)
  - Été : -

Les tendances de tarif montre une légère hausse annuelle (+1 à 1,5 %/an). L'électricité n'est plus indexée sur le pétrole depuis les hausses récentes. La réduction de la proportion hiver/ été semble être engagée :

- Hiver : 8,146 c€/KWh en 2006, soit 2,8% d'augmentation en 2007
- Été : 3,275 c€/KWh en 2006, soit 35,3% d'augmentation en 2007

#### Energie produite

La synthèse du Tableau 20 donne les puissances installées suivantes dans le bassin versant :

- Puissance totale installée (puissance brute en kW) : 2 553 kW
- Puissance installée non fonctionnelle (puissance brute en kW) : 432 kW
- Puissance totale installée fonctionnelle (puissance brute en kW) : 2 121 kW

Le rendement des installations est relativement faible. Il peut être estimé à 65% sur la base des données précises de quelques installations. La puissance nette installée et fonctionnelle est donc de 1 379 kW.

Le taux de fonctionnement moyen a été évalué sur la base de quelques installations particulières. Il s'avère être de l'ordre de 55% sur l'année en moyenne. L'énergie annuelle produite peut donc être estimée à 6 642 000 kWh ou 6,6 GWh. L'étude ASca (2006) estimait l'énergie totale produite à 12,5 GWh mais cette valeur semble surestimée à cause de la prise en compte des installations non fonctionnelles, et des rendements (90%) et du taux de fonctionnement (65%) trop élevés par rapport à la réalité.

Sur la base d'un ratio de 2 300 KWh/ foyer et 2,7 personnes par famille, cette production correspond à la consommation de 2 887 habitants, soit une population de 3 000 habitants ou 1000 foyers environ sur les 25 000 habitants du bassin versant.

Plusieurs chiffres montrent que l'activité hydroélectrique est une activité qui reste très locale :

- Les installations hydroélectriques de la Fure contribuent donc à 12% de l'énergie électrique consommée par les ménages. Ce ratio monte à 21 % si l'on ne considère que les communes où sont localisées les installations (Charavines, Apprieu, Rives, Renage, Tullins).
- A l'échelle départementale, les installations hydroélectriques de la Fure contribuent à 0,3 % des besoins des ménages.
- Enfin, à l'échelle de la Région Rhône-Alpes, ces installations contribuent à 0,02 % de la production d'énergie renouvelable (hydraulique et éolien) (Observatoire de l'énergie, 2003).

Il n'est pas possible de connaître les chiffres d'affaires des différentes installations. Cependant, sur la base d'un tarif moyen annuel de vente de l'électricité calé à 6 c€/kWh (tarif moyen pondéré entre les tarifs d'hiver et d'été), le chiffre d'affaire global de l'hydroélectricité sur la Fure peut être estimé à 398 500 €, soit 400 000 € environ.

En prenant en compte une prime pour les petites installations moyennée à 2,5 c€/kWh sur l'année, ce chiffre d'affaire s'élève au total à 564 500 €, soit 570 000 € environ.

#### **5.4.2.4 Bilan des emplois industriels liés à la gestion de l'eau**

Le nombre d'employés chez les industriels utilisant les eaux de la Fure pour leur process est résumé dans le tableau ci-dessous (données BURGEAP et ASca) :

| <b>Industriels</b>      | <b>Effectif</b>                                                                                        |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aciéries de Bonpertuis  | ~ 115 employés                                                                                         |
| Papeteries Arjo Wiggins | ~ 70 employés sur le site de Charavines<br>~ 200 employés sur le site de Renage                        |
| Papeteries de Fures     | ~ 35 employés au sein des papeteries<br>~ 55 employés à Plastul (société liée aux papeteries de Fures) |

**Tableau 25 : Effectif des industries utilisant les eaux de la Fure pour leur process**

Les aciéries de Bonpertuis, datant de 1574, constituent la principale industrie sidérurgique du secteur de Rives perdurant encore aujourd'hui. Les aciéries de Bonpertuis sont spécialisées dans la production d'aciers fins pour la coutellerie et les outils tranchants : 35 000 tonnes d'acier sont laminées par an. 80 à 85% de la production est exportée dans le monde entier. L'entreprise ayant conservé une bonne place au niveau mondial dans le domaine des aciers spéciaux, celle-ci participe ainsi au dynamisme de l'économie locale.

Les papeteries Arjo Wiggins appartiennent au groupe Arjo Wiggins Appleton comptant 19 000 employés dans le monde. Ce groupe est le plus important producteur mondial de papiers haut de gamme et le principal distributeur en Europe de papiers pour l'impression et l'écriture (3,3 milliards £ - 2,3 milliards € de chiffre d'affaire en 1999). En Isère, le groupe représente près de 400 emplois sur environ 4000 emplois dans l'industrie de la production et de la transformation de papiers. L'unité de production Renage/Charavines est spécialisée dans la production de papiers de haute technicité (papiers fiduciaires, papiers fins à forte valeur ajoutée).

Les papeteries de Fures (anciennement papeteries Guély) constituent une entreprise familiale créée en 1880. La société Plastul (entreprise de plasturgie), située à proximité du site des papeteries, est liée économiquement aux papeteries de Fures. La production des papeteries de Fures est de l'ordre de 14 tonnes de papier par jour. Les papiers produits sont des papiers fins (30g/m<sup>2</sup> -> 80 g/m<sup>2</sup>) destinés à l'emballage alimentaire.

Par ailleurs, une pisciculture est présente sur le Réaumont, « la pisciculture du Moulin ». Il s'agit d'une EARL, d'un capital social de 30 500 Euros, produisant de la Truite Arc-en-Ciel, de la Truite Fario, du Saumon de Fontaine et de l'Ombre Chevalier.

### **5.4.3 Usages récréatifs**

#### **5.4.3.1 Usage halieutique**

Le bassin versant de la Fure est géré par plusieurs entités, d'amont en aval :

- L'AAPPMA du « Lac de Paladru », créée en 1945 ; Le Courbon ne fait pas l'objet d'une gestion particulière ;
- Deux sociétés de pêche locales et non agréées sur le Ruisseau du Pin ;
- La société de pêche privée « la Truite Charavinoise » non agréée, sur le linéaire des vannes du Lac jusqu'à la confluence avec le Ruisseau de Bavonne (aval STEP Charavines) ;
- L'AAPPMA « la Gaule de la Vallée de la Fure », créée en 1926 ; elle porte sur le linéaire de la Fure du Ruisseau de Bavonne au Barrage d'Hurtières à Fures. Sur le Réaumont, il n'existe pas d'association de pêche.
- L'AAPPMA L'Union des Pêcheurs de Tullins-Fures ;

Les deux AAPPMA de la Fure moyenne et du Lac de Paladru sont décrites plus précisément.

#### **AAPPMA Vallée de la Fure**

L'AAPPMA de la Vallée de la Fure a été créée en 1926 et compte 250 adhérents, ce nombre étant relativement stable.

La pêche est pratiquée dans la Fure dans les secteurs qui présentent le plus d'intérêt en terme de qualité de l'eau et des habitats : ces secteurs se situent essentiellement entre Ravignouse et Rives. La pêche dans les canaux est pratiquée régulièrement, parfois plus que dans la Fure pour des questions de débits réservés insuffisants.

L'AAPPMA a favorisé la création d'étangs de pêche à une époque, pour pallier aux problèmes de qualité de l'eau de la Fure. L'Étang du Pont du Bœuf a été créé en 1980. Plus en aval, en rive droite du canal de la Grand Poype, un autre étang a été restauré. Un 3<sup>e</sup> étang avait été créé sous le canal pour l'alevinage, mais il a été abandonné.

En matière de gestion piscicole, l'AAPPMA pratique les mesures suivantes:

- Boîtes Vibert en début de saison (mars) : environ 40 000 œufs, soit environ 40 boîtes ;
- Déversés d'alevins en juillet (Fario 6-7 cm). La qualité de cet alevinage est bonne, mais il n'existe pas d'indicateurs de suivi ;
- Surdensitaires à l'ouverture (400 kg au total en 2 ou 3 fois) : Truites Arc en Ciel (TAC) et Saumon de Fontaine (SDF). Un test est en cours avec le déversement de TAC seulement, sur 3 ans ;

L'AAPPMA ne pratique pas l'alevinage avec des alevins à résorption de vésicule car la mortalité est trop forte.

Toutes ces opérations d'alevinage et de repoissonnement sont concentrées en amont de Rives, car la rivière présente moins d'intérêt en aval et les poissons peuvent dévaler.

|                               |           |
|-------------------------------|-----------|
| RGr00050-01/A17843/CGrZ070296 |           |
| JD/FLA - XB - GBO             |           |
| 07/07/2009                    | Page : 91 |

## AAPPMA du Lac de Paladru

L'AAPPMA de la Vallée de la Fure, créée en 1945, compte 450 adhérents, plus des adhésions à la journée (environ 550), soit environ 1000 cartes annuelles. Elle fait partie de la Fédération de Pêche de l'Isère et travaille en étroite collaboration avec l'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA) et l'INRA de Thonon.

L'AAPPMA possède un bail de pêche avec la SCI du Lac de Paladru, propriétaire du lac. La pêche du bord du Lac de Paladru est autorisée à tous les pêcheurs disposant d'un permis d'une AAPPMA réciprocaire. Les pêches pratiquées sont celles les pêches classiques des lacs Alpins :

- En bateau : pêche à la gambe ou sonde, pêche à la traîne, au treuil ou plombier.
- Du bord, pêche classique à la canne.

La pêche sur le Lac de Paladru est soumise à plusieurs règles dont les suivantes :

- La pêche en bateau requiert l'acquisition d'un droit de pêche en bateau ;
- La pêche est autorisée sur les 2/3 nord du lac (limite matérialisée par un panneau du côté de la plage du Pin et un ancien ponton des pêcheurs du côté de Bilieu) ;
- Le nombre de cannes autorisées, par pêcheur, du bord ou en bateau, est de trois au maximum.

En matière de gestion piscicole, l'AAPPMA pratique les mesures suivantes (cf. site [www.paladru.fr](http://www.paladru.fr)) :

- 500 kg d'omble chevalier, provenant de l'INRA à Thonon, car la reproduction naturelle n'existe plus ;
- 400 000 alevins de lavaret à résorption de vésicule issus du Lac d'Aiguebelette. 200 000 sont déversés directement dans le lac (résultat faible de 1 pour 1000). Le reste (200 000), depuis deux ans, est élevé en cages immergées sur le pacage lacustre jusqu'à fin mai, avec un apport de nourriture venant compléter le plancton. Il reste environ 100 000 alevins de 4-5 cm lorsqu'ils sont relâchés dans le lac, avec 60% de réussite ;
- Prise de 300 000 œufs de brochet sur des géniteurs, mise en pisciculture agréée (incubation) à St-Pierre de Paladru. 100 000 œufs sont fournis au Lac d'Aiguebelette en échange des lavarets et 200 000 sont dispersés dans le lac ;

Du fait du manque de frayères dans les roselières (niveau d'eau trop bas) et de l'absence d'herbiers, des frayères artificielles pour gardons et perche sont créées en posant des fagots d'épicéas (1200 par an) en fond de lac, à 3-4 m de profondeur. Cette mesure était déjà pratiquée par le passé mais les pressions sur le milieu ont conduit à ce qu'elle prenne plus d'ampleur. La dégradation organique des épicéas ne serait pas nuisible à la qualité de l'eau.

L'AAPPMA gère deux étangs qui alimentent la pisciculture sur St-Pierre-de-Paladru et qui servent à l'élevage de tanches et de carpes. Il y a des géniteurs de carpes qui donnent des milliers de carpeaux déversés au lac. La tanche, qui nécessite des potamots pour frayer, et la carpe (conditions de pH et de température) n'arrivent pas à se reproduire naturellement dans le lac.

|                               |           |
|-------------------------------|-----------|
| RGr00050-01/A17843/CGrZ070296 |           |
| JD/FLA - XB - GBO             |           |
| 07/07/2009                    | Page : 92 |

#### 5.4.3.2 Usages récréatifs liés au Lac de Paladru

Les usages récréatifs sur le périmètre du bassin de la Fure sont principalement concentrés au niveau du Lac de Paladru. Les principaux usages récréatifs liés au Lac de Paladru sont les suivants :

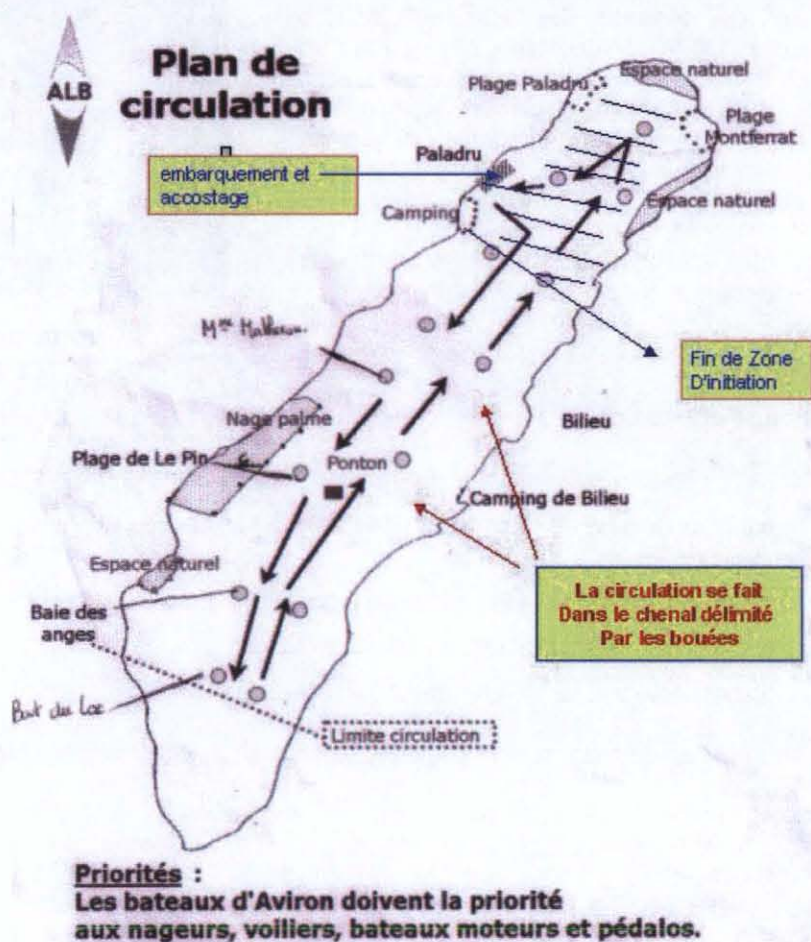
- Plage, baignade et pédalos
- Pêche,
- Voile,
- Aviron,
- Nautisme,
- Promenade et randonnée.

Les usages récréatifs liés au Lac de Paladru sont localisés sur la carte n°11 de l'atlas cartographique.

#### • Aviron

Le club ALB (Aviron du Lac Bleu) est basé à Paladru à proximité de la plage municipale. La pratique de l'aviron sur le Lac de Paladru est accessible aux jeunes et aux adultes tout au long de l'année. Les personnes pratiquant l'aviron doivent respecter un plan de circulation précis (voir figure ci-dessous).

**Figure 32 : Plan de circulation pour la pratique de l'aviron**



## • Voile

On dénombre 2 clubs nautiques sur le pourtour du Lac de Paladru :

- La SPAC (Sports Plein Air Charavines) ;
- Le YCGC (Yacht Club Grenoble Charavines).

La SPAC possède 2 sites:

- Une école de voile, au sud ouest du lac ;
- Un centre de voile avec hébergement au sud est du lac.

Le centre de voile du SPAC est implanté directement au bord du lac et accessible aux personnes handicapées. Il reçoit avec ou sans hébergement des groupes pour un séjour de plein air avec activité voile et/ou de pleine nature, ou encore pour un séjour à vocation culturelle.

Le YCGC accueille des propriétaires de bateaux, propose un entraînement à la régate de tous niveaux et met à disposition des canoës de mer, des dériveurs, des catamarans, ou des bateaux habitables. En 2002, le YCGC s'est engagé dans un plan d'actions centré sur les jeunes en utilisant la voile comme outil de cohésion sociale (sport de compétition, pratique en famille, projets éducatifs, intégration des jeunes handicapés et défavorisés). Aujourd'hui, le YCGC est devenu le 3ème club de Rhône-Alpes avec plus de 200 licenciés.

Les adhérents du Yacht Club ont accès au lac toute l'année. La SPAC est ouverte uniquement de mai à fin septembre.



Figure 33 : La flotte du SPAC et YCGC

## • Plage, baignade et pédalos

Sur le pourtour du Lac de Paladru, on dénombre 4 principaux sites de plage et baignade surveillée :

- La plage municipale de Charavines (Plages Beau site et des Dauphins à proximité) au sud du lac ;
- La plage municipale de Le Pin (plage du belvédère) au sud ouest du lac ;
- La plage municipale de Paladru au nord ouest du lac ;
- La plage municipale de Montferrat au nord est du lac.

La baignade est autorisée uniquement sur ces plages surveillées et payantes. Seule la plage de Charavines est libre d'accès.

En période estivale, la fréquentation journalière est très importante et le site du bois d'Amour réunie également de nombreux baigneurs. Les plages surveillées sont ouvertes d'avril/mai à fin septembre.

Au niveau des plages surveillées, la location de bateaux à pédales est possible durant la saison printanière et estivale.

## • **Nautisme**

Un droit de navigation est demandé pour toute embarcation navigant sur le Lac de Paladru. Les bateaux à moteur de puissance égale ou supérieure à 10 CV sont soumis à une autorisation et une réglementation spéciales.

La navigation est régie par l'AP n°79-6268 du 29 juin 1979. Elle n'est autorisée que du lever au coucher du soleil. La vitesse est limitée à 5 km/h, jusqu'à 200 mètres au minimum du rivage, bande de rive délimitée par des bouées jaunes. La vitesse n'est libre, hors de cette bande de rive, que du dernier samedi de juin au 31 août de 11 à 13 heures et de 18 à 20 heures et du 1<sup>er</sup> au 30 septembre de 11 à 13 heures et de 17 à 19 heures, et ce, quelle que soit la puissance du moteur.

## • **Plongée**

La plongée n'est autorisée que dans la zone balisée à cet effet (bâtiment ou établissement flottant portant la signalisation prescrite par l'article 3.48 du R.G.P) du 15 septembre à la fin du mois de juin. La pratiques des activités plongée (exploration, technique), nage avec palmes ne peut se faire que dans le cadre de la Fédération Française de Sports Sous Marins.

## • **Promenade et randonnée**

Plusieurs sites de promenade pédestre sont aménagés sur le pourtour du Lac de Paladru :

- Sentier du Bois d'Amour au sud est ;
- Sentier de Pagetière à Boutelière au sud ouest ;
- Sentier au nord du Marais de la Véronnière.

La commune de Paladru, en collaboration avec la Communauté d'Agglomération du Pays Voironnais, a un projet de rachat d'une bande de 7-8 mètres de large au niveau des berges sous la RD50, afin de réaliser un chemin de promenade.

En outre, un projet de voie verte le long de la route départementale reliant Charavines à Montferrat est mené par la Communauté d'Agglomération du Pays Voironnais ainsi que le Conseil Général de l'Isère. La largeur de la route doit être réduite de façon à laisser l'emprise nécessaire pour la réalisation d'une piste cyclable et d'un chemin de promenade. Le projet de voie verte devrait être connecté avec le sentier situé au nord du Marais de la Véronnière reliant Montferrat et Paladru.

## • **Chasse**

La chasse est interdite sur le lac de Paladru. Plusieurs arrêtés préfectoraux ont été pris dans les années 1983-84 pour interdire cette pratique. La chasse est par contre pratiquée sur le reste du bassin versant selon la réglementation en vigueur.

|                               |           |
|-------------------------------|-----------|
| RGr00050-01/A17843/CGrZ070296 |           |
| JD/FLA - XB - GBO             |           |
| 07/07/2009                    | Page : 95 |

#### **5.4.3.3 Usages récréatifs liés à la Fure**

Les usages récréatifs le long de la Fure sont essentiellement, hormis la pêche traitée en partie précédente, les activités terrestres sur les quelques chemins bordant la Fure : promenade, randonnées, VTT, équitation, chasse.

- **Promenade et randonnée**

Différents sentiers de promenade et randonnée sillonnent le territoire du bassin versant de la Fure, mais peu empruntent la vallée de la Fure. Sur la partie amont de la Fure, des circuits pédestres franchissent le cours d'eau au niveau de La Fabrique à Charavines, du Guillermet et de Bonpertuis.

Le sentier Bièvre-Valloire traverse la Fure en passant vers le Pont du Boeuf, se dirige vers le Temple puis rejoint le Rivier d'Apprieu.

Le service environnement de la commune de Rives s'intéresse actuellement à la valorisation du secteur des étangs situés à l'aval du Pont du Boeuf. Un chemin botanique est envisagé dans le secteur ainsi que des visites pour les scolaires. Le site est déjà prisé par les promeneurs, les VTTistes, et cavaliers qui empruntent le chemin bordant la Fure. En outre, le site attire les chasseurs et beaucoup de pêcheurs (pêche de la Truite dans la Fure et Carpe sur les plans d'eau). La volonté de la commune est d'interdire la chasse dans ce secteur. Par ailleurs, une convention vient d'être établie avec AVENIR pour que l'organisme assure la gestion du site.

L'association environnementale SEauS Environnement (association locale de la commune de Tullins) souhaite la réalisation d'un sentier pédestre permettant de relier la vallée de l'Isère depuis Tullins-Fures jusqu'au Lac de Paladru à Charavines, en privilégiant un itinéraire longeant le cours d'eau. Ce projet est étudié par le SIBF.

- **Chasse**

La chasse est pratiquée sur l'ensemble de la vallée de la Fure, selon la réglementation en vigueur, avec une répartition inégale de la pratique. En effet, des secteurs comme le linéaire entre Rives et Tullins-Fures sont relativement délaissés, alors que la vallée entre Bonpertuis et Rives est recherchée, notamment au niveau de zones humides comme l'Etang de Côte Manin géré par l'association de chasse de Saint-Blaise-du-Buis,

#### 5.4.4 Analyse des sources de pollution

Les sources de pollution sont variées et concernent les grandes catégories suivantes :

- Rejets industriels,
- Rejets domestiques ponctuels,
- Rejets domestiques diffus,
- Pollutions diffuse d'origine agricole,
- Rejets divers.

##### • Rejets industriels et domestiques

Les informations sur les caractéristiques des STEP du bassin versant ainsi que sur leurs rejets (quantité, qualité) ont été collectées. Les données récoltées, auprès des gestionnaires de ces infrastructures, sont compilées sur des fiches en annexe n°4.

L'ensemble des rejets industriels et domestiques, d'amont en aval, est récapitulé dans le tableau ci-après. Les informations concernant les dégradations constatées suite à ces rejets sont issues de l'étude Gay Environnement de 2002, étude réalisée pour le SIVU de la Fure.

**Tableau 26 : Recensement des rejets industriels et domestiques le long de la Fure**

| Situation du rejet      | Type de rejet       | Dégradations constatées                                                |
|-------------------------|---------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Arjo Wiggins Charavines | Industriel          | Matières azotées, organiques et oxydables                              |
| STEP Charavines         | Domestique ponctuel | Matières phosphorées                                                   |
| Acéries Bonpertuis      | Industriel          | Micropollution métallique                                              |
| Ravignhouse             | Domestique diffus   |                                                                        |
| STEP Apprieu            | Domestique ponctuel |                                                                        |
| Rivier d'Apprieu        | Domestique diffus   |                                                                        |
| SVAM                    | Industriel          |                                                                        |
| Arjo Wiggins Renage     | Industriel          | Matières organiques et oxydables<br>Traces de contamination métallique |
| Revex                   | Industriel          | Matières organiques et azotées                                         |
| STEP Renage             | Domestique ponctuel |                                                                        |
| Papeteries de Fures     | Industriel          |                                                                        |

D'après l'étude de Gay Environnement de 2002, les deux principaux foyers de pollutions en 2002 étaient les suivants :

- Rejet Arjo Wiggins à Charavines

Ce rejet induit une très forte altération de la qualité des eaux de la Fure amont. La qualité organique passant de moyenne au niveau du pont de la Fabrique à mauvaise en aval du rejet. Le substrat de la Fure subit également un colmatage important. L'influence de ce rejet se ressent de manière sensible jusqu'à l'aval d'Apprieu.

- Rejet Arjo Wiggins à Renage

Ce rejet correspond également à une altération marquée de la qualité organique de la Fure. L'influence de ce rejet est importante jusqu'en aval de Renage et se fait sentir jusqu'à Tullins lorsque les concentrations du rejet sont importantes.

|                               |           |
|-------------------------------|-----------|
| RGr00050-01/A17843/CGrZ070296 |           |
| JD/FLA - XB - GBO             |           |
| 07/07/2009                    | Page : 97 |

A ces deux points noirs, un foyer secondaire peut être ajouté. Il concerne les papeteries de Fures à Tullins-Fures. Compte tenu des apports polluants venant de l'amont, ce rejet n'est pas réellement déclassant mais contribue au maintien d'une qualité médiocre sur la portion aval de la Fure.

#### • **Pollution agricole**

La pollution d'origine agricole a été étudiée dans le cadre de l'étude globale Milieu-Usages réalisée par la DDAF (DDAF, 2000) avec la collaboration de la Chambre d'Agriculture de l'Isère. Sur le territoire du bassin de versant de la Fure (comprenant le bassin versant du Lac de Paladru), les observations suivantes ont été faites :

- La totalité des élevages du bassin versant, au nombre de 63, produit 315 tonnes d'azote par an, dont 260 tonnes d'azote produits pour les élevages de plus de 25 UGB (Unité Gros Bétail) ;
- Les élevages des sous bassins du ruisseau du Pin et du Courbon, au nombre de 33, produisent la moitié de l'azote et du phosphore organique de l'ensemble des élevages du bassin versant (au nombre de 63) ;
- Les sols au niveau des sous bassins du Pin et du Courbon présentent une sensibilité élevée au lessivage et sont exposés au ruissellement ;

Les sous bassins versants du ruisseau du Pin et du Courbon ont été définis en zone prioritaire dans le cadre des actions de réduction de la pollution agricole. Par ailleurs, 12 autres exploitations situées hors de cette zone sont également classées prioritaires. Ces exploitations correspondent soit à des fermes à « risques supérieurs », soit à des exploitations de plus de 70 UGB présentant des sols et systèmes de cultures semblables aux fermes de la zone prioritaire.

#### • **Actions proposées**

Différentes actions pour améliorer la qualité physico-chimique et hydrobiologique de la Fure ont été proposées dans le cadre de l'étude Gay Environnement de 2002.

Les actions proposées sont listées ci-dessous :

- Optimisation des rendements épuratoires des stations d'épuration (Papeteries Arjo Wiggins de Charavines et de Renage, STEP de Charavines) ;
- Amélioration de la gestion de la prise d'eau des aciéries de Bonpertuis ;
- Amélioration de la gestion de la prise d'eau de la biscuiterie Collomb (débit réservé très fluctuant) ;
- Localisation et élimination des rejets non collectés provenant du site Revex ;
- Réduction et/ou le traitement des rejets des papeteries de Fures ;
- Localisation et élimination des éventuels écarts de collecte de l'agglomération de Tullins ;
- Mise en place d'une gestion hydraulique de la rivière (mise en place de dispositifs de restitution et de vérification du débit réservé, etc.).

Depuis 2002, le site des papeteries Arjo Wiggins de Renage s'est doté d'un système d'épuration des eaux de process performant. Depuis, il a été constaté une nette amélioration de la qualité hydrobiologique en aval de l'usine. La STEP du site de Charavines est également en voie d'amélioration avec la construction actuelle d'un étage biologique.

Les autres actions n'ont pas été engagées.

|                               |           |
|-------------------------------|-----------|
| RGr00050-01/A17843/CGrZ070296 |           |
| JD/FLA - XB - GBO             |           |
| 07/07/2009                    | Page : 98 |

Suite à l'étude globale Milieu-Usages réalisée par la DDAF, différentes actions pour la réduction des pollutions agricoles ont été validées. Ces actions sont les suivantes :

- Réaliser des travaux de mise aux normes des bâtiments et installations de stockage ;
- Améliorer les pratiques agronomiques par une meilleure valorisation de la fumure organique sur les fermes ou à une échelle plus vaste, à partir d'une étude d'épandages et d'une approche complémentaire avec un scénario compost.

L'opération coordonnée de maîtrise des pollutions agricoles est mise en place depuis 1998 sur le territoire Paladru-Fure. Elle a été lancée, parallèlement au Contrat de Bassin Paladru-Fure, par le SIVU de la Fure, le SMLP et la Chambre d'Agriculture.

De 2003 à 2006, un programme d'animation a été organisé par la Chambre d'Agriculture dans le but de sensibiliser les agriculteurs aux problématiques environnementales

Depuis 2003, la Chambre d'Agriculture de l'Isère a apporté un appui technique à la mise en œuvre des bonnes pratiques d'épandage. L'objectif général est de faciliter les pratiques de fertilisation raisonnée et de les intégrer dans une stratégie durable pour l'exploitation. Des cartes d'aptitude des sols à l'épandage ont ainsi été réalisées sur le territoire du bassin versant de la Fure et du Lac de Paladru.

#### • **Autres pollutions**

Les pollutions accidentelles étaient très fréquentes par le passé (environ 2-3 fois par an) : pollution industrielles, pollutions liées à des éclusages, etc. Aujourd'hui, elles ne sont pas aussi fréquentes qu'avant. Les industriels ont mis en place des protocoles de maîtrise de leurs produits, ils se sont équipés de station de traitement de leurs eaux usées, etc.

Il existerait des problèmes récurrents de pollution sur des secteurs proches de sites industriels (ex : site de Bonpertuis) : jardins avec lavages de poulaillers, lavages de camions, construction en bordure de cours d'eau, pollutions routières, pisciculture sur le Réaumont, vidanges de piscine, etc. C'est le cas également dans le Bas Rives, et pour le hameau de Planche Cattin (bateaux et risque de pollution). Aujourd'hui, bien qu'ils n'aient fait l'objet d'aucune étude précise, ces phénomènes auraient pris au moins autant d'importance que les problèmes de pollution accidentelle d'origine industrielle.

## 5.5 Bilans hydrologiques dans l'état actuel

### 5.5.1 Méthodologie

Nous proposons d'établir les bilans hydrologiques en 2 points caractéristiques du bassin versant, à une échelle de temps mensuelle et annuelle selon 2 conditions hydrologiques :

- Moyennes ;
- Etiage de référence (situation été 2003).

Les 2 points retenus pour la réalisation des bilans hydrologiques sont les suivants :

- L'exutoire du Lac de Paladru ;
- Le centre bourg de Fures à Tullins-Fures.

#### • Equation générale du bilan hydrologique

La formule générale du bilan hydrologique est la suivante :

$$P + Q_{sup_E} + Q_{sout_E} = Q_{sup_S} + ETR + C_{ext} + Q_{sout_S} + \Delta R$$

Avec :

- P : précipitations ;
  - $Q_{sup_E}$  : alimentation superficielle issue de l'extérieur du bassin versant ;
  - $Q_{sout_E}$  : alimentation souterraine issue de l'extérieur du bassin versant ;
  - $Q_{sout_S}$  : sous écoulement vers l'extérieur du bassin versant ;
  - $Q_{sup_S}$  : écoulement superficiel sortant du bassin versant ;
  - ETR : évapotranspiration réelle ;
  - $C_{ext}$  : prélèvement par captage sortant du bassin versant ;
  - $\Delta R$  : variation des réserves souterraines et superficielles ;
- $$\Delta R = \Delta R_{sout} + \Delta R_{sup}$$

#### Calcul du terme ETR :

- o A l'échelle annuelle

A l'échelle annuelle, l'évapotranspiration réelle (ETR) peut être évaluée au moyen de la formule de Turc.

$$ETR = \frac{P}{\sqrt{0,9 + \frac{P^2}{L^2}}}$$

Avec :

- ETR : évapotranspiration réelle (mm/an) ;

- P : précipitations moyennes annuelles (mm) ;
- $L = 300 + 25.T + 0,05.T^3$  ;
- T : température moyenne interannuelle (°C).

o A l'échelle mensuelle

L'ETP mensuelle est estimée au moyen des formules de Turc et de Thornthwaite.

- Formule de Turc

$$ETP = k \frac{T}{T+15} (R_g + 50)$$

Avec :

- ETP : évapotranspiration potentielle (mm/mois) ;
- $k = 0,37$  pour le mois de février et  $0,4$  pour les autres mois ;
- T : température moyenne mensuelle (°C) ;
- $R_g$  : radiation solaire globale ;

$R_g$  est déterminé par la formule ci-après :

$$R_g = I_{ga} (0,18 + 0,62 \cdot \frac{h}{H})$$

Avec :

- $I_{ga}$  : radiation solaire directe en l'absence d'atmosphère ;
- h : durée mensuelle réelle d'insolation ;
- H : durée mensuelle réelle du jour ;

- Formule de Thornthwaite

$$ETP = 1,6 \left( \frac{10.T}{I} \right)^a$$

Avec :

- ETP : évapotranspiration potentielle (cm/mois) ;
- T : température moyenne mensuelle (°C) ;
- $I = \sum_{i=1}^{12} i$
- $i = \left( \frac{T}{5} \right)^{1,514}$  calculé pour chaque mois de l'année ;
- $a = 0,492 + 1,79.10^{-2}.I - 7,71.10^{-5}.I^2 + 6,75.10^{-7}.I^3$  ;

Une fois l'ETP déterminée, l'ETR se détermine comme suit :

- Lorsque  $P < ETP$ ,  $ETR = P$  ;
- Lorsque  $P > ETP$ ,  $ETR = ETP$  ;

|                               |            |
|-------------------------------|------------|
| RGr00050-01/A17843/CGrZ070296 |            |
| JD/FLA - XB - GBO             |            |
| 07/07/2009                    | Page : 101 |

- **Réalisation des bilans aux 2 points caractéristiques retenus**

- A l'exutoire du Lac de Paladru

Le bassin versant concerné concerne l'ensemble du bassin versant topographique alimentant le lac de Paladru.

**Terme P**

Les hauteurs précipitées sont mesurées à la station pluviométrique de Charavines.

**Terme  $Q_{sup_E}$**

Aucun apport superficiel depuis l'extérieur du bassin versant n'est présent.

$\Rightarrow Q_{sup_E} = 0$

**Terme  $Q_{sout_E}$**

Sur ce bassin versant, il n'existe vraisemblablement pas d'alimentation souterraine issue de l'extérieur du bassin versant (DEHAYS, 1980).

$\Rightarrow Q_{sout_E} = 0$

**Terme  $Q_{sup_s}$**

L'écoulement superficiel sortant est mesuré au niveau des vannes de Lac de Paladru.

**Terme ETR**

Pour le calcul de l'évapotranspiration sur ce bassin versant, nous avons distingué l'évapotranspiration applicable à l'ensemble du bassin versant hors Lac et l'évaporation applicable au Lac de Paladru. La formule utilisée est celle figurant ci-dessous.

$$ETR_{BV} = \frac{S_{BV} - S_{Lac}}{S_{BV}} ETR + \frac{S_{Lac}}{S_{BV}} ETP$$

Avec :

- $ETR_{BV}$  : évapotranspiration réelle sur l'ensemble du bassin versant (Lac compris);
- $S_{BV}$  : surface de l'ensemble du bassin versant ;
- $S_{Lac}$  : surface du Lac de Paladru;
- ETR : évapotranspiration réelle sans prise en compte du Lac de Paladru ;
- ETP : évapotranspiration potentielle;

### Terme Cext

Plusieurs prélèvements assurent l'alimentation en eau potable (captages AEP) des communes du tour du Lac de Paladru et des communes extérieures au bassin versant (cas des captages AEP4 et AEP6). Ces captages constituent des prélèvements vers l'extérieur du bassin versant, les eaux usées des communes desservies étant collectées et traitées à la station d'épuration de Charavines, en aval du Lac de Paladru. Les captages pour l'AEP sont les suivants :

- Captage « Broccard et Cléo » sur la commune de Valencogne (AEP1),
- Captage « Brézin » sur la commune de Le Pin (AEP2),
- Captage « Puits de Valencogne » sur la commune de Valencogne (AEP3),
- Captage « Truitière » sur la commune de Paladru (AEP4),
- Captage « Paladru » sur la commune de Paladru (AEP5),
- Captage « Saint-Pierre de Paladru » sur la commune de Paladru (AEP6).

### Terme $Q_{sout_s}$

Un sous écoulement vers l'extérieur du bassin versant semble peu probable. Un forage directement en aval des vannes du lac de Paladru a mis en évidence un matériel argileux pouvant s'apparenter à un dépôt morainique barrant la dépression de Paladru (DEHAYS, 1980).

⇒ Nous faisons l'hypothèse  $Q_{sout_s} = 0$ .

### Terme $\Delta R_{sup}$

Sur le bassin versant du Lac de Paladru, la variation des réserves superficielles correspond à la variation de la côte du lac. Un suivi des niveaux du lac étant réalisé au pas de temps journalier, cette donnée est disponible.

### Terme $\Delta R_{sout}$

Ce terme, représentant la variation des réserves souterraines, constitue l'inconnue principale. Pour le bilan annuel en condition hydrologique moyenne, cette variation doit être nulle.

- Au centre bourg de Fures

Le bassin versant concerné est le sous bassin versant de la Fure, depuis l'exutoire des vannes du Lac de Paladru jusqu'au centre bourg de Fures.

### Terme P

Les hauteurs précipitées sont mesurées à la station pluviométrique de Charavines.

### Terme $Q_{sup_e}$

L'écoulement superficiel entrant est mesuré au niveau des vannes de Lac de Paladru.

Le débit de sortie de la STEP de Charavines (résultant des eaux usées des communes du tour du Lac de Paladru) contribue à l'alimentation superficielle de la Fure.

### Termes $Q_{sout_e}$ et $Q_{sout_s}$

On fait l'hypothèse, que les apports souterrains entrant et sortant sont égaux.

### Terme $Q_{sup_s}$

L'écoulement superficiel sortant est estimé au niveau de la station d'Hurtières. Cette station hydrométrique n'a fonctionné que durant 4 années de 1967 à 1972 et de manière ponctuelle en 2003 (de mars à mai).

|                               |            |
|-------------------------------|------------|
| RGr00050-01/A17843/CGrZ070296 |            |
| JD/FLA - XB - GBO             |            |
| 07/07/2009                    | Page : 103 |

Un travail de reconstitution des débits à la station d'Hurtières a été réalisé dans le cadre d'une étude sur l'impact de la dérivation des eaux usées sur la production des usines hydroélectriques (INPG Entreprise SA, 1996).

L'estimation du débit de la Fure à Hurtières se base sur une fonction faisant intervenir les débits naturels à Charavines, débits non influencés par la variation des niveaux du lac. Les débits naturels sont évalués à partir des données aux vannes de Charavines, corrigés par un terme lié à l'évaporation et au stockage du Lac de Paladru.

La fonction a été ajustée à partir des données mesurées à la station d'Hurtières de 1967 à 1972.

#### **Terme ETR**

Les surfaces de plans d'eau étant réduites à l'échelle du bassin versant, l'évapotranspiration réelle est déduite des formules classiques (Turc, Tornrhwaiite).

#### **Terme Cext**

Les captages « Bournet » et « Pont du Boeuf » sur la commune de Rives (AEP9 et AEP10) constituent des prélèvements vers l'extérieur du bassin versant considéré. En effet, les eaux usées de la commune de Rives sont collectées et traitées à la STEP de Tullins dont le rejet s'effectue dans l'Isère. En outre, les prélèvements exportés sont constitués des prélèvements depuis le captage d'Apprieu pour l'alimentation de Collombe et des prélèvements depuis le captage de Réaumont pour l'alimentation de Charnècles.

#### **Terme ΔRsup**

La variation des réserves superficielles peut être considérée négligeable au vu de la proportion faible des surfaces de stockage (étangs) par rapport à la superficie du bassin versant (~0,3 %).

#### **Terme ΔRsout**

Ce terme, représentant la variation des réserves souterraines, constitue l'inconnue principale. Pour le bilan annuel en condition hydrologique moyenne, cette variation doit être nulle.

### **5.5.2 Données disponibles**

#### **• Suivi des débits et niveaux du Lac de 1973 à 2006**

Les données saisies par SAFEGE sur la période 1973-1993 ont été complétées jusqu'en 2006, à partir des relevés quotidiens du gardien des vannes du Lac de Paladru.

Les données ont été corrigées de façon à tenir compte du débit passant par le siphon de soutirage. En effet, les mesures de débit effectuées par le gardien des vannes ne prennent en compte le débit total (siphon compris) que depuis juin 2003, date à laquelle un déversoir de mesure a été mis en place à l'aval des vannes du Lac.

#### **• Pluviométrie à la station de Charavines**

Nous disposons des données pluviométriques mensuelles sur la même période : 1973-2006, soit 33 années.

#### **• Données de température et d'insolation à la station de Grenoble Saint-Geoirs**

Les données de température et d'insolation sont issues des mesures de la station de Grenoble Saint-Geoirs, station climatologique la plus proche pour laquelle de telles données sont disponibles. La fiche climatologique de la station figure en annexe n°5.

|                               |            |
|-------------------------------|------------|
| RGr00050-01/A17843/CGrZ070296 |            |
| JD/FLA - XB - GBO             |            |
| 07/07/2009                    | Page : 104 |

### 5.5.3 Résultats du bilan hydrologique annuel d'une année moyenne

#### • A l'exutoire du Lac de Paladru

Les résultats du bilan hydrologique annuel à l'exutoire du Lac de Paladru figurent dans le tableau ci-après.

**Tableau 27 : Résultat du bilan hydrologique annuel à l'exutoire du Lac de Paladru**

|                           | En mm      | En Mm3    | En %      |
|---------------------------|------------|-----------|-----------|
| <b>Termes d'entrée</b>    |            |           |           |
| P                         | 1153       | 53        | 100%      |
| QsurfE                    | 0          | 0         | 0%        |
| QsoutE                    | 0          | 0         | 0%        |
| <b>Termes de sortie</b>   |            |           |           |
| QsurfS                    | 680        | 31        | 59%       |
| QsoutS                    | 0          | 0         | 0%        |
| Cext                      | 18         | 1         | 2%        |
| ETR                       | 539        | 25        | 47%       |
| <b>Termes de stockage</b> |            |           |           |
| dRsup                     | 0          | 0         | 0%        |
| dRsout                    | 0          | 0         | 0%        |
| <b>Delta Bilan</b>        | <b>-84</b> | <b>-4</b> | <b>7%</b> |

Un équilibre du bilan hydrologique doit conduire en théorie à un delta (termes d'entrée – termes de sorties) nul. Dans notre cas, le delta du bilan est de -84 mm, soit 7% du volume précipité. Cet écart s'explique essentiellement par les incertitudes de calcul dans l'estimation de l'évapotranspiration.

Le bilan hydrologique annuel montre que les termes de sortie sont essentiellement constitués par les écoulements de surface et l'évapotranspiration. Les prélèvements par les différents captages du bassin versant ne représentent que 2% du volume précipité.

#### • Au centre bourg de Fures

Les résultats du bilan hydrologique annuel au centre bourg de Fures figurent dans le tableau ci-après.

**Tableau 28 : Résultat du bilan hydrologique annuel au centre bourg de Fures**

|                           | En mm       | En Mm3     | En %      |
|---------------------------|-------------|------------|-----------|
| <b>Termes d'entrée</b>    |             |            |           |
| P                         | 1153        | 53         | 65%       |
| QsurfE                    | 617         | 0          | 35%       |
| QsoutE                    | X           | X          |           |
| <b>Termes de sortie</b>   |             |            |           |
| QsurfS                    | 1382        | 64         | 78%       |
| QsoutS                    | X           | X          |           |
| Cext                      | 13          | 1          | 1%        |
| ETR                       | 536         | 25         | 30%       |
| <b>Termes de stockage</b> |             |            |           |
| dRsup                     | 0           | 0          | 0%        |
| dRsout                    | 0           | 0          | 0%        |
| <b>Delta Bilan</b>        | <b>-161</b> | <b>-36</b> | <b>9%</b> |

Les termes d'entrée du bilan sont constitués par les précipitations (65%) et par les écoulements superficiels depuis les vannes du Lac (35%).

De même que précédemment les termes de sortie sont essentiellement constitués par les écoulements de surface et l'évapotranspiration. Les prélèvements exportés par les différents captages du bassin versant ne représentent que 1% du volume entrant.

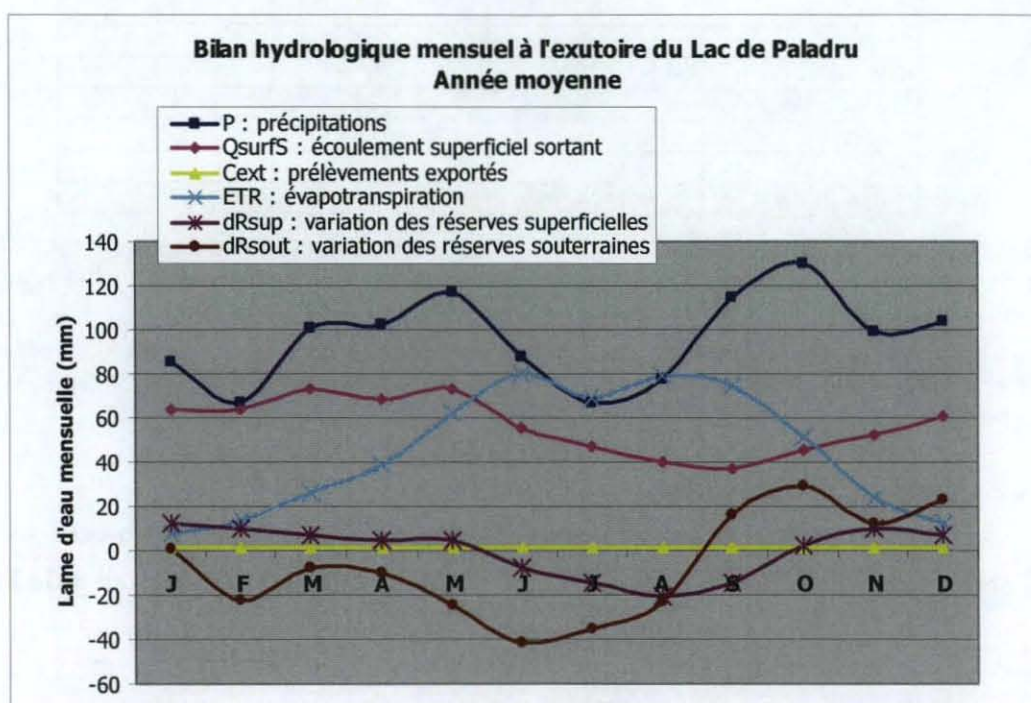
Le delta du bilan, représentant 9% des termes d'entrée, s'explique par les incertitudes de calcul dans l'estimation de l'évapotranspiration et par la considération d'hypothèses simplificatrices (écoulements souterrains entrants égaux aux écoulements souterrains sortants).

#### 5.5.4 Résultats du bilan hydrologique mensuel d'une année moyenne

Les résultats des bilans sont présentés sous forme de figures. Les valeurs précises des termes d'entrée et de sortie figurent en annexe n°8.

##### • A l'exutoire du Lac de Paladru

**Figure 34 : Bilan hydrologique mensuel à l'exutoire du Lac de Paladru - Année moyenne**



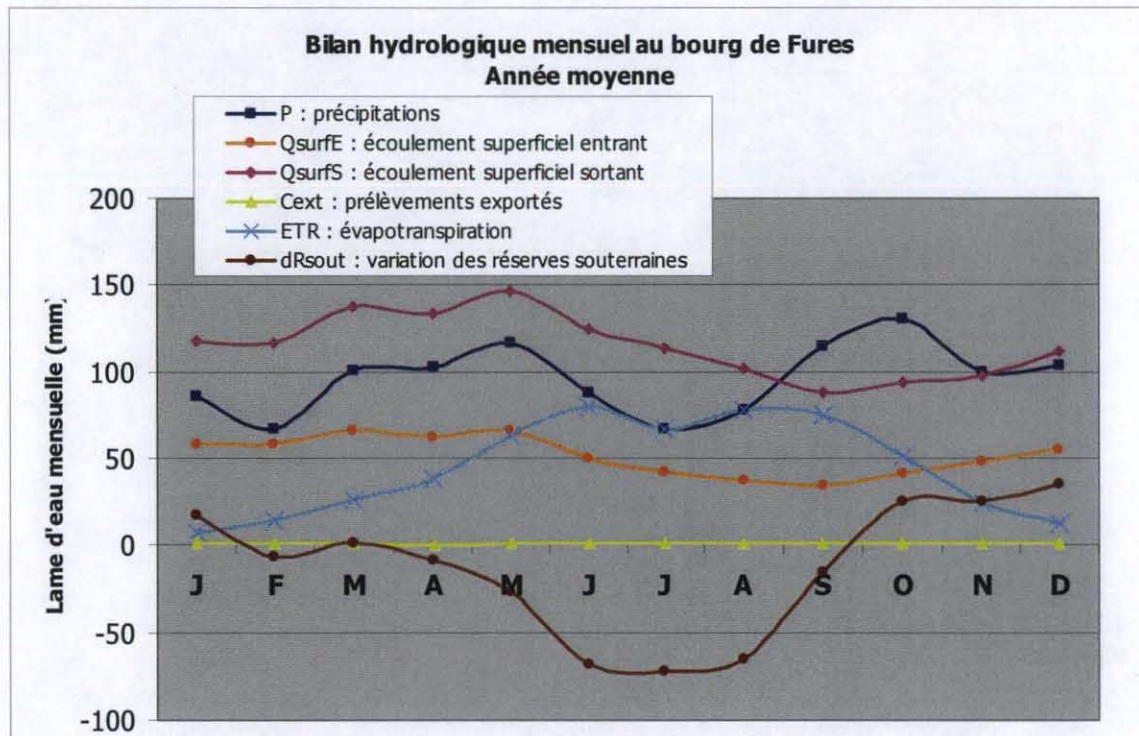
L'analyse du bilan hydrologique mensuel conduit à plusieurs observations :

- La pluviométrie moyenne mensuelle (P) oscille entre 70 et 130 mm. Les périodes humides se situent au printemps et à l'automne ;
- L'écoulement de surface à l'exutoire des vannes du Lac de Paladru (QsurfS) correspond à une lame d'eau écoulee mensuellement qui varie entre 40 et 80 mm. La lame d'eau écoulee est maximale durant la période hivernale et printanière ;
- La lame d'eau évaporée mensuellement (ETR) varie fortement selon la période de l'année. Celle-ci passe de 10 mm durant l'hiver à près de 100 mm durant la période estivale ;
- La lame d'eau mensuelle correspondant aux prélèvements par les captages (Cext) est faible tout au long de l'année, de l'ordre de 2 mm, en comparaison avec les autres termes d'entrée et de sortie ;

- Le stockage superficiel dans le Lac de Paladru (dRsup) est positif d'octobre à mai puis un déstockage important du Lac a lieu durant l'été (lame d'eau déstockée sur l'ensemble du bassin versant pouvant atteindre 20mm par mois) ;
- Le terme de stockage souterrain (dRsout) constitue l'inconnu du bilan. Il est obtenu en soustrayant les termes d'entrée aux termes de sortie. L'évaluation de ce terme est donc entachée par les incertitudes de calculs des autres termes (terme d'évapotranspiration principalement) et par les hypothèses simplificatrices. De manière sûre, nous pouvons dire que les réserves souterraines diminuent fortement durant la période estivale (perte de 40mm par mois sur l'ensemble du bassin versant) et se rechargent principalement au cours de l'automne.

• **Au centre bourg de Fures**

**Figure 35 : Bilan hydrologique mensuel au centre bourg de Fures - Année moyenne**



Les observations sont similaires au bilan réalisé à l'exutoire du Lac de Paladru. Nous pouvons faire la remarque additionnelle suivante : la lame d'eau superficielle sortante au niveau du bourg de Fures est de l'ordre du double de la lame d'eau superficielle entrante aux vannes du Lac de Paladru. Les apports du Lac de Paladru représentent donc la moitié de l'écoulement de la Fure au centre bourg de Fures (45% exactement), l'autre moitié résultant des apports intermédiaires (ruissellement, sources, etc.).

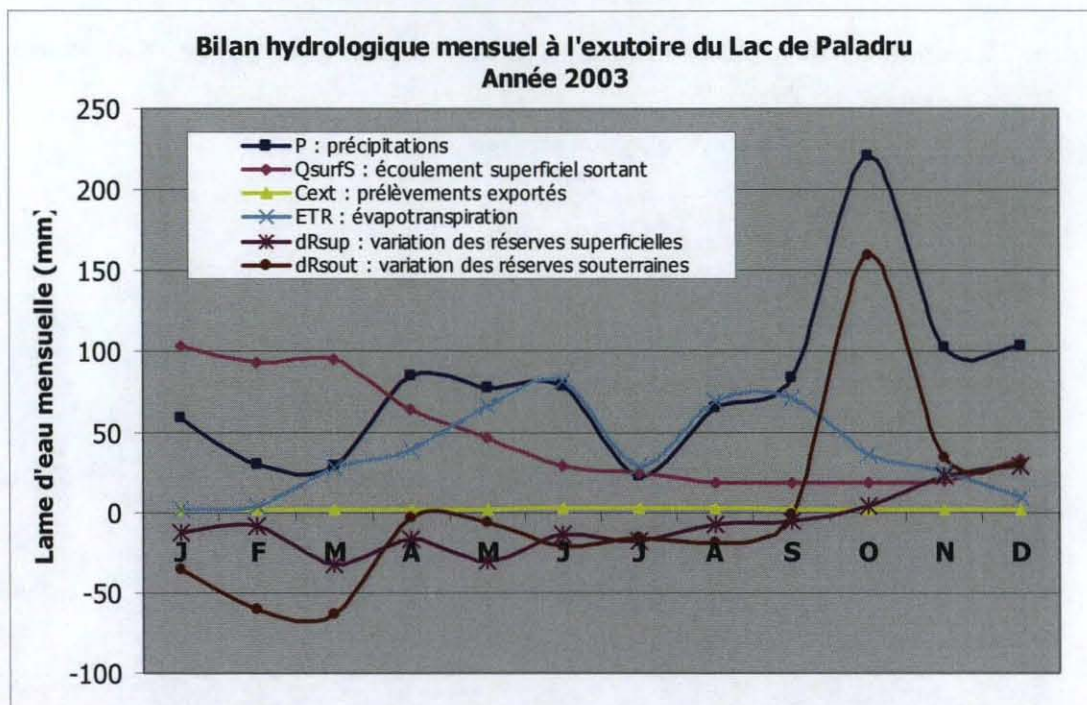
## 5.5.5 Résultats du bilan hydrologique mensuel de l'année 2003

La période estivale de l'année 2003 correspond à une période d'étiage sévère : le débit à l'exutoire du Lac étant de l'ordre du QMNA10 (débit mensuel d'étiage décennal).

Les résultats des bilans sont présentés sous forme de figures. Les valeurs précises des termes d'entrée et de sortie figurent en annexe n°8.

### • A l'exutoire du Lac de Paladru

Figure 36 : Bilan hydrologique mensuel à l'exutoire du Lac de Paladru – Année 2003



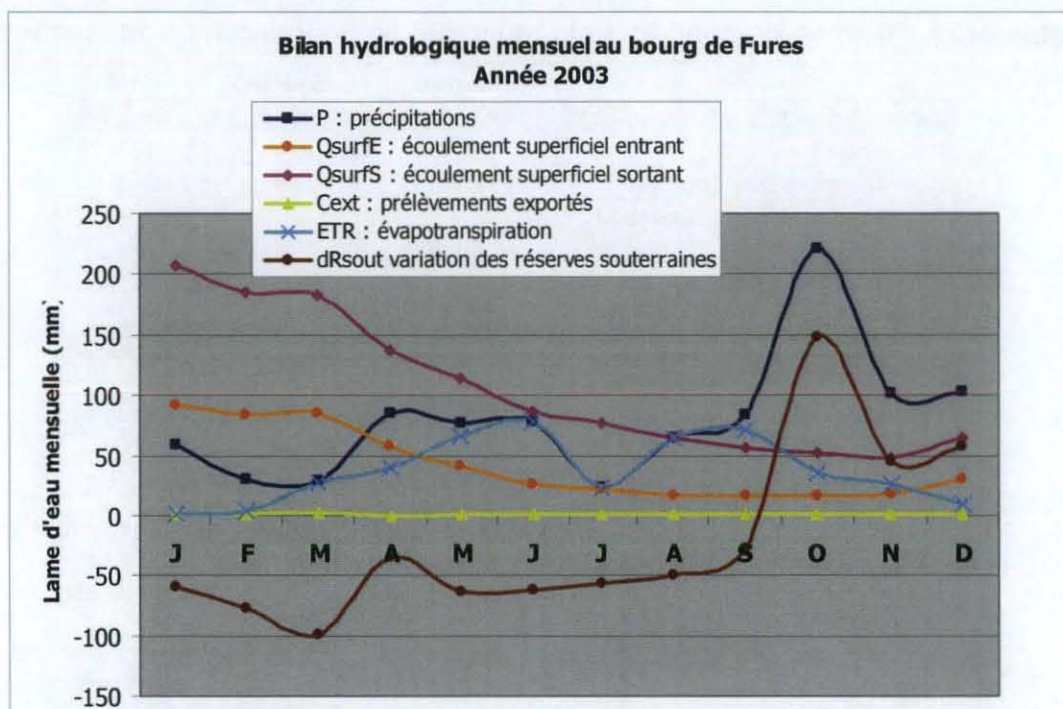
L'analyse du bilan hydrologique mensuel conduit à plusieurs observations :

- La pluviométrie (P) a été faible jusqu'à l'automne : 60 mm de moyenne mensuelle au lieu de 95 mm en année moyenne. La pluviométrie importante du mois d'octobre 2003 (221 mm) a toutefois permis d'obtenir un cumul annuel raisonnable (957 mm au lieu de 1155 mm en année moyenne) ;
- La quantité d'eau écoulee à l'exutoire du Lac de Paladru (QsurfS) a considérablement chuté à partir de mars 2003 : la lame d'eau écoulee est passée de 100 mm à 25 mm en l'espace de 4 mois. En décembre 2003, la lame d'eau écoulee était de l'ordre de 30 mm alors qu'elle avoisine les 65 mm en année moyenne ;
- La lame d'eau évapotranspirée (ETR) correspond à la lame d'eau précipitée durant l'été 2003. En effet, cette période de canicule a conduit à des valeurs d'évapotranspiration potentielle (ETP) largement supérieures aux hauteurs précipitées. Durant cette période la faible quantité d'eau précipitée a donc été entièrement évapotranspirée ;
- Le niveau du Lac de Paladru s'est abaissé de janvier à octobre 2003 ( $dR_{sup} < 0$ ). Ce déstockage a correspondu à une perte de lame d'eau sur l'ensemble du bassin versant d'environ 20 mm par mois ;

- Les pertes par prélèvement au niveau des captages AEP sont restées faibles en 2003 si on les compare aux autres termes d'entrée et de sortie (Cext de l'ordre de 2 mm par mois) ;
- Enfin, les réserves souterraines, qui constituent l'inconnu du bilan, ont globalement diminué durant l'hiver et l'été 2003 et se sont rechargés principalement au cours de l'automne grâce à la pluviométrie exceptionnelle du mois d'octobre.

• **Au centre bourg de Fures**

**Figure 37 : Bilan hydrologique mensuel au centre bourg de Fures - Année 2003**



Les observations sont similaires au bilan réalisé à l'exutoire du Lac de Paladru. Les remarques additionnelles suivantes peuvent être faites :

- Au cours de l'année 2003, l'écoulement de la Fure au centre bourg de Fures a résulté pour 37% de l'écoulement superficiel à l'exutoire des vannes du Lac de Paladru, soit 8% de moins que dans le cas d'une année moyenne ;
- Durant la période estivale, la part de l'écoulement à l'exutoire du Lac représentait moins de 30% de l'écoulement de la rivière à Fures, soit 10% de moins que pour la période estivale d'une année moyenne ;
- Les réserves souterraines ont considérablement chuté sur cette partie du bassin versant, le déstockage a atteint les 100 mm/mois en mars 2003.

De ces observations, nous pouvons conclure que :

- Les épisodes de sécheresse conduisent à la réduction de la part des apports du Lac de Paladru dans les écoulements de la Fure ;
- En période de sécheresse, les écoulements dans la Fure résultent essentiellement des apports intermédiaires et notamment du déstockage des réserves souterraines (part supérieure à 70%).

### 5.5.6 Bilan hydrologique du Lac de Paladru en année moyenne

Les différents termes du bilan hydrologique en année moyenne sont présentés dans le tableau ci-après. L'inconnue du bilan étant le terme d'alimentation par les sources superficielles et sous lacustres, celui-ci a été calculé afin d'obtenir un bilan équilibré.

Les termes d'alimentation par les 2 principaux affluents (les ruisseaux du Pin et du Courbon) sont déduits des valeurs des modules interannuels estimés par la DIREN au droit des stations hydrométriques.

**Tableau 29 : Termes du bilan hydrologique du Lac de Paladru en année moyenne**

|                                                               | En mm | En Mm3 | En % |
|---------------------------------------------------------------|-------|--------|------|
| <b>Termes d'entrée</b>                                        |       |        |      |
| Pluviométrie                                                  | 1153  | 4      | 13%  |
| Alimentation par le Courbon                                   | 2340  | 9      | 26%  |
| Alimentation par le ruisseau du Pin                           | 2390  | 9      | 27%  |
| Alimentation par les sources superficielles et sous lacustres | 3122  | 12     | 35%  |
| <b>Termes de sortie</b>                                       |       |        |      |
| Alimentation de la Fure à l'exutoire                          | 8274  | 31     | 92%  |
| Évapotranspiration                                            | 731   | 3      | 8%   |

Les observations suivantes peuvent être faites :

- La part d'alimentation du Lac de Paladru par les affluents représente plus de 50% de l'alimentation totale (26% pour le Courbon et 27% pour le ruisseau du Pin) ;
- La part d'alimentation par les sources superficielles et sous lacustres est importante et représente 35% de l'alimentation globale ;
- Les termes de sortie bénéficient pour plus de 90% à l'alimentation de la Fure. L'évapotranspiration représentant 8% des pertes au cours d'une année moyenne.

### 5.5.7 Que représente « 1 cm » sur le Lac de Paladru ?

En période sèche (absence de pluviométrie), il est intéressant de comprendre la relation entre la chute journalière du niveau du Lac de Paladru et le débit de sortie alimentant la Fure.

Nous avons quantifié, en considérant une perte journalière du niveau du Lac de Paladru égale à 1 cm, la répartition entre les pertes par évapotranspiration et les pertes dues à l'alimentation de la Fure. L'analyse a été faite pour tous les mois d'une année moyenne. Le choix de la valeur « 1cm » n'est pas anodin : il s'agit du niveau de précision de la mesure du niveau du Lac de Paladru et cette valeur correspond à la perte de niveau journalière souvent observée en période estivale.

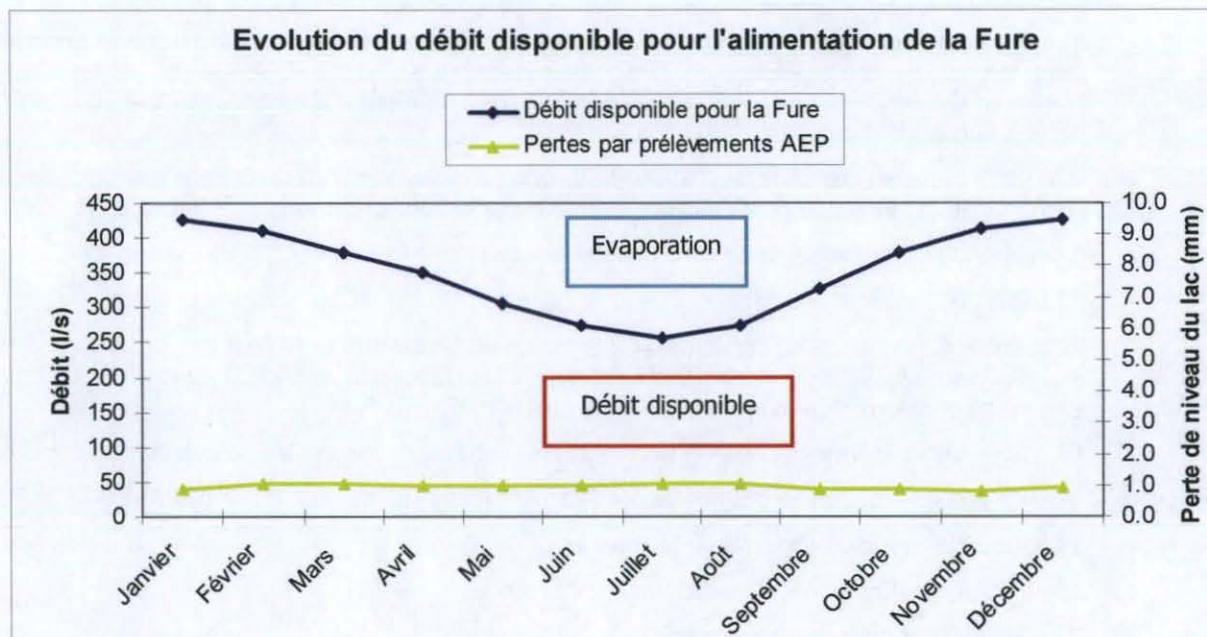
Pour simplifier l'analyse, nous avons considéré les apports alimentant le Lac de Paladru (Ruisseau du Pin, Courbon, sources) comme nuls. Nous nous plaçons donc en situation critique où le Lac de Paladru n'est pas du tout alimenté afin d'étudier l'impact de l'évaporation sur le débit disponible pour l'alimentation de la Fure.

La figure ci-dessous montre que l'évapotranspiration est minimale durant les mois d'hiver (perte par évapotranspiration ~ 0,3 mm/jour). Durant les mois hivernaux, le déstockage d' 1 cm du lac bénéficie donc en quasi-totalité à l'alimentation de la Fure (débit d'alimentation = 430 l/s).

En période estivale, la perte de niveau résultant de l'évapotranspiration est de l'ordre de 4 mm pour une année moyenne. Le débit disponible pour l'alimentation de la Fure est de l'ordre de 250 l/s.

Pour certains jours très chauds (ex : canicule de l'été 2003), l'évaporation peut entraîner un déstockage de près d'1cm/jour, d'où un débit disponible pour l'alimentation de la Fure quasi nul.

**Figure 38 : Evolution du débit disponible pour l'alimentation de la Fure**



Par ailleurs, le graphique précédent montre l'impact relativement faible des prélèvements AEP sur la diminution du niveau du Lac de Paladru. En considérant l'ensemble des captages du bassin versant du Lac de Paladru (Broccart et Cléo, Brézin, Valencogne, Truitière, Paladru), les prélèvements dans l'état actuel entraînent une chute de niveau du Lac de Paladru de l'ordre de 1 mm/jour.

## 5.6 Retours d'expérience de la gestion des vannes

L'exercice vise à analyser quelques situations critiques des années passées et à évaluer la valeur du projet de 1994 dans ces conditions, comptes tenus de la ressource et des usages actuels, et compte tenu des enjeux nouvellement mis en évidence depuis 1994.

### 5.6.1 Retour d'expérience de situations critiques

#### 5.6.1.1 Crue 2002 et étiage 2003

Les années 2002 et 2003 ont été marquées par deux épisodes extrêmes :

- un épisode de crue en novembre 2002 (niveau du lac à +35 cm et débit de pointe à 8 m<sup>3</sup>/s) ;
- un épisode de sécheresse durant l'été 2003 (niveau du lac à - 1,90m et apports d'eau à la Fure uniquement par le siphon).

Suite à l'épisode de crue de novembre 2002, le Syndicat de la Fure a procédé à un déstockage important du lac de façon importante durant la première partie de l'année 2003 : la lac est passé d'un niveau plein à un niveau à - 1,90 mètres en l'espace de 7 mois. Les débits ajustés durant cette période ont été supérieurs à ceux régis par le règlement de 1866.

Un niveau anormalement bas est signalé fin mai 2003. La sécheresse de l'été 2003 conduit à accentuer cette situation de crise, avec l'assèchement du canal de la Fure et la réalisation de travaux d'urgence pour le curage du canal et la réalimentation de la Fure.

La chronologie des principaux évènements de l'épisode de sécheresse 2003 est la suivante :

- 31 mai 2003 : un courrier au nom des communes riveraines du lac de Paladru, de la Fédération Départementales de la Pêche, de l'association Lac Nature, de la FRAPNA est adressé par la commune de Montferrat à la Préfecture pour solliciter une réunion d'urgence relative au niveau du lac et à la gestion des débits ;
- Juin 2003 : les services de l'état (DDAF, MISE, DDE) sollicitent le SIVU de la Fure pour apporter des éléments de réponse suite à la demande exprimée par la Sous-préfecture de la Tour du Pin ;
- 8 juillet 2003 : réunion de concertation en Préfecture ;
- 12 juillet 2003 : fermeture totale des vannes. Le siphon débite 180 l/s + 20 l/s de fuites ;
- 22 juillet 2003 : réunion de concertation à la mairie de Charavines organisée par le SIVU de la Fure à la demande du Syndicat de la Fure pour définir les mesures d'urgence (travaux) qui pourraient être mises en œuvre pour conserver un débit minimum dans la Fure ;
- Fin juillet 2003 : le Syndicat de la Fure consulte les entreprises susceptibles d'exécuter les travaux ;
- 11 août 2003 : le siphon se désamorce partiellement (débit~35 l/s pour un niveau à -1,86 m) ;
- 14 août 2003 : réunion de terrain à Charavines ;
- 18 au 25 août 2003 : réalisation des travaux de curage ;
- 27 août 2003 : ouverture des vannes ;
- 16 octobre 2003 : arrêté préfectoral portant création de la commission locale de suivi des eaux du lac de Paladru

Le curage d'urgence était indispensable au redémarrage des industries en aval ainsi qu'à la santé des milieux liés à la Fure. Le curage réalisé a été significatif car les travaux préparatoires d'accès ont été importants (3 jours nécessaires). La réalisation du curage a été gênée administrativement par l'arrêté préfectoral de sécheresse du 25 juillet 2003.

#### **5.6.1.2 Etiage 2006-2007**

L'automne 2006 et l'hiver 2006-2007 ont été très secs ce qui a entraîné un étiage hivernal sévère. Vers mi-novembre 2006, le lac a atteint la cote -1,50 m, ce qui correspond à un niveau bas pour un mois de novembre (cote moyenne à -0,96 m). Le syndicat de la Fure a fermé quasiment complètement les vannes du lac de Paladru de mi-novembre à fin décembre. Le niveau a ainsi pu remonter de 10 cm.

A partir de mi-février le débit en sortie du lac a été ajusté à 500 l/s. Fin avril 2007 la situation était particulièrement critique avec un niveau à -1,32 m (moyenne à -0,45 m) alors qu'à cette époque le lac doit être au plus haut pour permettre la fraie du poisson et pour assurer le maintien des roselières. En outre, un lac aussi bas en début de printemps pouvait laisser envisager une situation critique pour la saison estivale à venir, semblable, voire pire, que celle de l'été 2003.

Le mois de mai 2007 ayant été très pluvieux, le lac est remonté de plus de 30 cm en l'espace d'un mois. Les mois suivants ayant été également assez pluvieux, la situation de crise que l'on craignait fin avril 2007 a pu être écartée.

### 5.6.2 Contenu du règlement de 1994

Les débits sont assujettis au niveau du Lac de Paladru de 2 façons différentes selon que la période est montante ou descendante.

La période montante débute entre octobre et février pour s'achever entre avril et juillet (hiver/printemps). La période descendante est définie comme la période complémentaire de la période montante (été/automne). Le changement de période est défini par une variation continue et significative de l'ordre de 10 centimètres sur une quinzaine de jours.

#### Débits ajustés en période montante

| Cote du Lac de Paladru par rapport au déversoir des vannes | Débit ajusté à l'exutoire du Lac de Paladru |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| >0,15 m                                                    | 2000 l/s*                                   |
| De 0,15 à 0,10                                             | 1500 l/s*                                   |
| De 0,10 à 0,05                                             | 1300 l/s*                                   |
| De 0,05 à -0,10                                            | 1300 l/s                                    |
| De -0,10 à -0,30                                           | 1000 l/s                                    |
| De -0,30 à -0,80 m                                         | 800 l/s                                     |
| De -0,80 à -1,70 m                                         | 600 l/s                                     |
| < -1,70 m                                                  | 500 l/s                                     |

#### Débits ajustés en période descendante

| Cote du Lac de Paladru par rapport au déversoir des vannes | Débit ajusté à l'exutoire du Lac de Paladru |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| >0,15 m                                                    | 2000 l/s*                                   |
| De 0,15 à 0,10                                             | 1500 l/s*                                   |
| De 0,10 à 0,05                                             | 1300 l/s*                                   |
| De 0,05 à -0,05                                            | 1300 l/s                                    |
| De -0,05 à -0,80 m                                         | 800 l/s                                     |
| De -0,80 à -1,70 m                                         | 600 l/s                                     |
| < -1,70 m                                                  | 500 l/s                                     |

\*Débit ajusté aux vannes sans prise en compte du siphon. Le débit du siphon est de l'ordre de 300 l/s lorsque le niveau du lac est proche du niveau zéro.

Le règlement de 1994 est présenté sous forme d'un graphique en annexe n°7. Le règlement de 1994 prévoyait la convocation exceptionnelle d'une commission de suivi par le Préfet lorsque le niveau du Lac de Paladru atteignait la cote de -1,70 mètres par rapport au niveau du déversoir, et à chaque fois que ce dernier l'estimait utile en regard des conditions climatiques.

En réalité, en dessous de la cote -3,00 mètres, le canal de la Fure n'est plus alimenté au niveau des buses de l'ouvrage de la RD 50. Lorsque le canal est envasé ce niveau limite d'alimentation du canal se situe à une cote supérieure (-1,90 m en 2003). Les apports à la Fure sont alors assurés uniquement par le siphon de soutirage, le débit étant limité à 200-240 l/s.

Lorsque le niveau du Lac de Paladru, devient inférieur à la cote -2,50 m sous la crête du déversoir, le siphon de soutirage commence à se désamorcer et la Fure n'est plus du tout alimentée.

### 5.6.3 Principe de calcul des cotes du lac suite à l'application stricte des règlements

Afin d'étudier la validité du projet de règlement de 1994, nous avons recalculé les cotes du lac durant ces dernières années (2002-2006) en considérant un ajustement des débits à l'exutoire du Lac de Paladru conforme au règlement. Pour cela, nous avons eu recours à la formule suivante :

$$Z'_j = Z'_{j-1} + (Z_j - Z_{j-1}) + (Q_j - Q'_j) * \frac{24 * 3600}{S}$$

Avec :

- $Z'$  : cote du lac recalculée (m) ;
- $Z$  : cote du lac observée (m) ;
- $Q'$  : débit du règlement de 1994 ( $m^3/s$ ) ;
- $Q$  : débit observé ( $m^3/s$ ) ;
- $j$  : jour considéré ;
- $j-1$  : veille du jour considéré ;
- $S$  : superficie du Lac de Paladru ( $m^2$ ).

La hauteur calculée ( $Z'_j$ ) fait intervenir les hauteurs constatées historiquement ( $Z_j$  et  $Z_{j-1}$ ) intégrant les apports pluviaux et les pertes par évaporation.

Les cotes du Lac de Paladru ont été également recalculées en considérant l'application stricte règlement de 1866. On est ainsi en mesure de comparer les modes de gestion du Lac de Paladru induits par le projet de 1994 et le règlement de 1866.

### 5.6.4 Analyse pour les années 2002-2003

Les années 2002 et 2003 ont été marquées par deux épisodes extrêmes :

- un épisode de crue en novembre 2002 (niveau du lac à +35 cm et débit de pointe à 8  $m^3/s$ ) ;
- un épisode de sécheresse durant l'été 2003 (niveau du lac à - 1,90m et apports d'eau à la Fure uniquement par le siphon ~ 240 l/s durant le mois d'août).

Les graphiques ci-dessous présentent l'évolution des cotes du Lac de Paladru historiques et recalculées d'après le projet de règlement de 1994 et le règlement de 1866, lors des années 2002 et 2003. Au regard de ces 2 graphiques, nous pouvons faire les remarques suivantes :

- Les cotes recalculées d'après le projet de 1994 et le règlement de 1866 strictement appliqué sont proches (moyenne des différences de cotes = 11 cm) ;
- L'application stricte du projet de règlement de 1994, ou du règlement de 1866, aurait conduit à un épisode de crue de même ampleur que celui observé en novembre 2002 ;
- Durant l'année 2003, l'application stricte de l'un ou l'autre des règlements aurait permis de limiter la chute du niveau du lac durant la période printanière (cote calculée supérieure de 80 cm en mai 2003 par rapport à la cote observée). Toutefois, la cote minimale atteinte aurait été identique (-1,90 mètres) pour le règlement de 1866 et le projet de 1994 avec malgré tout une période de très basses eaux plus réduite (30 jours en dessous de la cote -1,80 mètres au lieu de 100 jours historiquement).

Figure 39 : Cotes du Lac de Paladru historiques et recalculées de l'année 2002

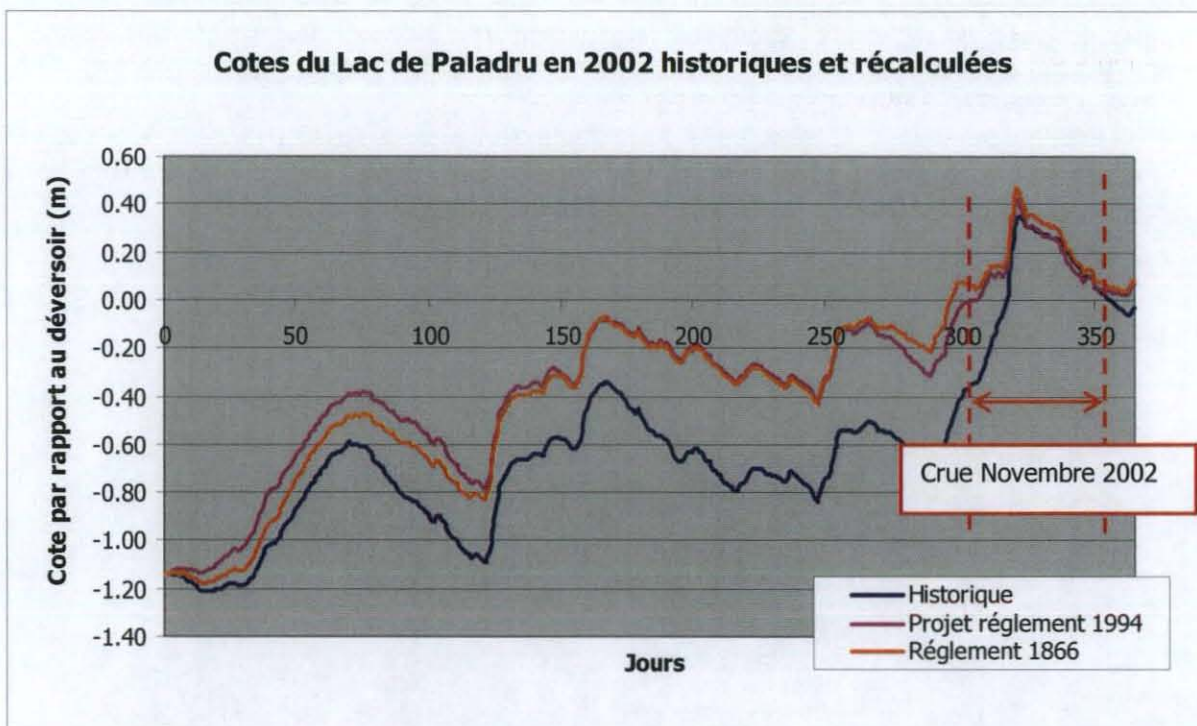
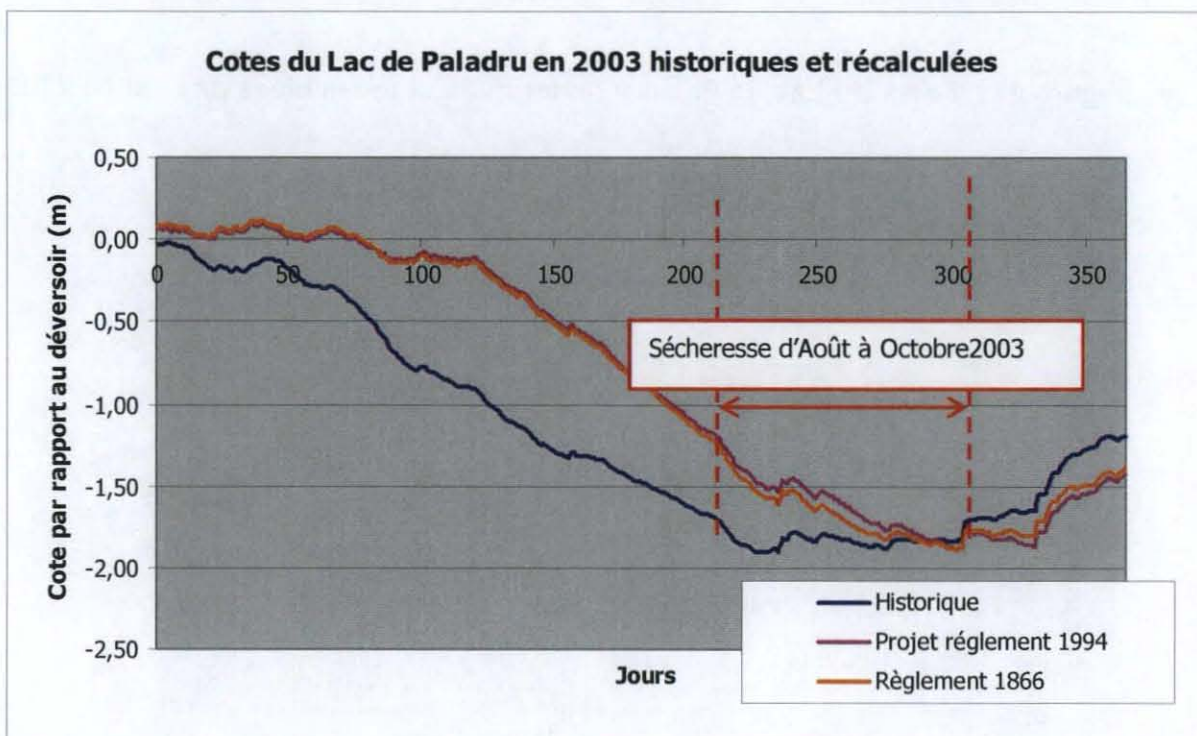


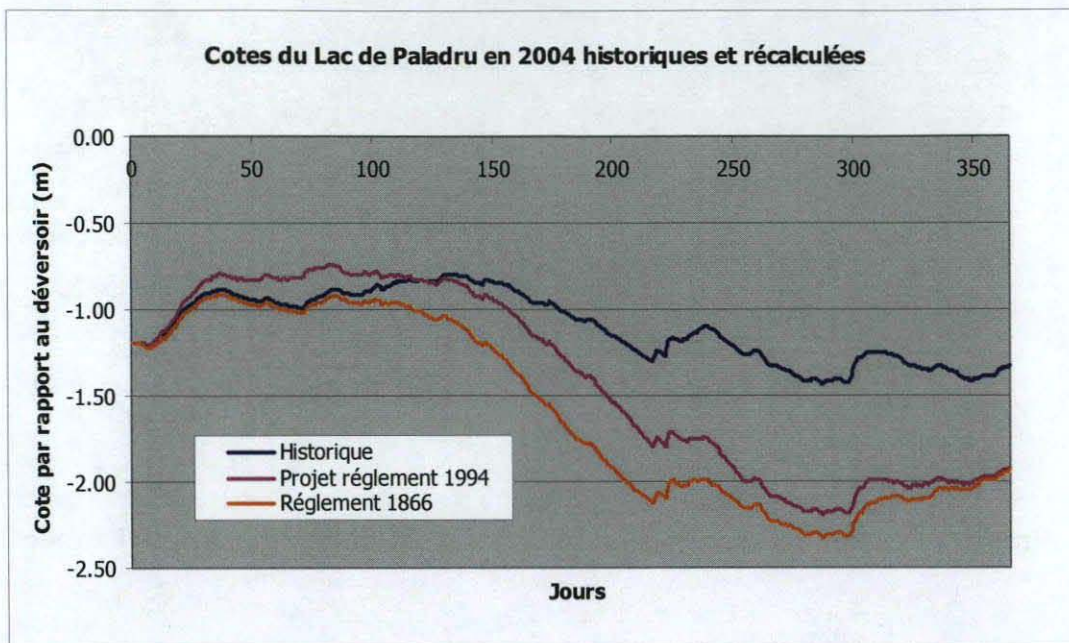
Figure 40: Cotes du Lac de Paladru historiques et recalculées de l'année 2003



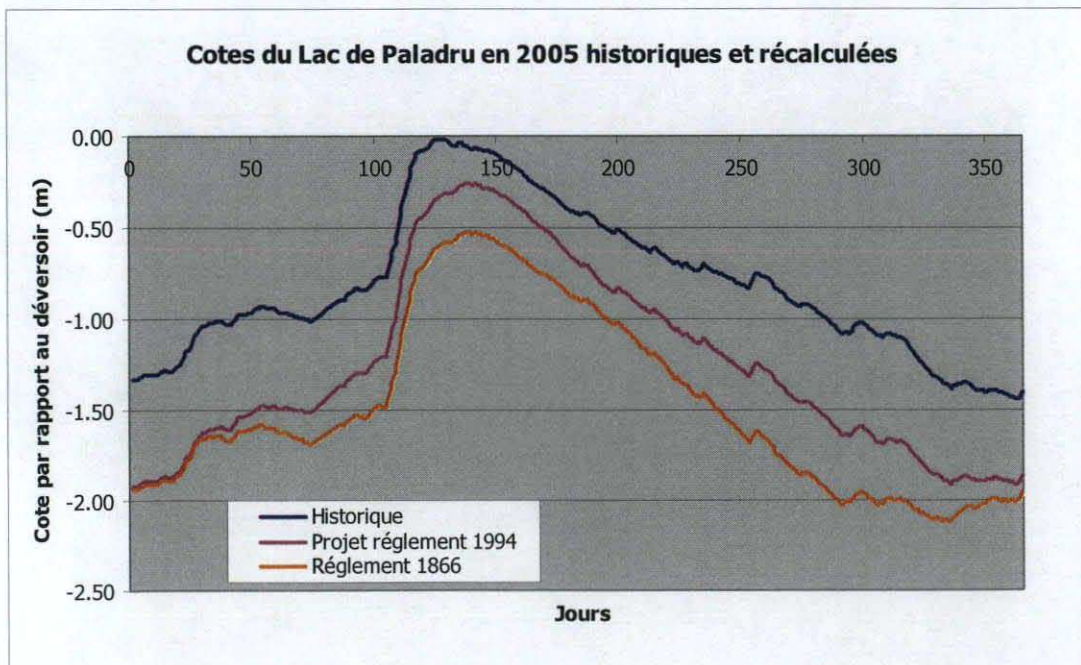
### 5.6.5 Analyse pour les années 2004-2006

Les graphiques ci-dessous présentent l'évolution des cotes du Lac de Paladru historiques et recalculées d'après le projet de règlement de 1994 et le règlement de 1866, lors des années 2004 à 2006. Une réinitialisation des cotes (cote calculée = cote historique) a été réalisée le 1<sup>er</sup> janvier 2004 et 2006 afin d'éviter une dérive trop importante faussant les comparaisons.

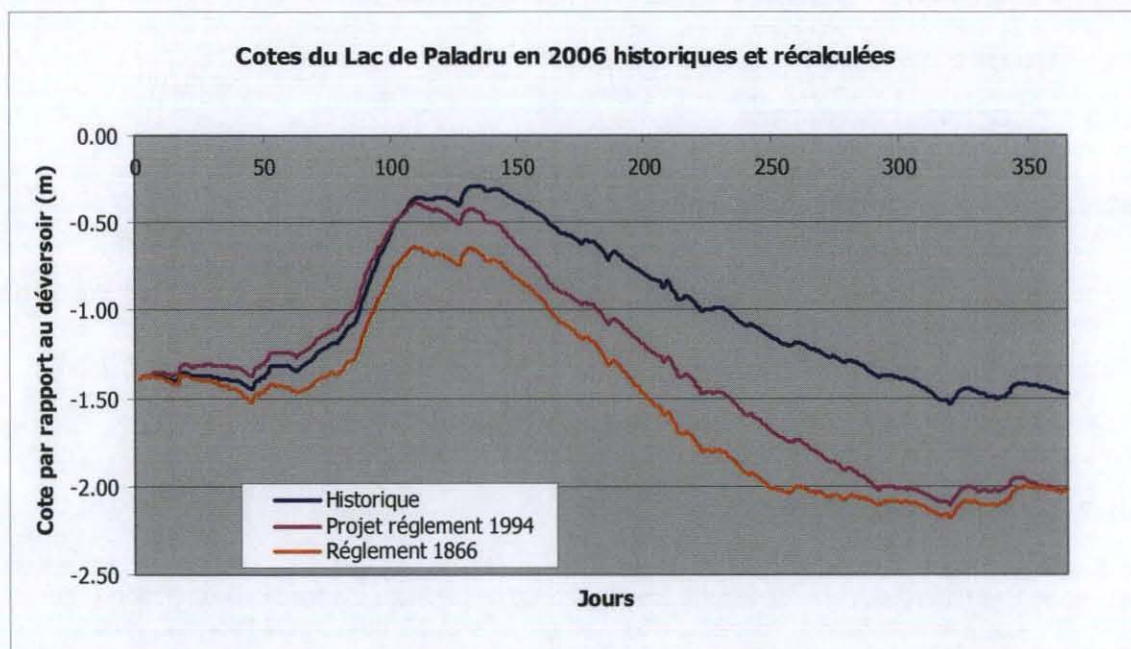
**Figure 41 : Cotes du Lac de Paladru historiques et recalculées au cours de l'année 2004**



**Figure 42 : Cotes du Lac de Paladru historiques et recalculées de l'année 2005**



**Figure 43 : Cotes du Lac de Paladru historiques et recalculées de l'année 2006**



Au regard de ces graphiques, nous pouvons faire les remarques suivantes :

- Les cotes recalculées d'après le projet de 1994 et le règlement de 1866 sont relativement proches. Le projet de règlement de 1994 permet de maintenir un niveau du lac légèrement plus haut que celui de 1866 (11 cm en moyenne) ;
- La cote du Lac de Paladru observée historiquement est de manière générale supérieure aux cotes recalculées par les règlements tout au long des années 2004, 2005 et 2006. En période estivale, la gestion réelle des vannes du Lac de Paladru a permis de maintenir le niveau du lac à une cote de 50 à 70 cm au-dessus des cotes recalculées suite à l'application stricte des règlements.

En conclusion :

- Suite aux événements liés au déstockage du lac effectué en début d'année 2003 et à l'étiage sévère de 2003, la gestion du Lac de Paladru s'est faite de manière très précautionneuse. Les débits ajustés ont été bien inférieurs aux débits définis par les règlements (1866 ou projet 1994). Cette gestion raisonnée des débits a permis d'éviter des épisodes similaires à 2003 lors des étés 2004, 2005 et 2006. L'application stricte des règlements aurait conduit, lors de ces étés, à un assèchement du canal d'alimentation de la Fure tel qu'en août 2003 ;
- L'application stricte des règlements (1866 ou projet 1994) ne conduit pas à une gestion satisfaisante du Lac de Paladru lors d'années présentant un déficit hydrique important tels que 2003, 2004, 2005 et 2006.

## 6 - Volet A2 – Qualité des milieux naturels

### 6.1 Qualité de l'eau

#### 6.1.1 Données existantes

La présente étude ne comprend pas d'investigation en matière de qualité de l'eau. Cette partie est donc rédigée à partir de différentes études récentes, qui sont les suivantes :

- Qualité physico-chimique de la Fure et de ses affluents (GAY Environnement, 2002) ;
- Réseau de suivi de la qualité des eaux des principaux cours d'eau du Pays Voironnais (GAY Environnement, 2004 et 2005) ;
- Etude Bilan de la qualité physico-chimique du Lac de Paladru (GAY Environnement, 2006) ;
- Evaluation de la qualité biologique du Lac de Paladru (UFRST Besançon, 2006) ;

#### 6.1.2 Description SEQ-Eau

Le Système d'Evaluation de la Qualité de l'eau des cours d'eau (SEQ Eau) analyse et permet de suivre l'altération des différents paramètres physico-chimiques. Le SEQ-Eau est fondé sur la notion d'altération. Les paramètres de même nature ou de même effet sont groupés en 26 altérations (d'après la version 2 de la grille d'évaluation, en date de Mars 2003) de la qualité de l'eau.

Mis en place en 1999, le SEQ-Eau est un outil national d'évaluation de la qualité de l'eau faisant appel à deux notions fondamentales :

- La notion d'altération : une altération représente un groupe de paramètres physico-chimiques de même nature ou de même effet sur le milieu (matières azotées ou matières phosphorées par exemple) ;
- La notion de fonction ou d'usage : relative à la vie biologique, l'alimentation en eau potable, les loisirs et sports aquatiques, l'abreuvement, l'irrigation ou l'aquaculture.

Pour chaque altération, le SEQ-Eau donne l'aptitude à chaque fonction ou usage d'après une grille d'évaluation prédéfinie. Les résultats sont retranscrits selon 5 classes d'aptitude : très bonne (classe bleue), bonne (classe verte), passable (classe jaune), mauvaise (classe orange) ou inaptitude (classe rouge). Chaque paramètre d'une altération fait l'objet de la définition d'un indice de qualité. L'indice calculé permet d'attribuer une classe de qualité pour tout paramètre d'une altération, et la qualité de l'eau pour chaque altération est déterminée par le paramètre le plus déclassant.

Chaque altération est définie par un indice de qualité compris entre 0 à 100 et une classe de qualité correspondant à une des 5 couleurs conventionnelles.

#### 6.1.3 Description SEQ-Bio

Le système d'évaluation de la qualité biologique des cours d'eau repose sur la notion d'indicateur biologique et permet d'évaluer l'intégrité biologique des cours d'eau et d'identifier des problèmes ou des phénomènes biologiques particuliers.

Les divers indicateurs intégrés au SEQ-Bio, opérationnels et validés, sont les suivants :

- IBGN : Indice Biologique Global Normalisé ;
- IBD : Indice Biologique Diatomique ;
- IOBS : Indice Oligochètes de Bio-indication des Sédiments fins.

|                               |            |
|-------------------------------|------------|
| RGr00050-01/A17843/CGrZ070296 |            |
| JD/FLA - XB - GBO             |            |
| 07/07/2009                    | Page : 118 |

L'IBGN repose sur la nature bio-indicatrice du peuplement de macro-invertébrés du fond des cours d'eau. Dans le cas de l'IBGN, le calcul de l'intégrité biologique tient compte de la référence naturelle du cours d'eau considéré. Il s'exprime par le rapport (exprimé en %) entre l'IBGN mesuré et l'IBGN de référence (ou théorique maximal).

**Tableau 30 : Qualité de l'eau – Classes de qualité et altérations du SEQ Eau**

| Indices  | Classes | Qualité       |
|----------|---------|---------------|
| 100 - 81 |         | Très bonne    |
| 80 - 61  |         | Bonne         |
| 60 - 41  |         | Passable      |
| 40 - 21  |         | Mauvaise      |
| 20 - 0   |         | Très mauvaise |

| Altérations                             | Paramètres                                                                                               |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Matières organiques et oxydables (MOOX) | O <sub>2</sub> dissous, %O <sub>2</sub> , DCO, DBO <sub>5</sub> , COD, NKJ, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> |
| Matières azotées (AZOT)                 | NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , NKJ, NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>                                         |
| Nitrates (NITR)                         | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>                                                                             |
| Matières phosphorées (PHOS)             | PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , Ptotal                                                                   |
| Particules en suspension (PAES)         | MES, transparence                                                                                        |
| Température                             | T°C                                                                                                      |
| Acidification                           | pH                                                                                                       |
| Effet des proliférations végétales      | Phytoplancton et Chlorophylle A                                                                          |

**Tableau 31: Qualité de l'eau – Classes de qualité du SEQ Bio**

| Ratio IBGN/IBGN de référence | Classes | Qualité de la biocénose |
|------------------------------|---------|-------------------------|
| 100 - 81                     |         | Très bonne              |
| 80 - 61                      |         | Bonne                   |
| 60 - 41                      |         | Passable                |
| 40 - 21                      |         | Mauvaise                |
| 20 - 0                       |         | Très mauvaise           |

## 6.1.4 Qualité des eaux de la Fure

### 6.1.4.1 Objectifs de qualité

Dans l'attente du futur SDAGE prévu pour 2009, les objectifs de qualité sont donnés par la carte départementale d'objectifs de qualité de novembre 1991. Les objectifs de qualité fixés à la Fure correspondent à la classe de qualité 1B sur l'ensemble de son cours (Gay Environnement, 2002).

### 6.1.4.2 Diagnostic Directive Cadre sur l'Eau (DCE)

Selon le diagnostic de la Directive Cadre sur l'Eau établi en 2003, la Fure n'atteindrait pas son bon potentiel écologique d'ici 2015. La qualité physico-chimique est estimée en 2015 à moyenne pour les matières azotées, les nitrates et les pesticides.

Les impacts hydromorphologiques sont estimés comme forts et la qualité biologique médiocre pour les invertébrés et moyenne pour les poissons d'ici 2015.

### 6.1.4.3 *Données des études Gay Environnement (2003, 2004, 2005)*

Un bilan de la qualité des eaux de la Fure est réalisé annuellement par Gay Environnement depuis 2003. La qualité physico-chimique et hydrobiologique des eaux de la Fure a été déterminée par l'application du SEQ-Eau (Système d'Evaluation de la Qualité de l'Eau) et du SEQ-Bio.

Six stations d'étude réparties le long de la Fure sont utilisées et deux campagnes de prélèvement sont réalisées annuellement (printemps et automne).

#### • **Qualité physico-chimique**

La qualité physico-chimique de la Fure apparaît globalement:

- « bonne » en amont des premiers ouvrages d'épuration du haut bassin versant (STEP Charavine, STEP Arjo Wiggins) ;
- « moyenne » sur la grande majorité de son parcours en raison d'une surcharge généralisée en nitrates et localisée en phosphore (à l'aval de Charavines) ou en matières azotées (à l'aval de Rives et Renage).

De manière plus précise :

- Directement à l'aval du Lac de Paladru, la qualité est « bonne ». Les seules perturbations constatées sont liées à l'origine lacustre des eaux, le mélange entre les eaux de surfaces et les eaux profondes étant variable ; en effet, en situation d'étiage, le débit du siphon soutire des eaux peu oxygénées du fond du lac ;
- En aval des stations d'épuration de la papeterie Arjo Wiggins et de Charavines (récupérant les eaux usées des communes du tour du lac), la qualité devient « moyenne ». Toutefois, le déclassement par les nitrites n'est qu'automnal (époque où la température de l'eau est relativement élevée : ~ 15°C) ;
- En amont de Rives, la qualité de la Fure est « moyenne » avec une surcharge chronique en nitrates ;
- En aval de Rives, la qualité « moyenne » se maintient avec comme paramètres déclassants les nitrates aux 2 périodes d'échantillonnage et les nitrites en été ;
- En amont et en aval de Fures à Tullins, la qualité reste « moyenne » avec les mêmes paramètres déclassants que précédemment.

#### • **Qualité hydrobiologique**

La qualité hydrobiologique sur la Fure est contrastée. Elle est globalement « bonne » en amont de Rives, puis devient « médiocre » à « mauvaise » en aval de cette agglomération.

De manière plus précise, le long du linéaire de la Fure :

- La qualité hydrobiologique de la Fure est « bonne » jusqu'aux ouvrages d'épuration de Charavines (STEP de la papeterie ARJO WIGGINS, STEP de Charavines) puis devient « médiocre » plus en aval ;
- En amont de Rives, la qualité de la biocénose progresse et devient « moyenne ». L'indice SEQ-Bio équivaut à la qualité « bonne » et souligne les fortes potentialités du milieu ;
- En aval de Rives, la qualité s'améliore encore et devient « bonne » ;
- En aval de Tullins, la qualité hydrobiologique se dégrade nettement. Le GFI (Groupe Faunistique Indicateur), très peu élevé, traduit une forte pollution du milieu. L'indice SEQ-Bio pour l'IBGN (Indice Biologique Global Normalisé) est moins pessimiste et correspond à la classe de qualité moyenne.

## • Micro pollution métallique

La qualité de la Fure vis à vis de la pollution toxique métallique est plutôt satisfaisante. Hormis une légère contamination par le cuivre, seuls quelques foyers de pollution métallique sont identifiés :

- Une pollution par le chrome apparaît en aval des aciéries de Bonpertuis, la qualité devenant alors moyenne ;
- En aval des papeteries Arjo Wiggins de Rives, l'apparition de zinc entraîne le déclassement en qualité moyenne ;
- En aval du site Revex, outre le zinc, une légère contamination au plomb apparaît ;
- En aval de Tullins-Fures, le niveau de qualité reste bon malgré la présence de métaux lourds à l'état de traces (cuivre, zinc, chrome et plomb).

### 6.1.4.4 Evolution de la qualité physico-chimique des eaux de la Fure

L'évolution interannuelle de la qualité physico-chimique des eaux de la Fure entre 2003 et 2005 est récapitulée dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 32 : Qualité physico-chimique des eaux de la Fure entre 2003 et 2005**

| Stations d'étude         | FURE 0300        | FURE 0700 | FURE 1300  | FURE 1600  | FURE 2100  | FURE 2400  |
|--------------------------|------------------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| <b>Qualité 2003</b>      | BONNE            | MOYENNE   | MOYENNE    | MOYENNE    | MOYENNE    | MOYENNE    |
| Altérations déclassantes | MOOX, AZOT, NITR | PHOS      | NITR       | MOOX, NITR | AZOT, NITR | NITR       |
| <b>Qualité 2004</b>      | BONNE            | MEDIOCRE  | MOYENNE    | MOYENNE    | MOYENNE    | MOYENNE    |
| Altérations déclassantes | NITR             | AZOT      | NITR       | NITR       | AZOT, NITR | NITR, PHOS |
| <b>Qualité 2005</b>      | BONNE            | MOYENNE   | MOYENNE    | MOYENNE    | MOYENNE    | MOYENNE    |
| Altérations déclassantes | MOOX, AZOT, NITR | AZOT      | AZOT, NITR | AZOT, NITR | AZOT, NITR | AZOT, NITR |

Globalement, la qualité physico-chimique des eaux de la Fure ne montre pas d'évolution sensible entre 2003 et 2005. La qualité reste « moyenne » sur la quasi-totalité du cours d'eau.

### 6.1.4.5 Evolution de la qualité hydrobiologique des eaux de la Fure

L'évolution interannuelle de la qualité hydrobiologique des eaux de la Fure entre 2003 et 2005 est récapitulée dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 33 : Qualité hydrobiologique des eaux de la Fure entre 2003 et 2005**

|                            | FURE 0300 | FURE 0700 | FURE 1300 | FURE 1600           | FURE 2100          | FURE 2400 |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------|---------------------|--------------------|-----------|
| <b>Qualité 2003</b>        | BONNE     | MOYENNE   | BONNE     | MEDIOCRE            | ABSENCE DE MESURES | MAUVAISE  |
| Paramètre(s) déclassant(s) | GFI       | GFI       | GFI       | GFI                 |                    | GFI       |
| <b>Qualité 2004</b>        | BONNE     | MEDIOCRE  | BONNE     | MEDIOCRE            |                    | MEDIOCRE  |
| Paramètre(s) déclassant(s) | GFI       | GFI       | GFI       | GFI                 |                    | GFI       |
| <b>Qualité 2005</b>        | BONNE     | MEDIOCRE  | MOYENNE   | BONNE               |                    | MEDIOCRE  |
| Paramètre(s) déclassant(s) | GFI       | GFI       | GFI       | GFI, Indice SEQ-Bio |                    | GFI       |

Les résultats obtenus conduisent aux observations suivantes :

- La qualité hydrobiologique se maintient à un niveau satisfaisant en aval du Lac de Paladru (FURE 0300), le niveau de qualité restant proche du référentiel naturel ;
- La qualité hydrobiologique reste à un niveau médiocre en aval des stations d'épuration du haut bassin versant (FURE 0700) et en aval de Tullins (FURE 2400), les flux polluants restant importants ;
- On observe une légère dégradation de la qualité hydrobiologique en amont de Rives ;
- La qualité hydrobiologique s'est améliorée très sensiblement en aval de Rives (FURE 1600). Cette progression est probablement due à une amélioration des performances épuratoires de l'ouvrage d'assainissement de Arjo-Wiggins Renage.

## **6.1.5 Qualité des eaux du Lac de Paladru**

### **6.1.5.1 Analyses ponctuelles réalisées en 1996-1997**

#### **Prélèvements et analyse de sédiments (Faivre-Pierret, 1997)**

Une série de prélèvements de sédiments a été réalisée au niveau de 3 roselières en octobre 1996 dans le but d'expliquer en partie la cause de la régression des roselières.

Les prélèvements réalisés sont les suivants :

- Prélèvement A1 : site Matheron (côté égoût)
- Prélèvement A2 : site Matheron (côté Piottin)
- Prélèvement B1 : site des fouilles de Charavines (niveau ponton)
- Prélèvement B2 : site des fouilles de Charavines (niveau limite des roselières)
- Prélèvement C1 : site Marais (bord roselière)
- Prélèvement C2 : site Marais (arbre mort)

Les observations suivantes ont été faites :

- Globalement, tous les échantillons ont des teneurs en métaux lourds inférieures ou proches de valeurs moyennes rencontrées habituellement dans des sédiments anciens ou récents. La disparition des roselières ne semble donc pas à première vue liée à la présence d'un excès de métaux lourds dans les sédiments lacustres ;
- Les teneurs en atrazine ( $\leq 5$  mg/kg) sont supérieures à la teneur moyenne des sédiments (0,15 mg/kg) ;
- Les teneurs en phosphore ( $\sim 750$  mg/kg) dans les sédiments ne sont pas en excès ;
- Les sédiments sont très riches en matières organiques.

#### **Analyse des eaux du ruisseau du Pin (Faivre-Pierret, 1997)**

La campagne de prélèvements et d'analyse réalisée en juin 1997 avait pour but de :

- Définir l'ordre de grandeur de la pollution du ruisseau du Pin ;
- Estimer l'influence des villages et hameaux traversés ;
- Estimer l'impact du milieu agricole (cultures, élevage).

Au total, 7 prélèvements ont été réalisés depuis la source du ruisseau du Pin jusqu'à son exutoire dans le Lac de Paladru.

|                               |            |
|-------------------------------|------------|
| RGr00050-01/A17843/CGrZ070296 |            |
| JD/FLA - XB - GBO             |            |
| 07/07/2009                    | Page : 122 |

Les résultats ont amené aux observations suivantes :

- Globalement, les eaux analysées se situent dans la classe 1B à 2 (qualité assez bonne à passable) ;
- Il existe une pollution bactérienne significative dans 2 échantillons résultant d'un élevage de porcs (pont du Marais et pont de Brézin) ;
- La demande chimique en oxygène (DCO) est maximale en sortie de l'étang du Viviers et de l'étang près de la RD 50 (19 et 23 mg/l) ce qui traduit la présence d'une quantité non négligeable de composés organiques ou de sels minéraux oxydables ;
- La demande biochimique en oxygène (DBO5) est faible (entre 1 et 4 mg/l), ce qui signifie une pollution organique biodégradable très faible ;
- Les teneurs en phosphates sont à un niveau moyen à faible (0,03 à 0,18 mg/l) ;
- Les teneurs en nitrates sont nulles à l'amont et augmentent au fur et à mesure de l'accroissement du bassin versant (jusqu'à 21 mg/l) témoignant de la pollution apportée par le milieu agricole.

#### **6.1.5.2 Bilan de la qualité physico-chimique (GAY Environnement, 2006)**

##### **• Description de la méthode**

La méthode dite de « diagnose rapide des plans d'eau » (selon un protocole mis au point en 1990 et adapté en 2003 au CEMAGREF Lyon) a été mis en œuvre afin de :

- Mieux approcher le niveau trophique réel du plan d'eau, en identifiant les différents problèmes rencontrés ;
- Répondre aux craintes exprimées quant à la réelle qualité du milieu, en étudiant la qualité physico-chimique des différents compartiments du système et en déterminant l'évolution de cette qualité par comparaison avec les données antérieures.

##### **• Observations**

Les campagnes de mesures réalisées en 2006, ont conduit aux observations suivantes :

- La transparence est assez élevée (transparence qualifiée de « très bonne » selon les grilles de qualité du SEQ Plan d'eau). La zone euphotique (zone où la lumière pénètre) s'étend sur près de 2/3 de la lame d'eau ;
- La stratification thermique estivale se met en place dès le printemps (thermocline entre 10 et 15 m de profondeur). Le mélange naturel des eaux débute à l'automne du fait du refroidissement des eaux en surface, mais ce mélange peut ne pas se produire en cas d'absence combinée de températures froides et de vents (cas de l'hiver 2006-2007) ;
- Les températures dépassent les 20°C en surface en période estivale et début d'automne. Ces hautes températures peuvent constituer un paramètre limitant le développement de certaines espèces de poissons (ex : salmonidés) ;
- La distribution de l'oxygène dissous est hétérograde du printemps jusqu'au début de l'automne. L'épilimnion (couche supérieure du Lac) est saturé du fait de la forte intensité de l'activité photosynthétique. Sur les 5 derniers mètres, les teneurs en oxygène sont faibles en été et début d'automne (~ 2 mg/l). La distribution de l'oxygène dissous est relativement homogène en hiver avec une saturation dans toute la profondeur du Lac de Paladru ;

- Les teneurs en composés azotés et phosphorés sont modérées à l'exception des nitrates (1,2 à 1,7 mg N/l) ;
- Sur la majeure partie du plan d'eau, le rapport azote minéral sur orthophosphates indique que le phosphore est le facteur limitant. La situation n'est donc pas alarmante vis-à-vis d'une éventuelle prolifération des Cyanophycées ;
- Les résultats des analyses physico-chimiques des sédiments indiquent que leur qualité est globalement satisfaisante (pas de teneur excessive en nutriments détectés). Les capacités de minéralisation de la matière organique par les sédiments semblent satisfaisantes.

## • Conclusions

Les différents indices physico-chimiques et biologiques du protocole de « Diagnose rapide » ont permis de déterminer le niveau trophique du Lac de Paladru. En conclusion, le niveau trophique réel du Lac de Paladru peut être considérée en 2006 comme mésotrophe, c'est-à-dire que la production trophique est moyenne, ou, en d'autres termes, que le milieu est moyennement riche en éléments nutritifs utilisables et donc moyennement sensible à l'eutrophisation.

Malgré les difficultés de comparaison de l'étude 2006 avec les études antérieures (différences des protocoles d'investigation et méthodes d'analyse), la qualité physico-chimique du Lac de Paladru semble s'être améliorée. Les efforts réalisés en matière de collecte des eaux usées pourraient avoir eu un effet sur les composés phosphorés (les composés azotés, notamment nitrates, restant toujours très élevés). La pollution résiduelle s'explique essentiellement par les pollutions agricoles diffuses.

### **6.1.5.3 Evaluation de la qualité biologique du Lac de Paladru (UFRST, 2006)**

#### • Description de la méthode

A la demande de la Fédération de Pêche et de Protection des Milieux Aquatiques de l'Isère, la capacité biogène du Lac de Paladru a été évaluée par l'Indice Biologique Lacustre (IBL), méthode basée sur l'analyse des macro invertébrés vivant dans les sédiments. La méthode repose sur le phénomène de régression de la richesse faunistique avec la profondeur et présente un protocole d'échantillonnage reproductible.

#### • Résultats et conclusions

Le Lac de Paladru, avec un IBL de près de 17/20, est un lac à forte capacité biogénique. Il est caractérisé par un fort potentiel trophique en relation avec une forte minéralisation de ses eaux et l'absence de perturbation majeure de la zone littorale.

Actuellement, le Lac de Paladru est caractérisée par une zone littorale très propice au développement d'un peuplement macrobenthique à la fois riche et dense et présentant des taxons sensibles à d'éventuelles perturbations. Ce résultat pourrait être le signe d'une amélioration des conditions mésologiques en zone littorale si l'on se réfère aux résultats d'études précédentes (CEMAGREF, 1988).

En revanche, le Lac de Paladru semble produire de la matière organique en quantité supérieure à sa capacité d'assimilation. Ce dysfonctionnement trophique souligne la fragilité du Lac et l'importance d'identifier et de limiter tous les types d'apports extérieurs (matières organiques et nutriments).

## 6.2 Milieux naturels du Lac de Paladru et de ses affluents

### 6.2.1 Le fonctionnement physique du Lac de Paladru

Contrairement au constat que tout observateur peut faire depuis la berge, les eaux d'un lac sont mobiles. Cette mobilité s'exprime dans toutes les dimensions sous les actions conjuguées de la température et du vent. Les caractéristiques géométriques et climatiques du Lac de Paladru, considéré comme un lac tempéré, ne le font pas déroger à la règle.

Millon (1951) donne deux exemples de température dans une colonne d'eau du lac.

| Profondeur d'eau (m) | 19 août | 27 septembre |
|----------------------|---------|--------------|
| 0                    | 20,3°C  | 17,9°C       |
| 5                    | 19,5°C  | 17,8°C       |
| 10                   | 14,8°C  | 17,7°C       |
| 15                   | 7,1°C   | 9,5°C        |
| 20                   | 6,2°C   | 6,7°C        |
| 25                   | 6,0°C   | 5,9°C        |
| 30                   | 5,6°C   | 5,7°C        |

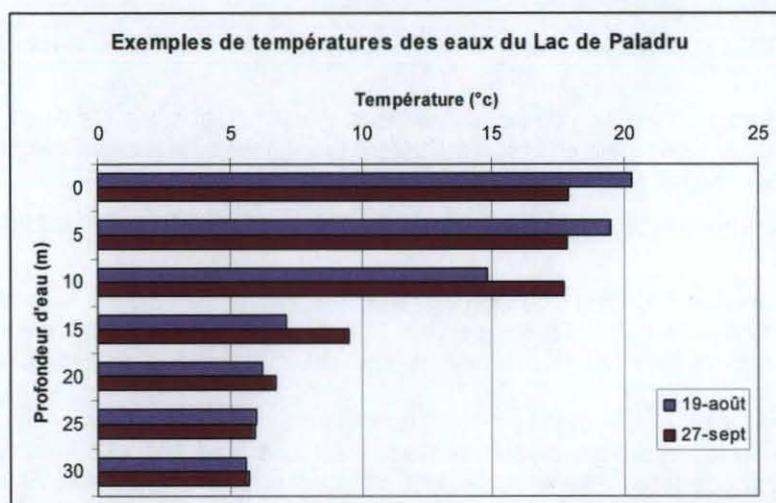
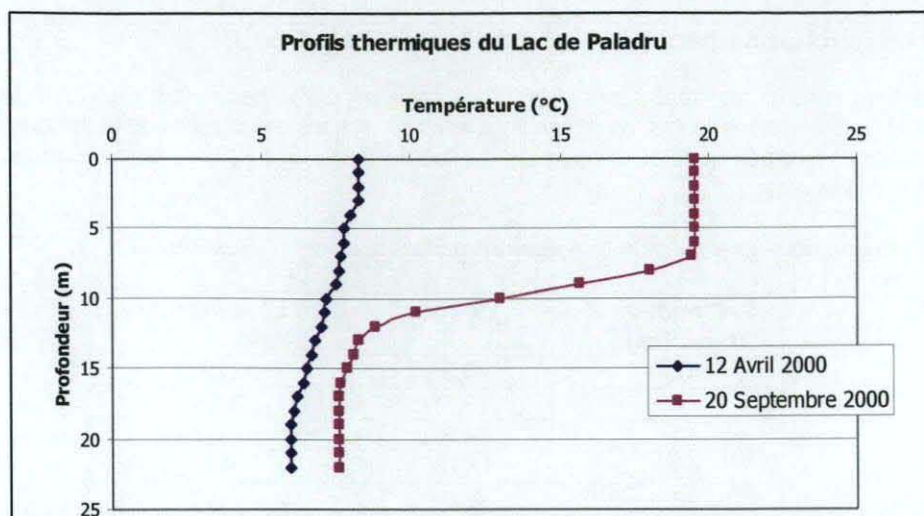


Figure 44 : Exemples de colonne de température du Lac de Paladru

L'Etude Gay Environnement sur la qualité physico-chimique du Lac de Paladru (Gay Environnement, 2006) compile l'ensemble des profils thermiques réalisés depuis 1975 dans le Lac de Paladru. 2 profils thermiques, du 12 Avril 2000 et du 20 Septembre 2000 sont présentés ci-dessous. La stratification thermique est nette en fin d'été alors que la température est assez homogène sur toute la colonne d'eau en début de printemps (phénomène de brassage hivernal).



**Figure 45 : Exemples de profils thermiques du Lac de Paladru**

Ces exemples mettent en évidence la présence de 2 couches thermiques différentes, séparées par un « saut thermique » :

- **L'épilimnion** forme la couche superficielle (0-10 m) que les conditions de surface peuvent modifier : réchauffement en été, refroidissement en hiver ; les espèces piscicoles de cyprinidés sont présentes dans cette couche ;
- **Le métalimnion** constitue le saut thermique situé à environ 10 m de profondeur et d'une épaisseur de 2 à 5 m)
- **L'hypolimnion** forme la couche de profondeur (15 m et au-delà) où vivent de préférence les Ombles Chevalier et les Truites de Lac. Il faut un différentiel thermique et/ou des courants de surface entraînés par le vent pour que les eaux de cette couche soient renouvelées ;

Les actions combinées du vent et de la température produisent entre l'automne et l'hiver un « retournement » du lac : les eaux de surface deviennent plus froides et plus lourdes et rejoignent le fond grâce à des courants de retour. Ce retournement est d'autant plus marqué que les températures de début d'hiver seront froides et que les vents d'automne seront forts.

Ce fonctionnement naturel a son importance par rapport au cycle biologique : un « retournement du lac » favorise l'oxygénation des eaux de profondeur, ce qui est favorable aux Ombles Chevalier et aux Truites. Par ailleurs, il permet de redistribuer le stock de polluants accumulés dans le lac, comme les nutriments qui trouvent leur origine dans les fertilisants agricoles et les eaux usées domestiques. Ainsi, après un bon « retournement du lac », la prolifération du phytoplancton, des algues et donc les phénomènes d'eutrophisation sont limités.

L'hiver 2006-2007 a été très défavorable par rapport à ce cycle puisque l'automne a été dépourvu de vent et l'hiver a été doux. Le lac ne s'est donc pas « retourné » et les phénomènes d'eutrophisation se sont développés dès le printemps qui a été très chaud et ensoleillé.

A contrario, l'hiver froid de 2005-2006 a certainement permis un bon « retournement » du lac, ce qui a peut-être masqué des phénomènes d'eutrophisation potentiels, non décelés dans l'étude GAY Environnement qui a qualifié le lac de « mésotrophe » (moyennement riche en nutriments).

## 6.2.2 Les habitats du Lac de Paladru

### 6.2.2.1 L'état des berges du lac

Les relevés de terrain des berges du Lac de Paladru ont été réalisés le 12 avril 2007 à partir d'une embarcation. Le niveau du lac était bas pour la saison (-1,13 m) et correspondait plutôt à une situation estivale. Ce niveau a permis de bien diagnostiquer l'état des berges et notamment les secteurs d'affouillement des talus naturels. Les résultats sont cartographiés sur les Cartes 14-1 et 14-2 à l'échelle 1/10 000 (précision : 50 m).

Le tableau suivant résume les types de berges du lac :

**Tableau 34 : Répartition des types de berge par commune**

|                                 | Linéaires (ml) |              |              |              |            | TOTAL         | Taux        |
|---------------------------------|----------------|--------------|--------------|--------------|------------|---------------|-------------|
|                                 | Charavines     | Bilieu       | Montferrat   | Paladru      | Le Pin     |               |             |
| <b>Berges naturelles</b>        | <b>1 960</b>   | <b>940</b>   | <b>2 090</b> | <b>770</b>   | <b>300</b> | <b>6 060</b>  | <b>50%</b>  |
| dont roselières                 | 860            | 440          | 930          | 680          | 190        | 3 100         | 25%         |
| dont berges restaurées          | 300            |              |              |              |            | 300           | 2%          |
| dont berges boisées / enherbées | 800            | 500          | 930          | 40           | 110        | 2 380         | 20%         |
| dont berges érodées             |                | 140          | 680          | 180          |            | 1 000         | 42%         |
| <b>Berges artificialisées</b>   | <b>740</b>     | <b>1 570</b> | <b>460</b>   | <b>2 800</b> | <b>530</b> | <b>6 100</b>  | <b>50%</b>  |
| dont plages                     | 370            |              | 230          | 50           |            | 650           | 5%          |
| dont mur de soutènement         | 370            | 1 290        | 130          | 1 950        | 530        | 4 270         | 35%         |
| dont enrochements               |                | 280          | 100          | 800          |            | 1 180         | 10%         |
| <b>TOTAL</b>                    | <b>2 700</b>   | <b>2 510</b> | <b>2 550</b> | <b>3 570</b> | <b>830</b> | <b>12 160</b> | <b>100%</b> |
| <b>Taux</b>                     | <b>22%</b>     | <b>21%</b>   | <b>21%</b>   | <b>29%</b>   | <b>7%</b>  | <b>100%</b>   |             |

Les berges du lac sont globalement très artificialisées puisque 50% du périmètre est aménagé en mur de soutènement (35%), en talus enroché (10%) ou en plage (5%). Les communes de Paladru (2 800 ml) et de Bilieu (1 570 m) se démarquent avec des littoraux très aménagés et un habitat proche du lac.

Les berges naturelles représentent 50% du périmètre total. Ces berges naturelles sont réparties presque équitablement entre les roselières (25%) et les berges boisées / enherbées (22%). Les communes de Montferrat (2 090 ml) et de Charavines (1 960 ml) se distinguent pour ce type de littoral. Sur le linéaire de berge boisées / enherbées (2 380 ml), 34% (1 000 ml) subissent des phénomènes d'érosion.

A noter enfin que 300 ml de berge ont été restaurés, dans le cadre du Contrat de Bassin Paladru-Fure, en 2003-2004 au lieu-dit Boutelière sur la commune de Charavines. Cet aménagement peut être qualifié d'exemplaire pour le bassin versant de la Fure et du Lac de Paladru, du fait son caractère quasi unique à l'échelle du bassin.

### 6.2.2.2 Les roselières

#### • Statuts de protection

Les roselières du Lac de Paladru sont réparties sur 5 sites répartis sur tout le pourtour du lac (cf. carte 13-1)  
Les sites majeurs d'implantation des roselières se localisent:

- Dans le marais de la Véronnière (à l'extrémité nord du lac) ;
- Sous la Combe Oursière (nord du lac)
- Vers Verney (au nord-est du lac) ;
- Vers le Pré d'Ars (au sud-ouest du lac) ;
- Vers Charavines ;

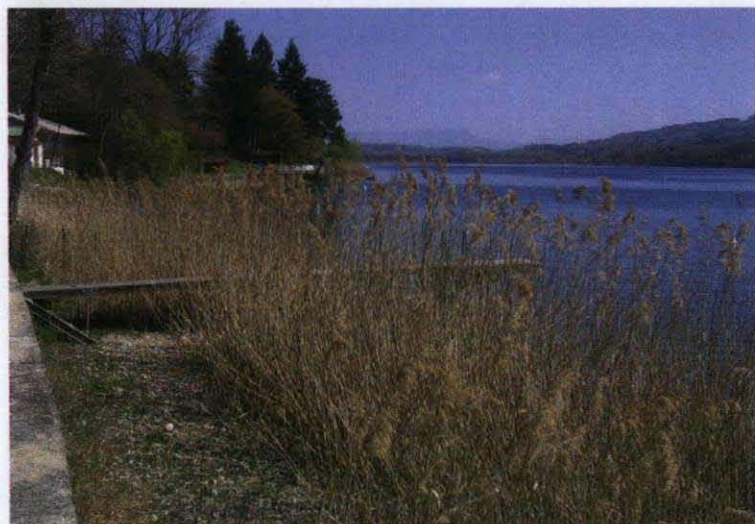
Comme il a été mentionné précédemment les sites d'implantation des roselières sont protégées par un APPB pris en 1984. La gestion des roselières et la maîtrise foncière sont assurées par la Société Civile Immobilière du Lac de Paladru et par les riverains directement concernés.

#### • Biologie et rôle des roselières

Les roselières sont un milieu complexe qui ne peut être résumé aux seuls phragmites. En conditions de développement optimale, on peut observer le développer la gradation suivante de la berge au fond du lac, que Millon avec déjà décrit en 1951 :

| Situation                       | Cote altimétrique par rapport au déversoir (cote 0) | Espèces théoriques présentes                       |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| 1. Berge exondée :              | > 0                                                 | phragmites, laïche, carex, iris, cresson, etc.     |
| 2. Talus inondé temporairement  | -1,50 à 0,00 m                                      | phragmites, joncs, scirpes                         |
| 3. Talus inondé en permanence : | -6,00 à -1,50 m                                     | nénuphars, renouée amphibie, potamots, myriophylle |
| 4. Talus inondé profonds :      | -10,00 à -6,00 m                                    | charagnes                                          |

Le Phragmite ou Roseau phragmite (*Phragmites australis*) est une espèce dite héliophyte, c'est-à-dire qui réalise une partie au moins de son cycle de vie en aérien au dessus du niveau de l'eau, contrairement aux plantes dites hydrophytes pour lesquelles le cycle est entièrement aquatique. Le Phragmite peut constituer de vastes étendues appelées roselières. Cette espèce peut s'adapter à différentes hauteurs de la lame d'eau contrairement à la Grande massette (*Typha latifolia*) ou au Scirpe lacustre (*Schoenoplectus lacustris*) qui souvent l'accompagnent et demandent davantage d'eau.



***Phragmites australis***

- a. Aspect de la plante et du rhizome
- b. Épillet
- c. Fleuron

Source : Crow et Hellquist, 2000

**Figure 46 : *Phragmites* au bord du Lac de Paladru**