

Barrage de Chancy-Pougny

**MANŒUVRES D'ACCOMPAGNEMENT DES
ABAISSEMENT PARTIELS ET DES
DRAGAGES DE LA RETENUE DE VERBOIS
Période 2016-2026**



Dossier d'étude d'impact sur l'environnement – Tome 1

Présentation du scénario de gestion

Etude des caractéristiques physiques et du milieu humain

SOMMAIRE

| | |
|---|-----------|
| SOMMAIRE | 2 |
| PRESENTATION DU DOSSIER..... | 7 |
| 1 INTRODUCTION | 8 |
| 2 CADRE LEGISLATIF ET REGLEMENTAIRE | 10 |
| 2.1 CADRE LEGISLATIF ET REGLEMENTAIRE SUISSE | 10 |
| 2.2 CADRE LEGISLATIF ET REGLEMENTAIRE FRANÇAIS | 10 |
| 2.2.1 <i>Analyse des impacts</i> | 11 |
| 2.2.2 <i>Enquête publique</i> | 11 |
| 2.2.3 <i>Espèces protégées</i> | 11 |
| 2.3 CADRE LEGISLATIF ET REGLEMENTAIRE INTERNATIONAL | 12 |
| 3 RAPPEL DES ENJEUX ET OBJECTIFS DU TRANSIT SEDIMENTAIRE | 13 |
| 3.1 RAPPELS SUR LE TRANSIT SEDIMENTAIRE DU HAUT-RHONE..... | 13 |
| 3.1.1 <i>Sur le Rhône genevois</i> | 13 |
| 3.1.2 <i>Sur le Haut-Rhône français</i> | 13 |
| 3.2 SYNTHÈSE HISTORIQUE DES VIDANGES-CHASSES..... | 14 |
| 3.2.1 <i>Sur le Rhône genevois</i> | 14 |
| 3.2.2 <i>Sur le Haut-Rhône français</i> | 15 |
| 3.3 EXPOSITION DE LA VILLE DE GENEVE AUX INONDATIONS..... | 18 |
| 3.4 SYNTHÈSE DES ENJEUX LIÉS AU TRANSIT SEDIMENTAIRE | 18 |
| 3.4.1 <i>Sur le Rhône genevois</i> | 18 |
| 3.4.2 <i>Sur le Haut-Rhône français</i> | 19 |
| 3.5 OBJECTIFS-CADRES DE LA GESTION SEDIMENTAIRE | 19 |
| 4 PRESENTATION DU SCENARIO DE GESTION SEDIMENTAIRE ENVISAGE A CHANCY-POUGNY ENTRE 2016 ET 2026 | 21 |
| 4.1 COMITE TECHNIQUE (COTECH) FRANCO-SUISSE DE REFLEXION SUR LA GESTION SEDIMENTAIRE..... | 21 |
| 4.2 GESTION SEDIMENTAIRE 2016-2026 DE LA RETENUE DE VERBOIS..... | 22 |
| 4.2.1 <i>Accompagnement des crues d'Arve</i> | 22 |
| 4.2.2 <i>Abaissements partiels de la retenue de Verbois</i> | 23 |
| 4.2.3 <i>Dragages ponctuels</i> | 23 |
| 4.3 ACCOMPAGNEMENT PAR CHANCY-POUGNY DU TRANSIT SEDIMENTAIRE LORS DES CRUES DE L'ARVE..... | 23 |
| 4.4 ACCOMPAGNEMENT PAR CHANCY-POUGNY DES ABAISSEMENTS PARTIELS DE LA RETENUE DE VERBOIS | 24 |
| 4.5 DRAGAGES DE LA RETENUE DE CHANCY-POUGNY | 24 |
| 4.5.1 <i>Déplacement naturel des sédiments</i> | 25 |
| 4.5.2 <i>Dragages sur la retenue de Chancy-Pougny</i> | 26 |
| 5 ANALYSE DE L'ETAT INITIAL – CARACTERISTIQUES PHYSIQUES..... | 29 |
| 5.1 LOCALISATION DE LA ZONE D'ETUDE | 29 |
| 5.2 CONTEXTE CLIMATIQUE | 29 |
| 5.3 CONTEXTE GEOLOGIQUE | 30 |
| 5.3.1 <i>Géologie</i> | 30 |
| 5.3.2 <i>Morphologie</i> | 33 |
| 5.3.3 <i>Pédologie</i> | 33 |
| 5.4 CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE | 33 |
| 5.5 CONTEXTE HYDROLOGIQUE ET HYDRAULIQUE..... | 34 |
| 5.5.1 <i>Réseau hydrographique</i> | 34 |
| 5.5.2 <i>Hydrologie</i> | 35 |
| 5.6 CONTEXTE FLUVIO-MORPHOLOGIQUE ET TRANSPORT SOLIDE..... | 38 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 5.6.1 | <i>Granulométrie des sédiments apportés par l'Arve</i> | 38 |
| 5.6.2 | <i>Transport des matériaux fins de l'Arve</i> | 39 |
| 5.6.3 | <i>Transport des matériaux grossiers</i> | 39 |
| 5.6.4 | <i>Rythme de comblement des retenues genevoises et profil d'équilibre</i> | 40 |
| 5.6.5 | <i>Situation de comblement des retenues en mai 2016</i> | 42 |
| 5.6.6 | <i>Contexte fluvio-morphologique en aval de Chancy-Pougny</i> | 42 |
| 5.7 | QUALITE DES EAUX | 42 |
| 5.7.1 | <i>Masses d'eau (DCE & SDAGE)</i> | 43 |
| 5.7.2 | <i>Qualité des eaux de surface</i> | 44 |
| 5.7.3 | <i>Qualité des eaux souterraines</i> | 55 |
| 5.7.4 | <i>Conclusion sur la qualité des eaux superficielles et souterraines</i> | 56 |
| 5.8 | QUALITE DES SEDIMENTS | 57 |
| 5.8.1 | <i>Prélèvements de sédiments réalisés avant les opérations de 2012</i> | 57 |
| 5.8.2 | <i>Analyse de la qualité des sédiments pendant les opérations de 2012</i> | 60 |
| 6 | MILIEU HUMAIN | 61 |
| 6.1 | OCCUPATION DU SOL | 61 |
| 6.2 | URBANISME | 61 |
| 6.3 | AGRICULTURE ET PECHE PROFESSIONNELLE | 61 |
| 6.3.1 | <i>Agriculture</i> | 61 |
| 6.3.2 | <i>Pêche</i> | 63 |
| 6.4 | ACTIVITES INDUSTRIELLES | 63 |
| 6.4.1 | <i>Pompages industriels</i> | 63 |
| 6.4.2 | <i>Hydroélectricité</i> | 63 |
| 6.5 | CAPTAGES ET PRISES D'EAU | 64 |
| 6.5.1 | <i>Captages AEP</i> | 64 |
| 6.5.2 | <i>Captages Industriels et agricoles</i> | 64 |
| 7 | ANALYSE DES IMPACTS SUR LES CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES | 65 |
| 7.1 | IMPACTS SUR LA CLIMATOLOGIE | 65 |
| 7.2 | IMPACTS SUR LA GEOLOGIE, LA PEDOLOGIE ET L'HYDROGEOLOGIE | 65 |
| 7.2.1 | <i>Impacts sur la géologie</i> | 65 |
| 7.2.2 | <i>Impacts sur l'hydrogéologie</i> | 65 |
| 7.3 | IMPACTS SUR L'HYDROLOGIE ET L'HYDRAULIQUE | 66 |
| 7.3.1 | <i>Impacts sur les niveaux (abaissements des retenues)</i> | 66 |
| 7.3.2 | <i>Impacts sur les débits du Rhône (abaissements des retenues)</i> | 68 |
| 7.3.3 | <i>Evolution du niveau du lac Léman (abaissements des retenues)</i> | 69 |
| 7.4 | IMPACTS SUR LA QUALITE DES EAUX DE SURFACE | 72 |
| 7.4.1 | <i>Hypothèses de déstockage de la retenue de Verbois</i> | 72 |
| 7.4.2 | <i>Qualité de l'eau pendant l'accompagnement des opérations d'abaissements partiels</i> | 72 |
| 7.4.3 | <i>Qualité de l'eau pendant les dragages</i> | 75 |
| 7.5 | IMPACTS SUR LA QUALITE DES EAUX DE NAPPE | 80 |
| 7.6 | IMPACTS SUR LA FLUVIOMORPHOLOGIE ET LE TRANSPORT SOLIDE | 80 |
| 7.6.1 | <i>Accompagnement des opérations d'abaissement partiel de la retenue de Verbois</i> | 80 |
| 7.6.2 | <i>Modes de gestion sédimentaire complémentaires</i> | 85 |
| 7.7 | IMPACTS SUR LA QUALITE DES SEDIMENTS | 85 |
| 8 | MESURES D'EVITEMENT, REDUCTION, COMPENSATION DES IMPACTS CONCERNANT LES CARACTERISTIQUES PHYSIQUES | 87 |
| 8.1 | MESURES D'EVITEMENT | 87 |
| 8.2 | MESURES DE REDUCTION DES IMPACTS | 87 |
| 8.2.1 | <i>Maintien du transit sédimentaire</i> | 87 |
| 8.2.2 | <i>Maîtrise des taux de MES</i> | 87 |
| 8.3 | MESURES DE SUIVI DES CARACTERISTIQUES PHYSIQUES | 89 |
| 8.3.1 | <i>Suivi bathymétrique</i> | 90 |
| 8.3.2 | <i>Suivi de la qualité de l'eau</i> | 90 |
| 8.4 | MESURES DE COMPENSATION DES IMPACTS | 92 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 8.5 | CHIFFRAGE DES COUTS (MESURES DE REDUCTION, DE SUIVI ET DE COMPENSATION DES IMPACTS) | 93 |
| 9 | ANALYSE DES IMPACTS SUR LE PAYSAGE, LE PATRIMOINE ET LE MILIEU HUMAIN | 94 |
| 9.1 | IMPACTS SUR LE PAYSAGE | 94 |
| 9.2 | IMPACTS SUR LE PATRIMOINE | 94 |
| 9.3 | AGRICULTURE ET PECHE PROFESSIONNELLE | 94 |
| 9.4 | ACTIVITES INDUSTRIELLES | 95 |
| 9.5 | IMPACTS SUR LES RESEAUX DE COMMUNICATION | 95 |
| 9.6 | CAPTAGES ET PRISES D'EAU | 95 |
| 9.7 | LOISIRS | 95 |
| 9.7.1 | Pêche de loisirs | 95 |
| 9.7.2 | Activités nautiques | 96 |
| 9.7.3 | Impacts sur la baignade | 96 |
| 9.7.4 | Impacts sur le Véloroute et la randonnée pédestre | 96 |
| 9.8 | IMPACTS SUR LA SANTE HUMAINE | 96 |
| 10 | MESURES DE REDUCTION DES IMPACTS CONCERNANT LE MILIEU HUMAIN | 98 |
| 10.1 | SECURITE DES POPULATIONS | 98 |
| 10.2 | INFORMATION ET COMMUNICATION | 98 |
| 11 | SOLUTIONS DE SUBSTITUTION ETUDIEES | 100 |
| 11.1 | PRESENTATION SUCCINCTE DES SCENARIOS ETUDIES | 100 |
| 11.1.1 | Scénario V3 : Vidanges complètes triennales | 100 |
| 11.1.2 | Scénarios V5 ou V10 : Vidanges complètes quinquennales ou décennales | 101 |
| 11.1.3 | Scénario AC : Abaissements lors des crues d'Arve | 101 |
| 11.1.4 | Scénario C : Accompagnement des crues d'Arve | 102 |
| 11.1.5 | Scénario A1 : Abaissements partiels annuels avec gestion coordonnée des taux de MES | 103 |
| 11.1.6 | Scénario A3 : Abaissements partiels biennaux à triennaux, gestion coordonnée taux MES | 103 |
| 11.1.7 | Scénario M : Gestion mixte | 104 |
| 11.1.8 | Scénario D : Dragage continu | 105 |
| 11.1.9 | Scénario P : Gestion passive | 106 |
| 11.1.10 | Synthèse sur les concentrations en MES maximales | 107 |
| 11.2 | METHODOLOGIE UTILISEE POUR L'EVALUATION DES SCENARIOS | 108 |
| 11.2.1 | Découpage du Rhône | 108 |
| 11.2.2 | Évaluation environnementale | 109 |
| 11.2.3 | Évaluation économique coûts directs | 109 |
| 11.2.4 | Évaluation économique pour les tiers | 109 |
| 11.2.5 | Évaluation des risques induits | 109 |
| 11.2.6 | Évaluation de la faisabilité technique | 109 |
| 11.3 | ÉVALUATION DES MODES DE GESTION SEDIMENTAIRE | 110 |
| 11.4 | ANALYSE DE LA PERIODE DE REALISATION DES OPERATIONS DE GESTION SEDIMENTAIRE | 110 |
| 11.4.1 | Aspects écologiques | 110 |
| 11.4.2 | Aspects hydrologiques | 111 |
| 11.4.3 | Conclusions | 112 |
| 11.5 | SYNTHESE DE L'EVALUATION ENVIRONNEMENTALE DES SCENARIOS POUR LE RHONE GENEVOIS | 112 |
| 11.5.1 | Impacts sur la faune aquatique | 112 |
| 11.5.2 | Impacts sur l'avifaune | 113 |
| 11.5.3 | Impacts globaux sur les milieux riverains | 114 |
| 11.5.4 | Impacts sur les castors | 114 |
| 11.5.5 | Synthèse de l'évaluation | 114 |
| 11.6 | JUSTIFICATION DU SCENARIO DE GESTION MIXTE PROPOSE | 117 |
| 12 | COMPATIBILITE DU SCENARIO DE GESTION SEDIMENTAIRE AVEC LE SDAGE ET LA DCE | 118 |
| 13 | ANALYSE DES METHODES UTILISEES, DESCRIPTION DES DIFFICULTES RENCONTREES | 122 |
| 13.1 | METHODES UTILISEES | 122 |
| 13.1.1 | Hydraulique fluviale | 122 |

| | | |
|----------------------------|-------------------------------|------------|
| 13.1.2 | <i>Milieu naturel</i> | 122 |
| 13.2 | DIFFICULTES RENCONTREES | 123 |
| BIBLIOGRAPHIE | | 124 |
| ANNEXES | | 126 |

Tables des figures

| | |
|--|----|
| Figure 1 : Evolution prévisionnelle du comblement de la retenue de Verbois | 22 |
| Figure 2 Accumulation et érosion de matériaux entre 2003 et 2006 | 25 |
| Figure 3 : Déplacement des sédiments du méandre d'Epeisses lors de l'accompagnement de la crue d'Arve du 21-22 juin 2013 – Déblais en vert/Remblais en rouge | 26 |
| Figure 4 : Zones de dépôts privilégiées dans la retenue de Chancy-Pougny (retour d'expérience des opérations de 2012) | 27 |
| Figure 5 : Drague aspiratrice (IHC Beaver 40) | 28 |
| Figure 6 Secteur d'étude et sa situation dans un contexte local et régional | 29 |
| Figure 7 Données météorologiques pour Genève | 30 |
| Figure 8 Série stratigraphique type du Quaternaire, bassin genevois (MAYSTRE D.H. & VERGAIN, 1992) | 31 |
| Figure 9 Carte géologique de la région de Chancy jusqu'au Fort de l'Ecluse. | 31 |
| Figure 10 Position des glissements de Chancy | 32 |
| Figure 11 Carte des aquifères sur le territoire genevois. | 34 |
| Figure 12 Réseau hydrographique du bassin genevois | 35 |
| Figure 13 Station OVEF Statistiques des pointes annuelles de la période 1904-2012 | 36 |
| Figure 14 : Station OFEV des Ripes : Hydrogramme des moyennes journalières 2013, et extrêmes des moyennes journalières (1935-2013) | 37 |
| Figure 15 Variation du niveau du Rhône à la station de Vers-Vaux (aval Chancy-Pougny) | 37 |
| Figure 16 Dépôt de sédiments grossiers à l'aval direct du barrage (juin 2012) | 40 |
| Figure 17 : Evolution du niveau de comblement de la retenue de Verbois entre 1945 et 2012 | 41 |
| Figure 18 : Codes, limites et typologie des masses d'eau souterraines (Haut-Rhône) | 44 |
| Figure 19 Classification de l'état chimique du Rhône genevois en 2008. Pollution par les nutriments (mg/l) (SECOE, 2008) | 45 |
| Figure 20 Qualité des physico-chimiques des eaux du Rhône genevois: métaux traces (µg/l) (SECOE, 2008) .. | 46 |
| Figure 21 Etat sanitaire du Rhône genevois pour E. Coli (nb/ml) | 48 |
| Figure 22 : Données bactériologiques sur les stations du Haut-Rhône (1990-2005) | 49 |
| Figure 23 Courbes MEST / Débits (hors crue) sur la station de Pougny (Données Agence de l'Eau 1988-2009) .. | 50 |
| Figure 24 Evolution longitudinale des taux de MES en crue sur le Haut Rhône (hors chasses) – 1988-2013 (Données CNR et Agence de l'Eau RMC) | 51 |
| Figure 25 Evolution des indices IBGA sur 4 stations du Haut Rhône entre 1999 et 2008 (Données Agence de l'Eau / CNR – suivis hydrobiologiques RNB) | 54 |
| Figure 26 Occupation du sol dans le sud de l'agglomération franco-valdo-genevoise | 62 |
| Figure 27 Situation des points d'eau entre Challex et le pont Carnot (BSS eau BRGM) | 64 |
| Figure 28 : Evolution prévisionnelle des niveaux des retenues de Verbois, Chancy-Pougny, Génissiat et Seyssel | 67 |
| Figure 29 : Evolution des lignes d'eau des retenues de Verbois et Chancy-Pougny | 68 |
| Figure 30 : Evolution des débits maximums en aval de Chancy-Pougny | 69 |
| Figure 31 Evolution prévisionnelle des niveaux du lac Léman lors des opérations | 70 |
| Figure 32 Evolution prévisionnelle des niveaux du lac Léman lors des opérations en cas d'apports hydrologiques importants | 71 |

| | |
|--|----|
| Figure 33 : Evolution prévisionnelle des concentrations en MES en aval de Verbois et Chancy-Pougny | 73 |
| Figure 34 : Comparaison des concentrations en MES à Pougny pour les opérations 2016-2026 avec les opérations précédentes | 74 |
| Figure 35 : zones de dragage et point de rejet proposé sur la retenue de Chancy-Pougny | 76 |
| Figure 36 : Simulation du panache de MES en cas de remise en suspension des sédiments en amont du barrage de Chancy-Pougny | 77 |
| Figure 37 : Simulation du panache de MES en cas de remise en suspension des sédiments en aval de l'usine (à gauche) et en aval du barrage de Chancy-Pougny (à droite)..... | 79 |
| Figure 38 : Evolution bathymétrique entre Pougny et le pont Carnot (d'après CNR)..... | 82 |
| Figure 39 : Profil en long de la ligne d'eau entre Chancy-Pougny et Génissiat (CNR) | 83 |
| Figure 40 Situation des étangs de l'Etournel | 84 |
| Figure 41 Exutoire de l'étang 8 en situation normale du Rhône (Caille, 2005). | 84 |
| Figure 42 Exutoire de l'étang 8 en hautes eaux (Caille, 2005) | 85 |
| Figure 43 : Situation des stations de prélèvements | 88 |

Tables des tableaux

| | |
|---|-----|
| Tableau 1 : Volumes évacués de la retenue de Verbois lors des opérations précédentes | 15 |
| Tableau 2 Taux d'oxygène dissous et d'ammonium, moyen, maximal et minimal sur les stations du Haut-Rhône (1997-2013)..... | 45 |
| Tableau 3 Concentration des métaux dans les sédiments des stations du Haut-Rhône. | 46 |
| Tableau 4 Concentration des HAP dans les sédiments des stations du Haut-Rhône. | 47 |
| Tableau 5 : Concentration des PCB sur les sédiments des stations du Haut-Rhône. | 47 |
| Tableau 7 Grilles d'évaluation SEQ-Eau pour les MES | 49 |
| Tableau 8 Concentrations en MES (mg/l) sur le Haut Rhône hors crues (Données Agence de l'Eau RM 1988 – 2009)..... | 50 |
| Tableau 9 : Valeurs de MES sur le Haut-Rhône français en période normale, en crue et lors des chasses suisses et leur accompagnement (2000-2003 et 2012) en g/l (CNR 2014). | 52 |
| Tableau 10 : Synthèse des résultats obtenus sur la faune benthique du secteur d'étude – RCS 2013 (sauf Pougny – 2012) | 53 |
| Tableau 11 : Synthèse des IBGA sur 4 stations du Haut Rhône entre 1999 et 2008. | 54 |
| Tableau 12 - Synthèse des MGCE sur 8 stations du Haut Rhône entre 2009 et 2013 | 55 |
| Tableau 13 Indices biologiques globaux, nombres de taxons et groupes indicateurs dans les stations du Rhône genevois en 2008 (SECOE, 2008). (- = pas de résultats suite à la perte/vandalisme des substrats artificiels) | 55 |
| Tableau 14 : Synthèse des résultats obtenus pour les deux campagnes de prélèvement de sédiments en 2009 et 2010 par SIG. | 58 |
| Tableau 15 : Flux et concentrations moyennes pondérées de MES, mercure et PCB pendant les opérations de juin 2012 (Launay, 2014) | 60 |
| Tableau 16 : Seuils de MES selon les stations de suivi de chantier (Extrait arrêté n°99-104 du 06/10/1999)..... | 80 |
| Tableau 17 : Protocole prévisionnel des prélèvements et analyses physico-chimiques | 91 |
| Tableau 18 : Comparaison des scénarios de gestion sédimentaire sur le Rhône genevois, en termes de MES. | 107 |
| Tableau 19 : Comparaison des scénarios de gestion sédimentaire sur le Haut-Rhône français, en termes de MES | 107 |
| Tableau 20 : Comparaison des scénarios de gestion sédimentaire sur le Rhône genevois et le Haut-Rhône français, selon les critères d'évaluation | 110 |
| Tableau 21 : Synthèse de l'évaluation environnementale des scénarios de gestion sédimentaire | 116 |

PRESENTATION DU DOSSIER

Étude réalisée pour :



SFMCP - Société des Forces Motrices de Chancy-Pougny

Chemin des Plattières 10
1237 Avully
1284 Chancy, Suisse
Téléphone : +41 22 727 46 00

Étude réalisée par :



SIG- Services Industriels de Genève

Ingénierie de Projets et d'Ouvrages

chemin du Château-Bloch 2
1219 Le Lignon
Case postale 2777
1211 Genève 2
Téléphone : +41 22 420 8573

Auteurs :

Seydina Diouf
Carole Nawratil de Bono

1 INTRODUCTION

L'Arve transporte environ 700 000 m³/an de matières en suspension (MES). Une partie importante de ces sédiments s'accumule dans la retenue de Verbois ; le comblement moyen annuel de cette retenue est estimé à 360 000 m³/an. Le volume de sédiments accumulés (hors période de chasse) annuellement dans Génissiat est compris entre 50 000 et 150 000 m³/an.

Un comblement trop important de la retenue de Verbois entraînerait un exhaussement des lignes d'eau et une augmentation du risque d'inondation de certains quartiers de la ville de Genève. De même, un comblement trop important au niveau du parement amont et des organes d'évacuation des crues du barrage de Génissiat entraînerait un risque pour la stabilité de l'ouvrage.

Un transfert des dépôts à l'aval des usines hydroélectriques genevoises était effectué entre 1945 et 2003 (20 opérations), grâce à des vidanges-chasses complètes organisées sur un rythme triennal par les Services industriels de Genève (SIG), exploitant du barrage de Verbois. Ces manœuvres se sont déroulées en coordination avec la Société des forces motrices de Chancy-Pougny (SFMCP) et la Compagnie Nationale du Rhône (CNR). La dernière vidange-chasse complète a eu lieu en juin 2012, après neuf années de comblement de la retenue de Verbois.

À la suite des opérations de juin 2012, à la demande des autorités françaises suite à l'enquête publique menée en 2011, un comité technique (COTECH) franco-suisse a été institué par le Conseil d'État genevois et le Préfet de Région Rhône-Alpes. Son objectif est de coordonner les études visant à aboutir à une gestion sédimentaire future optimisée entre les concessionnaires du Rhône genevois et du Haut-Rhône français.

Suite aux études menées, un scénario a été adopté par les exploitants. SIG, SFMCP et CNR proposent de mettre en œuvre à court et moyen terme une « gestion mixte » (scénario M), soit :

- Pour SIG, SFMCP et CNR, un accompagnement des crues d'Arve par le Léman afin d'augmenter le transit sédimentaire naturel ;
- Pour SIG et SFMCP, un abaissement partiel triennal de la retenue de Verbois et un accompagnement de celui-ci par le barrage de Chancy-Pougny, afin d'évacuer les sédiments accumulés dans la retenue de Verbois. Les exigences prescrites jusqu'à présent à la CNR par la DREAL conditionneront la réalisation des opérations pour les SIG et SFMCP. Pour CNR, ces opérations feront l'objet d'un abaissement concomitant de la retenue de Génissiat ; les retenues des aménagements en aval sont abaissées et les Vieux-Rhône de Chautagne et de Belley sont fermés ;
- Le dragage par SIG des zones qui ne peuvent pas être érodées lors de l'abaissement partiel triennal, le dragage par SFMCP des zones de dépôts résiduels qui ne pourront pas être transférés de la retenue de Chancy-Pougny lors de l'accompagnement de cet abaissement partiel triennal ;
- Le dragage ponctuel par CNR des sédiments accumulés contre le parement amont de l'ouvrage de Génissiat et des ouvrages d'évacuation des crues.

D'un point de vue hydrologique, **l'organisation d'opérations d'abaissement à l'automne est risquée** car la probabilité de survenue d'un étiage sévère est importante, rendant impossible le déroulement des opérations.

Lors du comité de pilotage franco-suisse de la gestion sédimentaire du Haut-Rhône du 11/12/14, il a été retenu la mise en œuvre du scénario gestion sédimentaire mixte, le dossier de demande d'autorisation devant intégrer une période de 10 ans (2016-2026).

Ce comité a convenu que les opérations doivent être complètement réalisées dans une fenêtre allant du 15 mai au 10 juin, pour les abaissments partiels futurs (fréquence maximale triennale).

Afin d'éviter une situation de comblement de la retenue de Verbois qui ne permet plus de maîtriser les taux de matières en suspension (MES), une telle opération d'abaissement partiel doit avoir lieu au printemps 2016. Après 2016, l'opération suivante devrait avoir lieu en 2019, voire 2020, dans le cas où les accompagnements des crues d'Arve donnent des résultats probants.

Afin de permettre le transit vers l'aval des sédiments provenant de la retenue de Verbois, la SFMCP doit effectuer un abaissement concomitant de la retenue de Chancy-Pougny. Des dragages devront par ailleurs être envisagés si nécessaire sur la retenues de Chancy-Pougny entre deux opérations d'abaissement afin d'assurer la maîtrise des lignes d'eau.

Ces opérations menées sur la retenue de Chancy-Pougny sont soumises à une étude d'impact sur l'environnement, conformément aux articles L.122-1 et suivants du code de l'environnement (France). Le présent dossier prévoit une **évaluation de l'impact environnemental des opérations de gestion sédimentaire de la retenue de Chancy-Pougny sur une période de 10 ans, soit entre 2016 et 2026**. L'impact des abaissments partiels et des dragages sont évalués dans ce rapport. Dans le cadre des accompagnements de crues d'Arve, la retenue de Chancy-Pougny reste dans des niveaux fixés par la concession.

Nous avons choisi de décomposer l'étude d'impact sur l'environnement en deux rapports séparés. Le présent rapport (**Tome 1 de l'étude d'impact**) est élaboré par l'Ingénierie de SIG, pour le compte de la SFMCP ; il aborde les parties suivantes du rapport d'impact :

- la présentation du projet et du contexte
- l'évaluation des enjeux physiques et du milieu humain
- l'analyse des impacts potentiels concernant les caractéristiques physiques et le milieu humain
- une description des mesures d'évitement, de réduction, de suivi et de compensation des impacts concernant les caractéristiques physiques et le milieu humain

Le bureau d'étude ECOSPHERE a été mandaté pour réaliser une étude d'impact écologique complète (**Tome 2 de l'étude d'impact**), comprenant :

- une synthèse bibliographique des données naturalistes disponibles sur le site et ses abords ;
- une description des habitats et des peuplements floristiques et faunistiques sur la base d'inventaires de terrain réalisés aux périodes favorables ;
- une évaluation globale des enjeux écologiques ;
- une analyse des impacts potentiels ;
- une description des mesures d'évitement, de réduction, voire de compensation des impacts ;
- une analyse des incidences du projet sur le réseau Natura 2000 ;
- une analyse des impacts du projet sur les espèces protégées.

2 CADRE LEGISLATIF ET REGLEMENTAIRE

2.1 Cadre législatif et réglementaire suisse

La loi fédérale sur la protection des eaux (LEaux ; RS 814.20) introduit en 1991 le principe de préservation de la faune et de la flore à l'aval des retenues lors des opérations de curage et de vidange. A son article 40, elle établit le principe général d'octroi d'une autorisation pour effectuer ces opérations et prévoit des conditions particulières si celles-ci sont nécessaires à la sécurité de l'exploitation. L'ordonnance sur la protection des eaux (OEaux ; RS 814.201) précise à son article 42 que les autres moyens d'évacuation des sédiments doivent être évalués et privilégiés. Si le curage est inévitable, l'autorité doit dans tous les cas fixer le moment des chasses, la concentration maximum admissible en matière en suspension et si un rinçage du lit est nécessaire.

Les cantons sont compétents pour appliquer le droit fédéral sur leur territoire. A Genève, ces opérations font l'objet d'une autorisation pour entretien important des cours d'eau sur la base de l'article 19 de la loi cantonale sur les eaux (L 2 05) et de son règlement d'exécution. Les autorités instruisent le dossier selon cette procédure qui ne prévoit pas d'enquête publique. Les requêtes et les autorisations sont toutefois publiées dans la feuille d'avis officielle du canton de Genève.

Dans le cas du barrage de Chancy-Pougny, celui-ci étant transfrontalier, l'autorité concédante est la Confédération par l'intermédiaire de l'office fédéral de l'énergie. Le dossier de demande pour ces opérations doit donc être approuvé par cet office préalablement à la délivrance de l'autorisation cantonale.

2.2 Cadre législatif et réglementaire français

Concernant la gestion et la préservation de la ressource en eau, la directive européenne cadre sur l'eau 2000/60/CE est applicable ainsi que le SDAGE Rhône-Méditerranée qui a valeur de plan de gestion au titre de cette directive.

Les aménagements hydroélectriques relèvent de l'application du code de l'énergie et notamment des dispositions du décret 94-894 du 13 octobre 1994 : les autorisations délivrées au titre du Code de l'Énergie valent autorisation au titre de la loi sur l'eau.

Pour les modalités d'exploitation et d'entretien des ouvrages et retenues concédées, deux possibilités sont offertes par le droit des concessions :

- Une décision individuelle : les concessionnaires ont à transmettre un dossier de demande d'autorisation de travaux (ex : cas des dragages) ou de dérogation aux consignes courantes d'exploitation des ouvrages (ex : cas des abaissements de retenues pour la réalisation de chasses). Cette demande comprend une consigne particulière d'exploitation qui précise les conditions d'exploitation de ces ouvrages pendant la durée des chasses.
- Un règlement d'eau à valeur de plan de gestion pluriannuelle. Le SDAGE Rhône-Méditerranée préconise une gestion durable des plans d'eau et la formalisation de « plans de gestion pluriannuels » qui précisent notamment les modalités de gestion sédimentaire (ex : fréquence des vidanges, période de vidange, gestion des sédiments...). Concernant les ouvrages hydroélectriques concédés, le décret n° 99-872 du 11 octobre 1999 prévoit le

principe de règlements d'eau qui fixent, les conditions techniques relatives aux dispositions d'exploitation des ouvrages hydrauliques notamment celles relatives « aux modalités de curage » ou encore « à l'exécution des chasses, en vue notamment de rétablir le débit solide et d'assurer l'entretien du lit du cours d'eau ». Un règlement d'eau sur le Haut-Rhône fournirait donc un cadre pluriannuel pour la gestion sédimentaire en définissant les paramètres et conditions à respecter pour l'exploitant. Toute modification de ces conditions nécessiterait de revoir le règlement d'eau.

2.2.1 Analyse des impacts

Avant d'approuver une décision individuelle de consigne, un dossier d'exécution de travaux ou un règlement d'eau encadrant la réalisation d'opérations de gestion sédimentaire, le code de l'environnement prévoit un dossier qui analyse les incidences sur les milieux en :

- Indiquant les incidences directes et indirectes, temporaires et permanentes, du projet sur la ressource en eau et le milieu aquatique ;
- Comportant l'évaluation des incidences du projet sur un ou plusieurs sites Natura 2000, au regard des objectifs de conservation de ces sites ;
- Justifiant, le cas échéant, de la compatibilité du projet avec le schéma directeur ou le schéma d'aménagement et de gestion des eaux et avec les dispositions des plans de gestion des risques d'inondation ;
- Précisant s'il y a lieu les mesures correctives ou compensatoires envisagées.

Par ailleurs, le code de l'environnement prévoit, pour certaines activités ou aménagements, une étude d'impact avec une définition réglementée du contenu de ce document. L'appréciation des impacts dans le cadre d'une étude d'impact se décline sur des rubriques définies par la réglementation. Le décret ministériel 94-894 concernant les concessions hydroélectriques rend tout à fait possible la demande de rédaction d'une étude d'impact.

Compte-tenu des enjeux écologiques présents et de l'impact potentiel d'opérations de gestion sédimentaires de grande ampleur, les autorités françaises retiennent le principe d'une étude d'impact pour formaliser l'évaluation de ces opérations.

2.2.2 Enquête publique

Le décret 94-894 prévoit que les règles de fond du code de l'environnement en matière d'association du public soient respectées. Une enquête publique globale sur l'ensemble des communes où les opérations ont une incidence notable est à prévoir lorsqu'une étude d'impact est requise.

2.2.3 Espèces protégées

En application de l'article L.411-1 du Code de l'environnement, le dossier d'un concessionnaire français doit démontrer l'absence de destruction d'espèces protégées. Dans le cas contraire, une demande de dérogation à l'interdiction de destruction d'espèces protégées doit être déposée auprès de la DREAL.

2.3 Cadre législatif et réglementaire international

La convention d'Espoo du 25 février 1991 traite de l'évaluation de l'impact sur l'environnement dans un contexte transfrontalier. La Confédération helvétique et la France sont toutes deux signataires de cette convention.

Bien que cette convention ne prévoie pas expressément de s'appliquer dans le cas de curages des retenues, compte-tenu de l'impact important de ces opérations sur territoire français les parties ont convenu, à la demande de la France, la mise en œuvre de cette convention lors de la préparation des vidanges–chasses sur la base de son article 2 et son appendice III.

Cette convention permet à la partie française d'avoir accès au dossier d'évaluation de l'impact sur l'environnement produit par l'exploitant suisse et sur la base duquel, après consultation des autorités, des collectivités et du public concerné, elle rend un avis à l'autorité suisse qui doit l'intégrer dans sa décision.

3 RAPPEL DES ENJEUX ET OBJECTIFS DU TRANSIT SEDIMENTAIRE

3.1 Rappels sur le transit sédimentaire du Haut-Rhône

3.1.1 Sur le Rhône genevois

L'Arve prend sa source dans les montagnes du massif du Mont-Blanc, en Haute-Savoie et conflue avec le Rhône en ville de Genève, après un parcours de 104 kilomètres, dont les 9 derniers kilomètres sont en territoire genevois. L'Arve est le principal contributeur au flux de sédiments du Rhône genevois.

L'Arve transporte principalement des sédiments fins, soit des matières en suspension (MES). Le flux de MES entrant en territoire suisse est en moyenne d'environ 700'000 m³/an. Le comblement moyen annuel de la retenue de Verbois est estimé à 360'000 m³/an ; celui de la retenue de Chancy-Pougny est évalué à 20'000 m³/an.

La part de matériaux grossiers transportée par l'Arve, composée de sables grossiers et de graviers, est très marginale. Les flux moyens annuels pour ces matériaux se situent actuellement entre 10'000 et 15'000 m³/an, soit 1 à 2% des matériaux transportés par l'Arve. Les vidanges complètes des retenues de Verbois et de Chancy-Pougny telles que pratiquées entre 1945 et 2012 permettent, en plus des matériaux fins, de remobiliser et transporter une partie de ces matériaux grossiers.

3.1.2 Sur le Haut-Rhône français

Le transit sédimentaire du Rhône entre Genève et Lyon est principalement constitué de sédiments fins (plus de 95 % des apports des affluents). Les principaux contributeurs sont l'Arve (60 à 80 % des apports) et le Fier (10 à 30 % des apports). Une partie de la charge en suspension est stockée au niveau des retenues des barrages de Verbois (50%) et Génissiat (10%) ; ces dépôts justifient que des modes de gestion sédimentaire soient mis en place. Les autres aménagements hydroélectriques sur le Rhône sont globalement transparents en crue.

La charge grossière représente une fraction très minoritaire du transit sédimentaire du Rhône (entre 2 et 5 % du volume total). Les apports grossiers de l'Arve et du Fier, historiquement deux des principaux contributeurs sur ce tronçon, ont été durablement interrompus (prélèvements, barrages, évolution des conditions d'alimentation à l'échelle du bassin versant). Les apports résiduels proviennent principalement des Usses et du Guiers.

Cette forte diminution des apports en charge grossière a été compensée par l'atténuation de la capacité de charriage des sédiments grossiers liée à la construction des aménagements hydroélectriques. En aval de Génissiat, la capacité de charriage est presque nulle dans les secteurs aménagés (retenues et canaux de dérivation) en raison des très faibles pentes résiduelles. Dans les Vieux-Rhône, malgré une diminution des pentes moins marquée, la capacité de charriage a été divisée par 100 environ, à cause de la réduction de la fréquence et de l'intensité des crues (écrêtement par les canaux de dérivation).

Actuellement, les apports en sédiments grossiers des Usses et du Guiers suffisent largement à la capacité de transport résiduelle d'après l'étude globale du Rhône.

3.2 Synthèse historique des vidanges-chasses

3.2.1 Sur le Rhône genevois

Dès la construction de l'usine hydroélectrique de Chèvres en 1896, les sédiments du Rhône genevois ont suscité des inquiétudes liées au fonctionnement de cette usine et aux risques d'inondation, car de grandes quantités de matériaux grossiers provenaient de l'Arve lors des crues. Dès 1900, des vidanges complètes accompagnées de chasses furent pratiquées pour permettre le transit du gravier.

Sur la base des expériences réalisées lors de l'exploitation du barrage de Chèvres entre 1896 et 1943 ainsi que des études d'experts conduites dans les années 1930, il a été convenu de maintenir ce mode de gestion sédimentaire dans le cadre de l'exploitation du barrage de Verbois. L'objectif fut de maintenir le gabarit du lit le plus proche possible du gabarit initial de sorte à réduire les risques d'inondation et maintenir un volume utile suffisant pour la retenue. L'alternative consistant à effectuer des dragages avait aussi été étudiée mais fut rapidement abandonnée en raison de son coût et des difficultés de stockage et d'évacuation des matériaux.

En l'absence d'un déstockage sédimentaire régulier, la retenue de Verbois se comble rapidement. Sans actions, ce comblement s'effectuerait en 15-20 ans jusqu'à l'atteinte d'un équilibre dynamique morphologique situé à un niveau de comblement de 8.5 Mm³ provoquant ainsi un exhaussement significatif des lignes d'eau à l'amont. L'équilibre sédimentaire de la retenue de Chancy-Pougny est évalué à un niveau de comblement de 1.2 Mm³. Un comblement de quelques centaines de milliers de mètres-cubes est susceptible de faire monter les lignes d'eau de cette retenue de manière significative.

Les concessions successives du barrage de Verbois obligent à un entretien du lit et des berges sur la section concédée. La concession actuelle propose des dragages ou des vidanges-chasses pour éviter un alluvionnement excessif de la retenue de Verbois. Etant donné les quantités très importantes de sédiments s'accumulant dans la retenue de Verbois (en moyenne 360'000 m³/année) et l'impossibilité de valoriser ceux-ci, les vidanges-chasses ont été maintenues jusqu'en 2012 pour assurer la sécurité de la ville de Genève. 21 opérations de vidanges complètes des retenues de Verbois et Chancy-Pougny ont été organisées entre 1945 et 2012.

Dans les années 1950-1970, l'état sanitaire du Rhône posait problème lors des vidanges-chasses. Le déversement des eaux usées (sans traitement préalable) dans l'Arve et le Rhône en était la cause principale. Chaque vidange-chasse mettait en mouvement une multitude de substances polluantes, retenues dans les sédiments, provoquant ainsi de fortes mortalités pour la faune piscicole.

L'année 1967 voit la mise en service de la station d'épuration d'Aïre (station d'épuration traitant les 80% des eaux usées du canton de Genève). Dès la vidange de 1972, la pollution des sédiments n'était presque plus le fait de Genève mais provenait de l'Arve et les vidanges-chasses suivantes se sont déroulées dans des circonstances bien plus favorables pour les poissons.

Entre 1967 et 2003, les vidanges-chasses de la retenue de Verbois ont lieu tous les trois ans. Les opérations se déroulent fin juin-début juillet jusqu'en 1989, puis fin mai-début juin à partir de 1989. La dernière vidange-chasse complète de la retenue de Verbois a eu lieu en juin 2012, après neuf années de comblement de la retenue. Lors de toutes ces vidanges complètes de Verbois, la retenue de Chancy-Pougny était également complètement abaissée afin de faire transiter les sédiments.

Les opérations organisées à un rythme triennal ont permis d'évacuer de la retenue de Verbois, entre 1 million et 1,8 million de mètres cubes de sédiments en moyenne (voir historique ci-dessous).

| Année | Matériaux évacués [m³] |
|-------|------------------------|
| 1945 | 812'000 |
| 1947 | 615'200 |
| 1949 | 590'000 |
| 1951 | 1'052'425 |
| 1954 | 665'293 |
| 1956 | 797'844 |
| 1960 | 1'186'042 |
| 1965 | 2'139'915 |
| 1969 | 1'435'000 |
| 1972 | 1'399'000 |
| 1975 | 1'798'000 |
| 1978 | 1'021'849 |
| 1981 | 742'843 |
| 1984 | 1'240'000 |
| 1987 | 1'141'000 |
| 1990 | 1'050'791 |
| 1993 | 1'406'483 |
| 1997 | 1'256'992 |
| 2000 | 1'143'954 |
| 2003 | 1'066'096 |
| 2012 | 2'690'000 |

Tableau 1 : Volumes évacués de la retenue de Verbois lors des opérations précédentes

A l'heure actuelle, la qualité des sédiments du Rhône genevois est bonne, comme l'indiquent les analyses effectuées dans le cadre de la vidange-chasse de 2012. L'impact environnemental reste important et est lié à l'opération de vidange elle-même (abaissement des plans d'eau) et aux taux importants de MES atteints.

3.2.2 Sur le Haut-Rhône français

Les modalités de gestion des matériaux provenant des vidanges des barrages de Verbois et de Chancy-Pougny au niveau des aménagements CNR ont profondément évolué entre 1949 (première vidange après la mise en service du barrage de Génissiat) et 2012.

Elles se sont progressivement adaptées aux évolutions sociétales (montée en puissance de l'écologie, décentralisation, progression de la démocratie participative, notion de développement durable), réglementaires (développement de la législation sur l'environnement, mise en place des

SDAGE, définition de zonages de protection et d'inventaire) et des usages de l'eau (augmentation des prélèvements agricoles et industriels, construction des centrales nucléaires de Bugey et de Creys-Malville, développement des champs captants pour l'alimentation en eau potable).

La gestion des opérations de vidanges des barrages de Verbois et Chancy Pougny a également été influencée par la construction des nouveaux aménagements hydroélectriques sur le Rhône : chutes de Chautagne, Belley, Brégnier-Cordon et Sault-Brénaz, entre 1981 et 1986, sur le Haut-Rhône français et barrage du Seujet, en 1995, à l'exutoire du lac Léman.

Les consignes d'exploitation des aménagements français pendant les chasses, définies par la CNR et en partie imposées par les autorités françaises et les modalités de vidanges des barrages de Verbois et Chancy Pougny, ont été élaborées au fur et à mesure des différents retours d'expérience, en fonction des conditions hydrologiques, des expérimentations de manœuvre des ouvrages et des contraintes extérieures.

Côté français, il est ainsi possible de distinguer six grandes périodes dans l'évolution de la gestion des chasses jusqu'à 2012. En complément, les chasses de 1978 et de 2012, de par leur caractère exceptionnel par rapport aux autres opérations, permettent d'illustrer les limites d'une gestion sédimentaire du Rhône par des vidanges complètes des retenues suisses et les risques induits. Elles montrent également les progrès réalisés en termes de gestion des situations exceptionnelles et de réactivité face à des aléas critiques.

- Les chasses de 1945 et 1947, avant la mise en service de Génissiat. Ces opérations, très peu documentées, surtout côté français, ont vraisemblablement provoqué des dégradations importantes des milieux aquatiques. Les salmonidés (truites, ombres, ...) ont presque intégralement disparu du Rhône entre Verbois et Seyssel à cette période.
- Les chasses de 1949 à 1956, se limitant à des manœuvres des différents organes du barrage de Génissiat tout en maintenant le plan d'eau au-dessus de la cote 323 m NGF (abaissement de 2 m). L'essentiel des matériaux évacués des retenues de Verbois et Chancy-Pougny pendant cette période a été stocké dans la retenue de Génissiat.
- Les chasses de 1960 et 1965, marquées par les premiers abaissements significatifs du plan d'eau de la retenue de Génissiat (cote 315 m NGF, soit un abaissement de 10 m) avec participation active de la vanne de fond au transit sédimentaire. Ces deux opérations ont été efficaces sur le plan du transit sédimentaire mais très néfastes vis-à-vis des milieux aquatiques. Les effets ont été ressentis jusqu'en aval de Lyon (plus de 150 km), entraînant de fortes mortalités piscicoles et la contamination de captages pour l'alimentation en eau potable.
- Les chasses de 1969 à 1975, consécutives à la signature des accords franco-suisses de 1967 qui ont défini les premières conditions de déroulement des chasses et introduisant une harmonisation des opérations entre les opérateurs suisses et français. Ces opérations ont été moins nocives que les précédentes grâce à la mise en service d'une station d'épuration pour l'agglomération de Genève. La pollution organique diminue progressivement, mais les effets des vidanges de Verbois restent sensibles jusqu'à Lyon.
- La chasse de 1978, combinée avec une vidange décennale du barrage de Génissiat. Des erreurs de manœuvre en amont alors que le niveau de la retenue de Génissiat était déjà très bas entraînent un abaissement soudain jusqu'à la cote 278 m ortho (soit un abaissement de 47 m) et un affaissement brutal des dépôts de limons des berges. Le flot de pollution, évacué par la seule vanne de fond, est massif ; trois millions de mètres cubes de sédiments et de boues sont relargués en aval de Génissiat. Les conséquences sur la faune piscicole et les

milieux aquatiques sont catastrophiques. Cet événement a durablement marqué les esprits et sert encore aujourd'hui de référence lorsqu'il s'agit d'évoquer les risques de dysfonctionnements pendant les opérations d'accompagnement des chasses de Verbois et Chancy Pougny.

- Les chasses de 1981 à 1993, consécutives à la chasse désastreuse de 1978. Il s'agit d'une période de transition avec une reprise progressive de l'accompagnement des vidanges de Verbois et Chancy Pougny, la mise en place d'une consigne sur la concentration en MES à la station de référence du Pont de Seyssel et l'intégration de la gestion des nouveaux aménagements CNR en aval de Seyssel, mis en service entre 1981 et 1986. Globalement, cette période correspond à une phase de comblement rapide de la retenue de Génissiat qui est très positive sur le plan du respect de l'environnement en aval de Seyssel.
- Les chasses de 1997 à 2003, marquées par la mise en place d'une phase d'abaissement préalable de la retenue de Génissiat et le développement des suivis environnementaux. Ces opérations conduisent à l'aboutissement de l'élaboration du programme d'accompagnement des vidanges de Verbois et Chancy Pougny. L'efficacité des mesures de prévention et d'atténuation des incidences en aval de Génissiat est validée par les suivis scientifiques et les retours des administrations, des associations et des riverains. Pour la première fois depuis le début des accompagnements, le transit sédimentaire à travers la retenue de Génissiat est assuré. Le renforcement de la réglementation européenne et française sur l'environnement remet cependant en question la pérennité de ce mode de gestion.
- L'accompagnement de la vidange de Verbois de 2012, après une interruption inédite de neuf ans. Compte tenu de la durée entre les deux opérations, le volume de sédiments à évacuer de la retenue de Verbois était exceptionnellement important : 2,62 millions de tonnes au total. L'importance du stock sédimentaire dans la retenue de Verbois a induit des taux de MES particulièrement élevés entre Verbois et Génissiat (jusqu'à 48,6 g/l). L'accompagnement de l'opération par la CNR a été très compliqué du fait de ces taux de MES, de la durée inhabituelle des abaissements de Verbois et de l'importance des volumes évacués. Des perturbations hydrométéorologiques sont également intervenues en fin d'opération. En définitive, les engagements en termes de préservation de l'environnement ont pu être tenus mais l'opération s'est soldée par l'accumulation de plus d'un million de tonnes de sédiments dans la retenue de Génissiat.

L'accompagnement des chasses de Verbois et Chancy Pougny par la CNR a suivi une longue évolution faite d'adaptations successives en fonction des retours d'expérience et guidée par une volonté croissante d'atténuer et de maîtriser les conséquences environnementales des opérations en aval de Génissiat. Ces progrès ont été démontrés par le bon déroulement des opérations de 1997, 2000 et 2003, tant en termes de la limitation des impacts que de l'efficacité du transit sédimentaire.

Cependant, en dépit des efforts considérables consentis, le bilan sédimentaire des opérations d'accompagnement des vidanges de Verbois demeure excédentaire. Ainsi, plus de 20 millions de mètres cubes de matériaux se sont déposés dans la retenue de Génissiat depuis 1949 (pour une capacité totale à sa mise en eau de 39Mm³ sous une cote de 325.00m ortho) et, malgré un ralentissement depuis 1990, le comblement se poursuit, notamment par des dépôts pendant les opérations d'accompagnement.

3.3 Exposition de la ville de Genève aux inondations

Le niveau de comblement de la retenue de Verbois influence les niveaux du Rhône et de l'Arve jusque dans la ville de Genève. Il y a donc un lien direct entre la gestion sédimentaire de la retenue et l'exposition de Genève aux inondations.

Comme indiqué dans le chapitre précédent, le mode de gestion par vidanges–chasses triennales historiquement mis en place a permis de limiter le comblement de la retenue aux environs de 3,5 Mm³ durant les 60 premières années d'exploitation de Verbois.

Les modèles montrent que l'abandon de toute gestion active des sédiments conduisant au comblement de la retenue de Verbois à hauteur de 8,5 Mm³ provoquerait une hausse significative des lignes d'eau ayant pour conséquences des débordements, des dysfonctionnements des réseaux d'évacuation des eaux et des inondations par remontée de nappes significativement accrues.

Des études préalables ont été menées pour déterminer quelles pourraient être les mesures techniques à prendre pour protéger les zones bâties et quels en seraient les coûts. Les résultats de ces études sont présentés dans le dossier du COTECH Evaluation des scénarios de gestion sédimentaire pour le Rhône genevois, disponible sur le site internet de la DREAL.

En l'état actuel des connaissances, il semble possible de pouvoir garantir un niveau de protection adéquat pour un comblement allant jusqu'à 5 Mm³. Les scénarios développés dans le rapport technique du COTECH ont donc pour objectif de garantir au moins ce niveau de sécurité. Le scénario mixte en fait partie. Si des solutions techniques financièrement réalisables devaient par la suite apparaître, les objectifs de gestion sédimentaire seraient revus en conséquence.

3.4 Synthèse des enjeux liés au transit sédimentaire

3.4.1 Sur le Rhône genevois

Sur le Rhône genevois, les principaux enjeux liés à la gestion sédimentaire des retenues de Verbois et de Chancy-Pougny sont les suivants :

- La sécurité des riverains : pour assurer la sécurité des riverains, il n'est pas possible de laisser les retenues de Verbois et de Chancy-Pougny se combler sans entreprendre parallèlement des actions constructives (digues, systèmes de drainage/pompage), pour autant que celles-ci soient réalisables techniquement.
- La préservation des milieux aquatiques : les biotopes et biocénoses du Rhône genevois peuvent être plus ou moins impactés en fonction du mode de gestion sédimentaire retenu. L'abaissement des retenues entraîne le piégeage des poissons et le dérangement des oiseaux nicheurs et de certains mammifères comme le castor. Les vidanges complètes engendrent des concentrations en matières en suspension (MES) élevées, lesquelles ont un fort impact sur la faune piscicole notamment. Il faut noter que seul un abaissement avec une amplitude suffisante permet d'assurer le charriage du gravier le long du Rhône genevois.
- Les coûts pour les usagers et exploitants : sur le canton de Genève plusieurs industries importantes (Givaudan, Firmenich et l'usine d'incinération des Cheneviers) prélèvent de l'eau du Rhône pour assurer le refroidissement de leurs installations. Lorsque ces prélèvements sont impossibles (abaissement du plan d'eau trop important et/ou concentrations en MES trop élevées), ces industries doivent stopper leur production.

L'entreprise Swissboat dispose d'une concession lui permettant de naviguer sur la retenue de Verbois. Pour les exploitants hydroélectriques, la gestion sédimentaire représente une part plus ou moins importante de leur budget d'entretien en fonction du scénario appliqué.

- Les loisirs : la pêche de loisirs, la navigation de plaisance (aviron, kayak), la promenade sont pratiquées sur le Rhône genevois. Le mode de gestion sédimentaire peut avoir un impact sur ces activités (fréquence et période des opérations, amplitude d'abaissement).

3.4.2 Sur le Haut-Rhône français

À l'échelle du territoire du Haut-Rhône français, la problématique de la gestion sédimentaire du Rhône entre en interaction avec quatre enjeux principaux :

- La préservation des Vieux-Rhône qui constituent des réservoirs de biodiversité majeurs à l'échelle du fleuve. Dans le cadre d'une gestion du transit sédimentaire, les principaux facteurs de risque vis-à-vis de cet enjeu sont une coupure trop fréquente et/ou trop prolongée de l'alimentation des Vieux-Rhône ou le passage d'eaux très chargées en MES.
- La sûreté des ouvrages hydroélectriques avec, d'une part, la garantie de la stabilité du barrage de Génissiat et de sa capacité à évacuer les crues et, d'autre part, la sécurité des barrages en terre sur les retenues des aménagements en aval de Seyssel. Cet enjeu se confronte à deux risques liés à la gestion sédimentaire : le dépôt de sédiments contre le parement amont du barrage de Génissiat et en amont des prises d'eau des organes d'évacuation des crues (vanne de fond et vanne de demi-fond) et l'accumulation trop importante de sédiments dans les retenues des aménagements de Chautagne, Belley, Brégnier-Cordon ou Sault-Brénaz.
- L'attractivité touristique du Haut-Rhône : véloroute ViaRhôna, baignade, activités nautiques, pêche, navigation de plaisance et de croisière ; des dégradations de la qualité des eaux du Rhône, des limitations d'accès au fleuve, des interdictions temporaires de certaines activités sportives ou de loisir induites par les opérations de gestion sédimentaire du Rhône sont susceptibles d'impacter cet enjeu.
- Les coûts pour les usagers et l'exploitant : Sur la retenue de Génissiat, le SIEFAGE prélève de l'eau pour refroidir son système d'incinération. En cas d'abaissement du plan d'eau en dessous de la cote d'exploitation normale, l'usine doit être arrêtée, les déchets stockés avant d'être transportés sur un autre site d'incinération. Pour la CNR, la gestion sédimentaire représente une part importante, voire très importante de son budget d'entretien selon le scénario appliqué.

3.5 Objectifs-cadres de la gestion sédimentaire

Les objectifs-cadres de la gestion sédimentaire sont les suivants :

- Garantir la sécurité de l'ensemble des riverains du Rhône genevois (en ville de Genève en particulier) et du Haut-Rhône français en évitant l'exhaussement des lignes d'eau engendré par un comblement excessif des retenues en cas de crue du Rhône. Pour le barrage de

Chancy-Pougny, il s'agit d'assurer par exemple la protection de certains sites sensibles le long de la retenue de Chancy-Pougny (La Plaine en particulier).

- Préserver le fonctionnement courant des aménagements hydrauliques et garantir la sécurité. Pour le barrage de Génissiat, il s'agit notamment de maintenir le fonctionnement des vannes de fond et de demi-fond, assurer la stabilité structurale de l'ouvrage en empêchant les dépôts de sédiments contre le parement amont.
- Assurer un débit permettant le fonctionnement de la CNPE de Bugey dans des conditions de sécurité garantie avec un débit de 150 m³/s minimum au droit de cet aménagement.
- Pour le Rhône genevois et le Haut-Rhône français : assurer le transit des sédiments et favoriser la continuité sédimentaire sur le fleuve.
- Maintenir la biodiversité du fleuve Rhône et ses fonctionnalités écologiques avec une attention particulière accordée aux Vieux-Rhône qui constituent des réservoirs de biodiversité.

4 PRESENTATION DU SCENARIO DE GESTION SEDIMENTAIRE ENVISAGE A CHANCY-POUGNY ENTRE 2016 ET 2026

4.1 Comité Technique (COTECH) franco-suisse de réflexion sur la gestion sédimentaire

Dans le cadre de l'enquête publique préalable aux opérations de chasses suisses de Verbois de juin 2012 et leur accompagnement, les commissaires-enquêteurs français avaient exprimé le souhait de voir se lancer une étude de faisabilité sur des modalités alternatives de gestion sédimentaire.

En réponse à cette attente, un Comité Technique franco-suisse a été institué fin 2012 par le Conseil d'État genevois et le Préfet de Région Rhône-Alpes, l'objectif de ce COTECH étant d'engager une réflexion visant à aboutir à une gestion sédimentaire future optimisée à l'échelle du Haut-Rhône.

Le COTECH, composé de la DREAL Rhône-Alpes, de la DDT 01¹, de l'ONEMA², de l'État de Genève, de l'OFEV³ et des opérateurs SIG, SFMCP et CNR, a mis en œuvre les orientations définies par le comité de pilotage des chasses du Haut-Rhône placé sous l'égide du préfet de l'Ain et du conseiller d'État du canton de Genève.

Dans ce contexte, des études ont été réalisées pour définir et évaluer des alternatives aux opérations de vidanges-chasses coordonnées telles qu'elles se déroulaient depuis 1945. Les objectifs de sécurité des ouvrages hydrauliques, de préservation de l'environnement, d'exploitation durable des aménagements hydroélectriques et de lutte contre le risque d'inondation ont notamment été pris en compte.

Différents modes de gestion sédimentaire ont donc été étudiés et analysés selon des critères correspondants aux multiples enjeux soulevés : environnementaux, sociaux, économiques, de faisabilité technique et de maîtrise des risques.

Les scénarii envisagés par le COTECH et leur évaluation sont présentés au chapitre 12.

La volonté commune des Etats de réduire le risque et l'impact généré par la gestion sédimentaire des ouvrages hydroélectriques du Rhône genevois et du Haut-Rhône français a ainsi abouti à la validation d'un scénario de gestion mixte qui combine 3 modes de gestion sédimentaire :

- un accompagnement du transit sédimentaire lors des crues d'Arve ;
- un abaissement partiel triennal de la retenue de Verbois, un accompagnement par le barrage de Chancy-Pougny, et une gestion spécifique des ouvrages de la CNR
- des dragages complémentaires sur certains dépôts ciblés.

Le comité technique franco-suisse a également validé ce scénario de gestion sédimentaire.

¹ DDT 01 : Direction Départementale des Territoires de l'Ain.

² ONEMA : Office National de l'Environnement et des Milieux Aquatiques.

³ OFEV : Office Fédéral de l'Environnement.

4.2 Gestion sédimentaire 2016-2026 de la retenue de Verbois

Les études sur la protection de la ville de Genève réalisées dans le cadre du comité technique franco-suisse montrent que le risque d'inondation (par débordement direct, remontée de la nappe phréatique et/ou dysfonctionnement du réseau d'assainissement) devient important pour un comblement de la retenue de Verbois supérieur à 5 millions de m³.

Au mois de mai 2016, le niveau de comblement de la retenue de Verbois qui sera atteint est estimé à 4,5 millions de m³ (une bathymétrie réalisée en avril 2014 montrait un niveau de comblement de 3,8 millions de m³).

L'objectif pour SIG au cours de la période 2016-2026 est de maintenir le niveau de comblement de la retenue de Verbois entre 3 et 5 millions de m³ (voir figure ci-dessous).

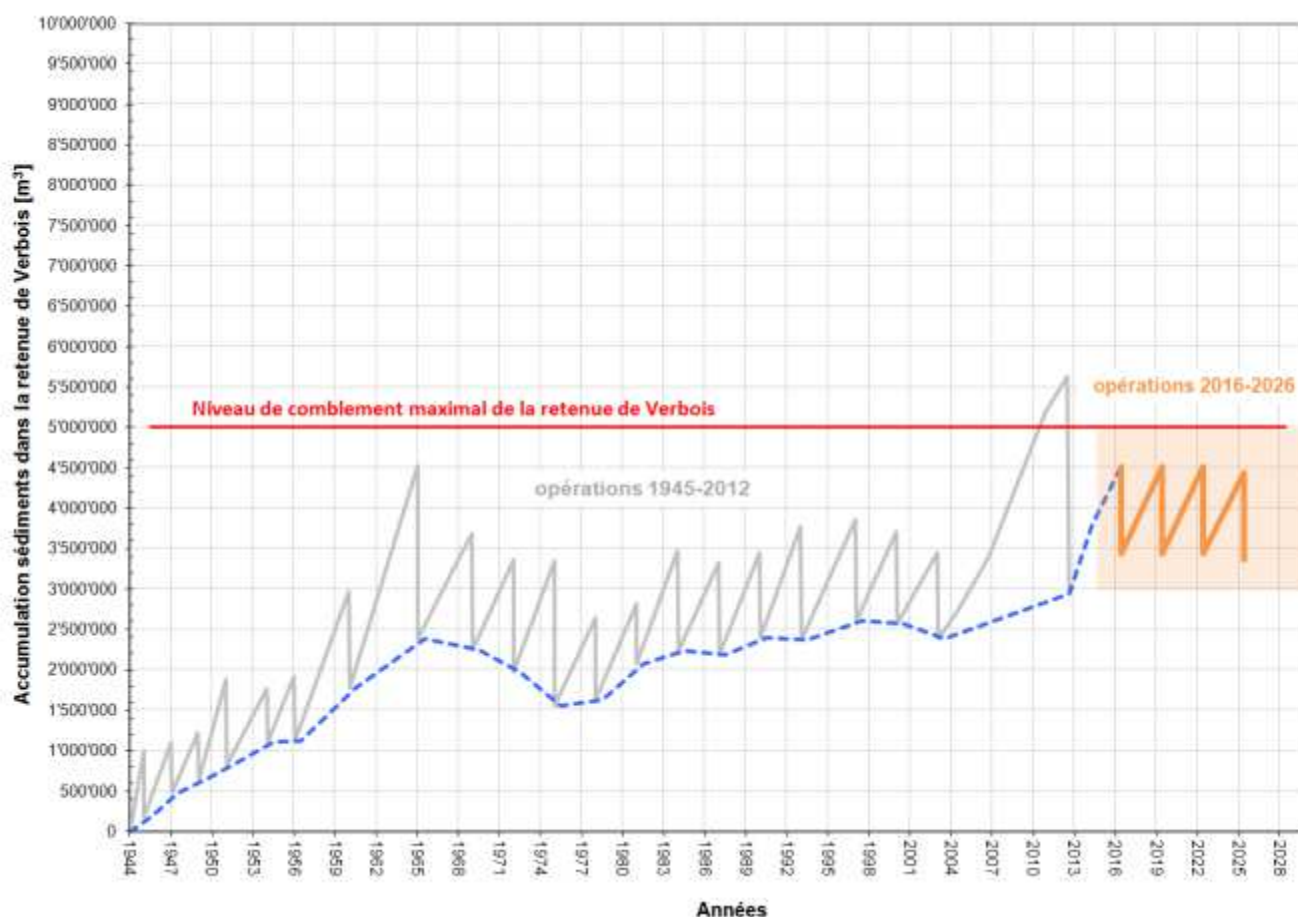


Figure 1 : Evolution prévisionnelle du comblement de la retenue de Verbois

Pendant la période 2016-2026, SIG utilisera les modes de gestion ci-dessous pour limiter le niveau de comblement de la retenue de Verbois (scénario de gestion mixte).

4.2.1 Accompagnement des crues d'Arve

Sur le Rhône genevois, un accompagnement des crues d'Arve par le Léman sera opéré avec l'ouverture du Seujet lors de ces événements afin d'augmenter le transit sédimentaire naturel et ainsi minimiser les dépôts de sédiments dans la retenue de Verbois. Ces manœuvres permettraient

de faire transiter naturellement environ 10% à un maximum estimé de 15 % du stock annuel accumulé dans la retenue de Verbois, soit **30'000 à 50'000 m³ par année**.

4.2.2 Abaissements partiels de la retenue de Verbois

L'objectif pour SIG est d'assurer le déstockage sédimentaire de la retenue de Verbois, en effectuant des abaissements partiels triennaux (à quadriennaux), tout en respectant les valeurs limites de concentrations en MES prescrites par la DREAL à la CNR à Seyssel. Les impacts liés aux taux de MES sur le Rhône genevois ainsi que sur le tronçon à l'amont de Génissiat seront ainsi atténués par rapport aux vidanges précédentes (avec abaissement complet de la retenue de Verbois).

Le pilotage des opérations sera effectué en considérant le respect des valeurs de concentration de MES maximales suivantes au pont de Pougny:

- > 15 g/l, pendant maximum 30 minutes
- > 10 g/l, pendant maximum 6 heures
- 5 g/l en moyenne pendant la durée des opérations

SIG estime que le déstockage effectif de la retenue de Verbois évoluera entre **0.8 et 1.5 millions de m³ tous les 3 à 4 ans**. Cette enveloppe correspond à celle des volumes évacués lors des vidanges triennales avec abaissement complet, programmées entre 1981 et 2003 (voir tableau 1). Lors de l'opération de 2012, le volume évacué de la retenue de Verbois était de 2,69 millions de m³.

4.2.3 Dragages ponctuels

Le scénario de gestion mixte prévoit également le dragage par SIG des zones qui ne peuvent pas être érodées lors de l'abaissement partiel. Les quantités de sédiments à extraire ainsi que les sites de dragage dans la retenue de Verbois ne pourront être estimés qu'à partir du retour d'expérience de l'opération de 2016. Dans le cadre de cette étude d'impact, nous ferons l'hypothèse d'un besoin de dragage de **10'000 à 50'000 m³ par année sur la retenue de Verbois**, soit environ 10% du stock annuel.

4.3 Accompagnement par Chancy-Pougny du transit sédimentaire lors des crues de l'Arve

Pour la Société des Forces Motrices de Chancy-Pougny, un accompagnement du transit des sédiments provenant des crues de l'Arve au travers des organes d'évacuation des crues du barrage de Chancy-Pougny peut être envisagé en exploitation normale et la totalité des sédiments provenant de Verbois peut transiter en aval du barrage.

Etant donné que cette modalité de gestion sédimentaire s'effectue en restant dans les conditions d'exploitation normales de la retenue de Chancy-Pougny, sans abaissement en deçà de la cote minimale d'exploitation, elle ne sera pas traitée dans la présente étude d'impact.

4.4 Accompagnement par Chancy-Pougny des abaissments partiels de la retenue de Verbois

Pour Chancy-Pougny, l'objectif est d'accompagner l'abaissement partiel de la retenue de Verbois afin de faire transiter les sédiments provenant de la retenue de Verbois sans en stocker au cours de l'opération. Cet accompagnement se traduit par un abaissement de la retenue de Chancy-Pougny (-6.5 à -8 mètres). Les dates d'abaissement et de remontée des retenues de Verbois et de Chancy-Pougny seront concomitantes afin d'éviter un stock sédimentaire dans la retenue de Chancy-Pougny.

Dans le cadre des opérations d'abaissement partiel de la retenue de Verbois sur la période 2016-2026, la masse maximale de matériaux en suspension à faire transiter en aval du barrage de Chancy-Pougny est fixée à 2.1 millions de tonnes pour une opération donnée, soit un **volume maximal de matériaux en suspension de 1.5 millions de m³** (densité de 1.4).

Ce volume maximal a été communiqué à la CNR. Il constitue le volume de dimensionnement permettant à CNR de proposer un protocole adapté (détermination de la cote de Génissiat) afin que la retenue de Génissiat ne stocke pas de sédiments pendant les opérations. **La masse totale des sédiments en suspension ayant transité à Pougny sera calculée en temps réel par addition des masses horaires égales à la concentration moyenne horaire mesurée à Pougny multipliée par le débit moyen horaire à Pougny.**

Dans le cas particulier de l'abaissement partiel de 2016, l'objectif sera aussi de faire transiter par charriage en aval du barrage de Chancy-Pougny les 200'000 m³ de matériaux grossiers (sables et graviers) supplémentaires accumulés lors de la vidange complète de 2012.

4.5 Dragages de la retenue de Chancy-Pougny

Pour SFMCP, le scénario de gestion mixte prévoit le dragage des zones de dépôts résiduels qui ne pourront pas être transférés de la retenue de Chancy-Pougny lors des abaissments partiels de la retenue de Verbois, malgré l'accompagnement de ceux-ci par Chancy-Pougny. Ce volume est estimé à ce stade à **50'000 m³** après chaque abaissement partiel.

Les sédiments dragués de la retenue de Verbois (10'000 à 50'000 m³/an) et rejetés dans le lit principal du Rhône se déposeront en majorité dans la retenue de Verbois. Une quantité limitée parviendra à rejoindre la retenue de Chancy-Pougny ; nous l'estimerons à 10'000 m³/année, soit **30'000 m³ tous les 3 ans.**

Dans les semaines qui suivent les opérations d'abaissement partiel du barrage de Verbois ou après une campagne de dragage de la retenue de Verbois, des levés bathymétriques complets de la retenue de Chancy-Pougny sont prévus. Dans le cas où les résultats montrent une accumulation significative de sédiments dans la retenue de Chancy-Pougny, des simulations hydrauliques seront effectuées pour estimer les lignes d'eau attendues en tenant compte du nouvel état bathymétrique.

En effet, sur la retenue de Chancy-Pougny, le concessionnaire est tenu de garantir le respect du niveau des lignes d'eau à la station limnimétrique du Nant des Charmilles (point de réglage de la retenue de Chancy-Pougny). La nécessité d'intervenir sur cette retenue pour déplacer les sédiments sera dictée par cette consigne. Deux modes de gestion, complémentaires à l'accompagnement de l'abaissement partiel de la retenue de Verbois, sont prévus par la SFMCP pour déplacer les sédiments, notamment au niveau du méandre d'Epeisses, et ainsi **garantir le respect des lignes d'eau au Nant des Charmilles.**

4.5.1 Déplacement naturel des sédiments

Avant d'envisager des travaux de dragage, l'exploitant prévoit le **déplacement « naturel »** des sédiments accumulés dans le méandre d'Epeisses lors des crues du Rhône, comme nous montre le retour d'expérience des opérations précédentes.

Pendant les mois qui suivront l'opération d'abaissement partiel de la retenue de Verbois, les **crues naturelles** déplacent en effet les matériaux dans la partie aval de la retenue de Chancy-Pougny. Une fois éloignés du méandre, les sédiments seront alors évacués lors d'un prochain abaissement. L'illustration ci-dessous montre les zones d'érosion (en vert) et de dépôt (en marron) dans la retenue de Chancy-Pougny, 3 années après l'opération de 2003 (environ 30'000 m³ de sédiments déplacés).

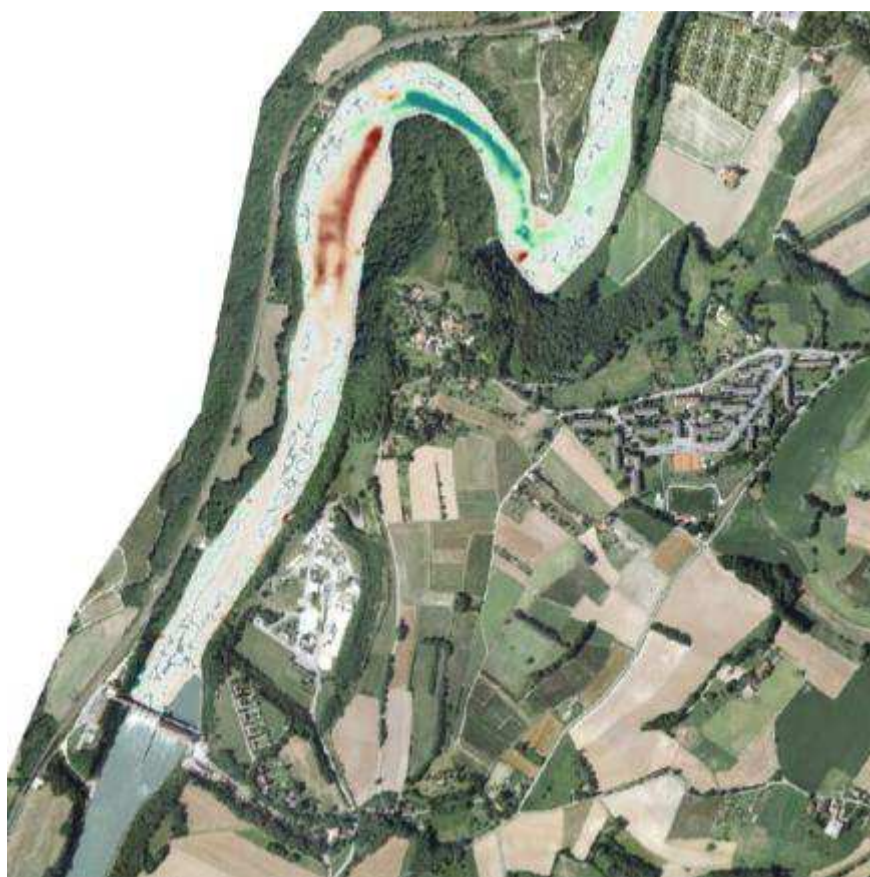


Figure 2 Accumulation et érosion de matériaux entre 2003 et 2006

Par ailleurs, au cours des années 2013 et 2014, les **accompagnements de crues d'Arve** (augmentation du débit à la sortie du Léman lors d'une crue d'Arve) ont montré qu'un volume significatif des matériaux accumulés dans le méandre avait pu être déplacé plus en aval, permettant ainsi d'assurer une meilleure maîtrise des lignes d'eau au Nant des Charmilles. Ces opérations montrent en outre que les sédiments restent en amont du barrage de Chancy-Pougny et transitent peu en aval de celui-ci. L'illustration ci-après montre l'efficacité de l'opération d'accompagnement de la crue des 21-22 juin 2013, au cours de laquelle 50'000 m³ de sédiments ont été déplacés en aval du méandre d'Epeisses en 24 heures. Cette opération a permis de réduire considérablement le risque d'exhaussement des lignes d'eau en amont du méandre et au niveau du point de réglage (Nant des Charmilles) notamment.

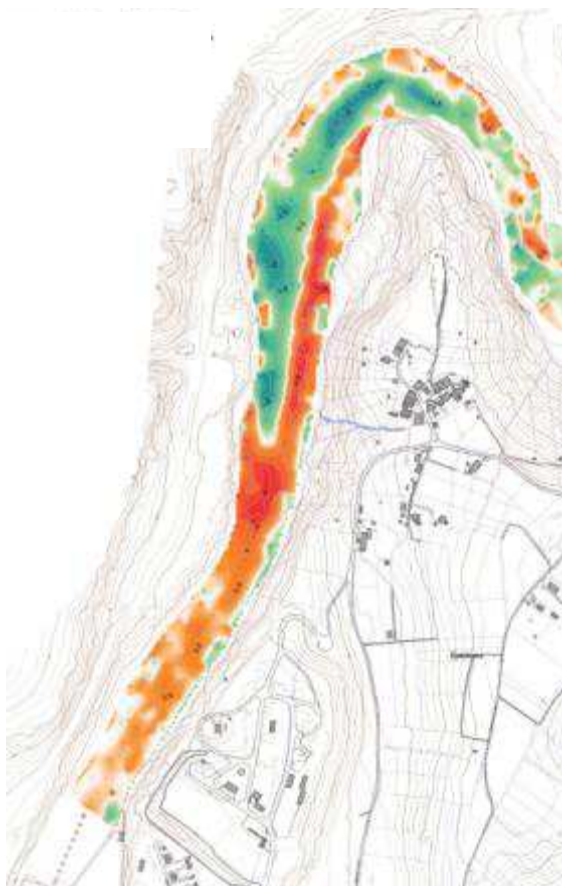


Figure 3 : Déplacement des sédiments du méandre d'Epeisses lors de l'accompagnement de la crue d'Arve du 21-22 juin 2013 – Déblais en vert/Remblais en rouge

4.5.2 Dragages sur la retenue de Chancy-Pougny

Dans un second temps, et dans le cas où un déplacement « naturel » des matériaux n'est pas possible, un **dragage** doit être envisagé par le concessionnaire.

Les travaux d'entretien par dragage ont notamment pour objectif de permettre au concessionnaire (SFMCP) de maîtriser les niveaux prescrits au Nant des Charmilles. Le concessionnaire demande de pouvoir procéder aux opérations de dragage entre le PK 191.866 (point de réglage de la retenue) et le PK 188.856 (barrage de Chancy-Pougny). L'étendue, la durée et la fréquence des opérations de dragage seront limitées au strict nécessaire afin de minimiser les impacts sur l'environnement.

Les retours d'expérience nous montrent que les sédiments s'accumulent de manière préférentielle dans le méandre d'Epeisses, situé 1.5 km en amont du barrage de Chancy-Pougny. Les dragages devront permettre de transférer les sédiments plus en aval dans la retenue de Chancy-Pougny.

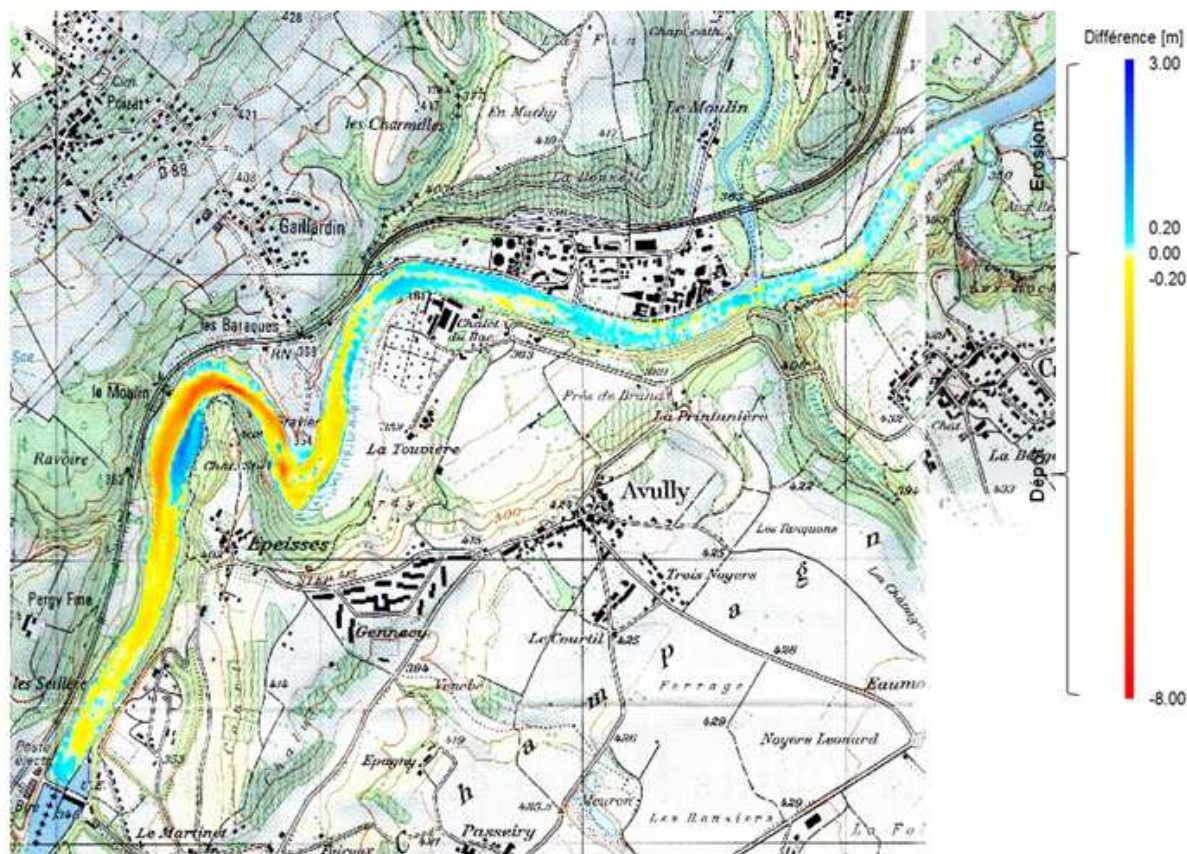


Figure 4 : Zones de dépôts privilégiées dans la retenue de Chancy-Pougny (retour d'expérience des opérations de 2012)

Si les manœuvres d'accompagnement des opérations de gestion sédimentaire du barrage de Verbois et celles liées au déplacement naturel des sédiments de la retenue de Chancy-Pougny sont bien exécutées, le volume de dragage devrait rester faible sur la retenue de Chancy-Pougny. Le volume prévisionnel est estimé **entre 0 et 50'000 m³ tous les 3 ans**. En considérant un rendement de la drague de 1200 m³/jour, il faut prévoir jusqu'à 40 jours de dragage, soit 2 mois de travaux toutes les 3 années, ceci si le dragage peut s'effectuer sans reprise des matériaux. Une conduite de 1 à 1.5 km sera, le cas échéant, prévue pour **refouler les matériaux ~800 mètres en amont du barrage de Chancy-Pougny**, en aval du méandre d'Epeisses.

Dans le cadre de cette étude d'impact, nous évaluerons aussi un **scénario pessimiste** de comblement très important de la retenue de Chancy-Pougny (plusieurs centaines de milliers de m³ de sédiments), suite à d'éventuelles défaillances dans l'exécution des manœuvres d'accompagnement. Dans ce cas de figure, il pourrait être nécessaire d'évacuer les sédiments issus du **dragage en aval du barrage de Chancy-Pougny**.

Technique de dragage

Les travaux de dragage se feront avec une drague à disque désagrégateur (ou drague aspiratrice). Cet engin est pourvu d'une fraise (disque désagrégateur ou cutter) qui sert à désagréger les matériaux préalablement à leur pompage et refoulement. L'évacuation des matériaux se fait au travers d'une conduite flottante. La drague papillonne autour d'un ou deux pieux de travail, si nécessaire à l'aide de deux treuils latéraux (voir figure ci-après). Les matériaux extraits sont pompés et restitués au Rhône dans le lit principal du Rhône.



Figure 5 : Drague aspiratrice (IHC Beaver 40)

La granulométrie des matériaux accumulés est susceptible de varier, des matériaux grossiers (sables grossiers voire graviers) peuvent être déposés dans le méandre. Les rendements d'une telle drague aspiratrice sont les suivants en fonction de la granulométrie :

- 75 m³/h maximum, pour les sables grossiers (1 mm)
- 200 m³/h maximum, pour les sables moyens (0.2 mm)

Les niveaux sonores et vibratoires de la drague aspiratrice seront diminués par :

- le montage sur des dispositifs souples des moteurs diesels ainsi que des pompes, systèmes et tuyauterie
- Le montage du bloc superstructures sur plots élastiques
- L'insonorisation de la salle machine par un matériau d'isolation insonorisant et par des pièges à sons aux niveaux des entrées et sorties de la ventilation de la salle des machines

Pendant la navigation dans la timonerie le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré sur cinq minutes aura un niveau moyen de 68 dB (A) avec un maximum de 70 dB (A). Le moteur d'entraînement de la pompe de dragage sera muni d'un filtre à particules (FAP) d'un modèle approuvé suivant la législation suisse et compatible avec le moteur diesel d'entraînement.

Programmation des travaux de dragage

Sur la base de relevés bathymétriques, le maître d'ouvrage informera l'autorité compétente de la nécessité d'entreprendre un dragage, et la programmation de celui-ci. Pour chaque dragage, il déposera une fiche d'incidence auprès de la DREAL. Cette fiche fixe le volume maximum des sédiments à draguer, la durée maximale des dragages, la période de réalisation, la turbidité maximale à l'aval par rapport à la turbidité à l'amont et les mesures de suivi associées aux travaux. Dans le but de réduire l'impact environnemental des dragages, ceux-ci seront planifiés préférentiellement entre août et octobre (voir tome 2 de l'étude d'impact). A cette période de l'année, l'hydraulicité est par ailleurs relativement importante pendant la journée, permettant ainsi une bonne dilution des matériaux de dragage. Les travaux de dragage seront effectués de manière discontinue entre 6h et 18h, soit au maximum pendant **50% du temps d'une journée**.

Un modèle de fiche d'incidence simplifiée est annexé au tome 2 de cette étude d'impact.

5 ANALYSE DE L'ETAT INITIAL – CARACTERISTIQUES PHYSIQUES

5.1 Localisation de la zone d'étude

Le secteur d'étude correspond à un tronçon du Haut-Rhône compris entre le Nant des Charmilles (douane de Challex) et le pont Carnot, **ce qui représente un linéaire d'environ 12 km**. Cette zone concerne la France (départements de l'Ain et de la Haute-Savoie – région Rhône-Alpes) et la Suisse (Canton de Genève).

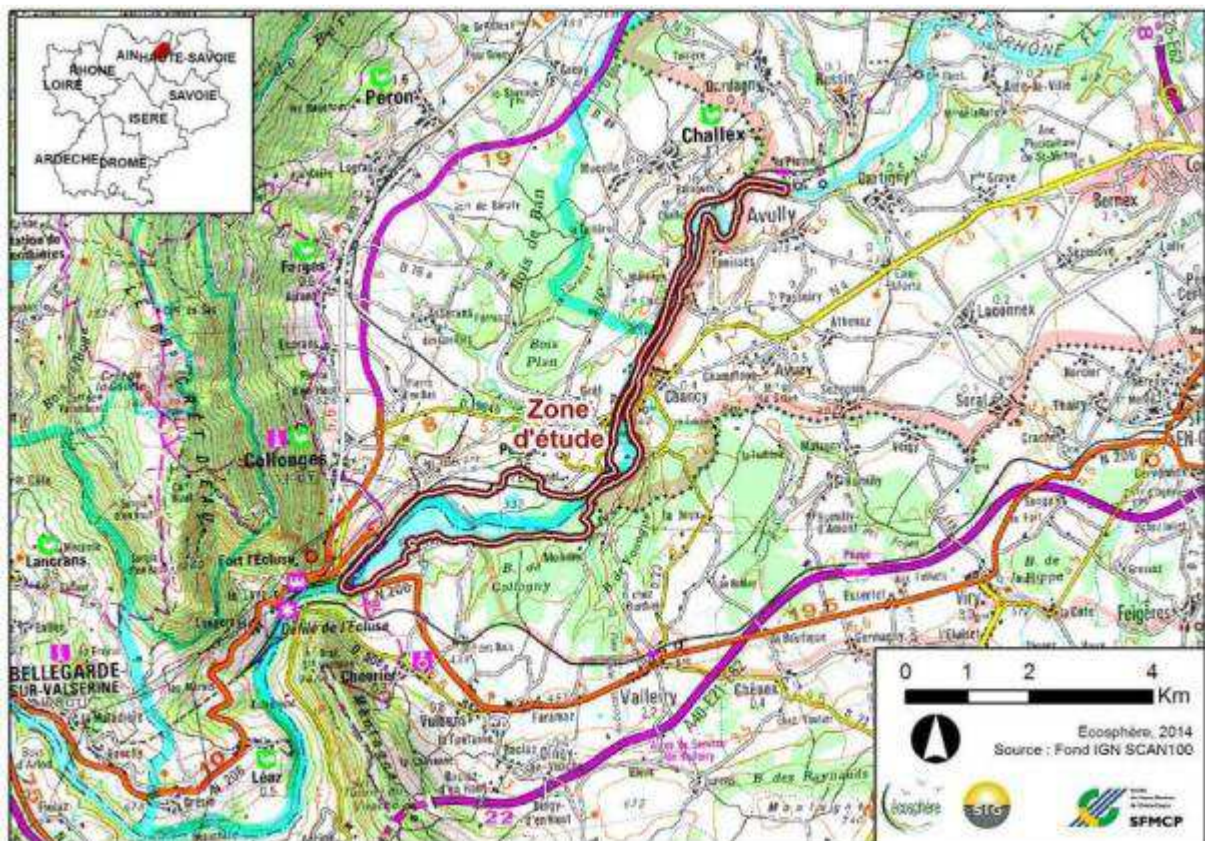


Figure 6 Secteur d'étude et sa situation dans un contexte local et régional

Le tronçon prend en compte les berges ainsi que les milieux annexes et connexes lorsqu'ils sont présents et d'intérêts pour une espèce considérée.

5.2 Contexte climatique

Le Haut-Rhône se situe à l'interface de plusieurs influences climatiques : continentale, océanique et méditerranéenne qui se caractérisent par :

- Des étés chauds (+20°C de température moyenne en juillet et août) avec des précipitations orageuses,
- Des hivers froids (+2 °C en moyenne) et secs,
- Des saisons intermédiaires pluvieuses avec des maxima pluviométriques en mai et octobre.

| Relevé météorologique 1981-2010 | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------|-----------|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|-----------|------------|------------|------------|-------|
| Mois | jan. | fév. | mars | avril | mai | juin | juil. | août | sep. | oct. | nov. | déc. | année |
| Température minimale moyenne (°C) | -1,3 | -1 | 1,6 | 4,8 | 9,1 | 12,3 | 14,4 | 14 | 10,8 | 7,4 | 2,4 | 0,1 | 6,2 |
| Température moyenne (°C) | 1,5 | 2,5 | 6,5 | 9,7 | 14,2 | 17,7 | 20,2 | 19,5 | 15,4 | 11,1 | 5,5 | 2,6 | 10,5 |
| Température maximale moyenne (°C) | 4,5 | 6,3 | 11,2 | 14,9 | 19,7 | 23,5 | 26,5 | 25,8 | 20,9 | 15,4 | 8,8 | 5,3 | 15,2 |
| Record de froid (°C) | -19,9 | -18,3 | -13,3 | -5,5 | -2,3 | 1,3 | 3 | 0,8 | -1,9 | -4,7 | -10,9 | -17 | -19 |
| date du record | 13.1.1968 | 10.2.1956 | 4.3.1965 | 19.4.1849 | 2.5.1836 | 4.6.1962 | 7.7.1962 | 4.8.1844 | 30.9.1843 | 31.10.1997 | 27.11.1989 | 30.12.1964 | |
| Record de chaleur (°C) | 17,3 | 20,6 | 24,9 | 27,5 | 33,9 | 36,5 | 38,3 | 37,6 | 34,8 | 27,3 | 23,2 | 20,8 | 38,3 |
| Nombre de jours avec température maximale ≤ 0 °C | 4,4 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0,4 | 2,2 | 9 |
| Nombre de jours avec température maximale ≥ 25 °C | 0 | 0 | 0 | 0,4 | 3,6 | 12,4 | 20,2 | 17,7 | 5,4 | 0,3 | 0 | 0 | 60 |
| Nombre de jours avec température maximale ≥ 30 °C | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,2 | 2,6 | 6,7 | 5,4 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 15 |
| Ensoleillement (h) | 59 | 88 | 154 | 177 | 197 | 235 | 263 | 237 | 185 | 117 | 66 | 49 | 1 828 |
| Précipitations (mm) | 76 | 68 | 70 | 72 | 84 | 92 | 79 | 82 | 100 | 105 | 88 | 90 | 1 005 |
| dont neige (cm) | 10,8 | 8,1 | 2,8 | 0,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,8 | 7,4 | 32,1 |
| Record de pluie en 24 h (mm) | | | | | | | | 76,1 | 85,2 | | 92,6 | | |
| date du record | | | | | | | | 1978/07 | 1993/09 | | 2002/14 | | |
| dont nombre de jours avec précipitations ≥ 1 mm | 9,5 | 8,1 | 9 | 8,9 | 10,6 | 9,3 | 7,6 | 7,9 | 8,1 | 10,1 | 9,9 | 10 | 109 |
| Humidité relative (%) | 81 | 76 | 69 | 67 | 69 | 66 | 64 | 67 | 73 | 79 | 81 | 81 | 73 |
| Nombre de jours avec neige | 2,5 | 2 | 0,9 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,7 | 2 | 8,2 |

Source : MétéoSuisse [☞](#) (normes), Météo-climat [☞](#) (records)

Figure 7 Données météorologiques pour Genève

5.3 Contexte géologique

5.3.1 Géologie

Le bassin genevois forme une grande dépression géologique, d'origine tectonique, remplie par des sédiments molassiques tertiaires et par les dépôts fluvioglaciaires du quaternaire. Au dessus de la molasse se sont déposés les sédiments glaciaires et fluvio-glaciaires du Quaternaire. Ces derniers sont extrêmement hétérogènes à cause de l'histoire complexe de l'évolution du glacier du Rhône. Dans le bassin genevois, ces dépôts peuvent être divisés en 8 unités distinctes, caractérisées par leur sédimentologie et leur mode de dépôts (Figure 8). En résumé, il y aurait eu trois avancées glaciaires déposant les formations morainiques A, D, et F, séparées par des dépôts proglaciaires de type sandur (unités C et H) ainsi que des dépôts glacio-lacustres (unités B, E et G).

Dans la partie aval du Rhône, deux entités géologiques sont présentes : les terrains marno-calcaires de la chaîne plissée du Jura à l'ouest et la plaine molassique recouverte des dépôts quaternaires du bassin genevois qui s'étend jusqu'aux contreforts des Alpes (Figure 9).

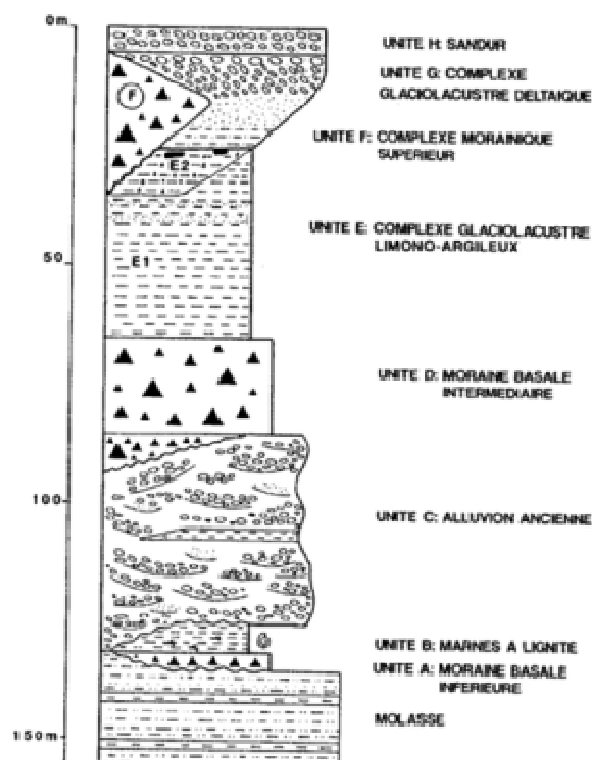


Figure 8 Série stratigraphique type du Quaternaire, bassin genevois (MAYSTRE D.H. & VERGAIN, 1992)

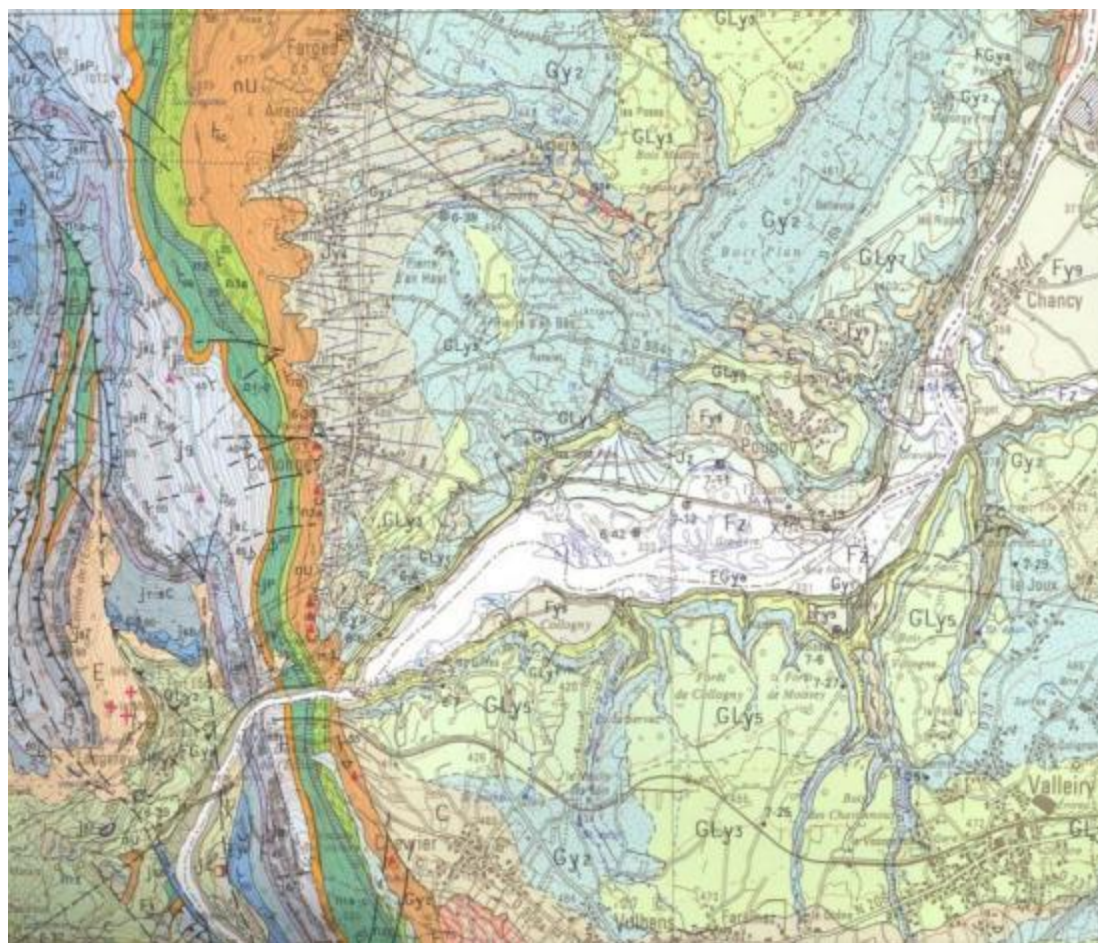


Figure 9 Carte géologique de la région de Chancy jusqu'au Fort de l'Ecluse.

En aval de l'usine de Chancy-Pougny et jusqu'au point frontière, le Rhône présente l'aspect d'un fleuve fortement encaissé sur un tronçon droit. Ces berges du Rhône sont sujettes à des mouvements de terrain depuis des siècles. Ces mouvements résultent de la nature même de ces versants, formés par l'incision du Rhône dans des matériaux alluvionnaires fins tels que les argiles du retrait glaciaire. Sur tout le secteur compris entre l'usine de Chancy-Pougny et la frontière française, le lit du Rhône s'est abaissé en moyenne de plus d'un mètre depuis la construction du barrage. Les raisons de cet abaissement sont diverses (entre autres extraction du gravier dans le Rhône à l'aval du pont de Chancy), mais le déficit de charriage, entraîné par la surexploitation des graviers sur le cours de l'Arve avant le milieu des années 80, constitue probablement la raison prépondérante. De la fin de la zone garnie d'enrochements à l'aval de l'usine jusqu'à la frontière française, les terrains en contact avec la surface du Rhône sont tous très sensibles à l'érosion. L'agent principal d'érosion sur ce secteur est le courant qui peut y être important et qui induit une érosion très rapide. Cette érosion active empêche notamment l'obstruction du Rhône par les deux masses en glissement au niveau de Chancy, ce qui ne stabilise cependant pas ces deux mouvements. Les mouvements de terrain se sont accélérés au cours de la seconde moitié du XX^{ème} siècle et des travaux ont été proposés à la hauteur du pont de Chancy (GEOS, 1995). Ces travaux ont été réalisés en 2000 et ont consisté en :

- La création d'un seuil en aval du pont de Chancy au PK 25.99
- La construction d'un mur de soutènement à Chancy
- La création des épis en enrochement et génie biologique en rive gauche.

Les deux glissements de Chancy (Figure 10), Chancy-village et Chancy-Pougny, sont suivis annuellement par un bureau de géomètres et leurs mouvements sont analysés par un bureau d'environnement. Leurs déplacements sont stables.

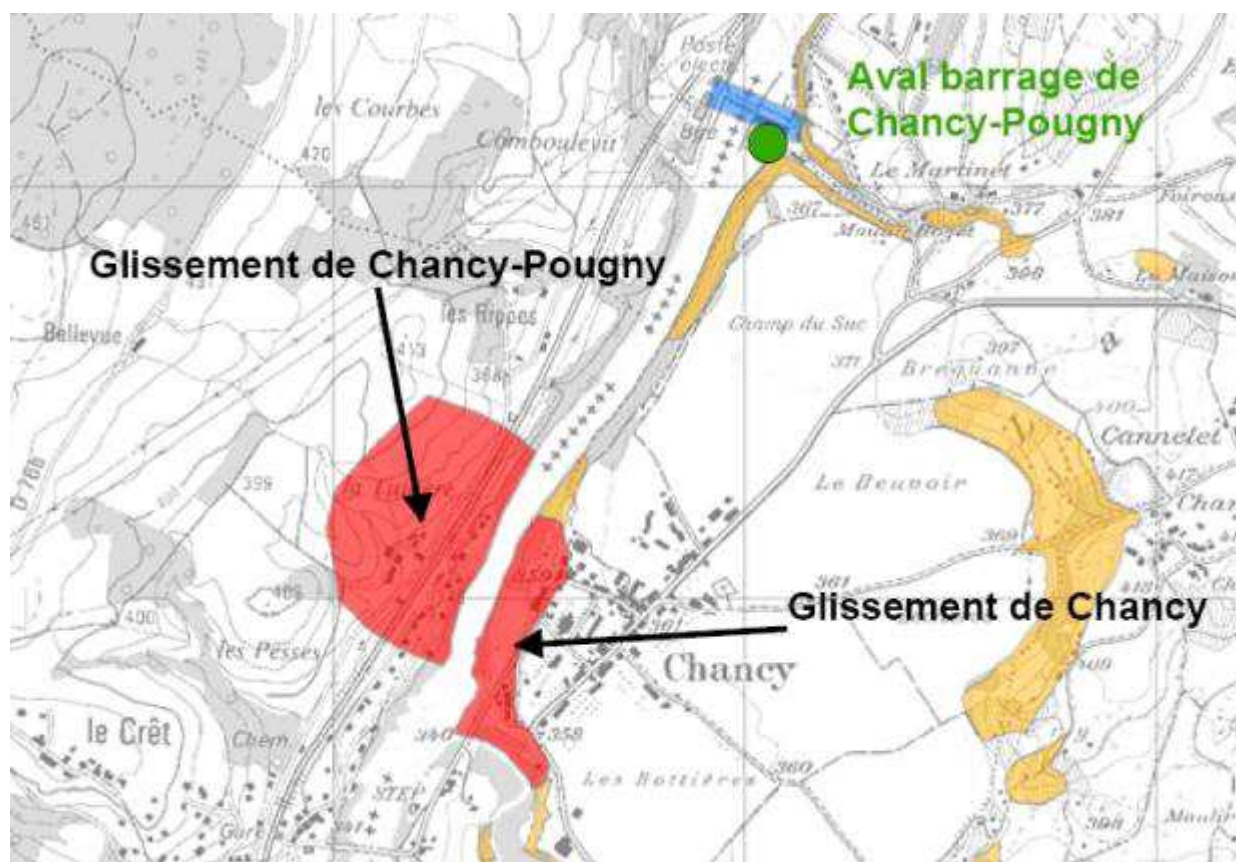


Figure 10 Position des glissements de Chancy

En aval de ce tronçon, la plaine alluviale s'ouvre principalement en rive française et le fleuve butte contre l'éperon molassique du Bois de Fargout. Le pied de l'éperon a été renforcé en 1990 par la pose d'épis en enrochement suite au tassement de la route desservant le site de Vers-Vaux.

5.3.2 Morphologie

En aval de l'usine de Chancy-Pougny et jusqu'au point frontière, le Rhône présente l'aspect d'un fleuve fortement encaissé sur un tronçon droit.

A la hauteur du site de l'Etournel, le lit du Rhône s'élargit et mesure entre 100 m et 300 m de large. La zone humide de l'Etournel est la conséquence de la création du barrage de Génissiat qui a fait monter le niveau des eaux de plus de 5 m dans ce secteur. Puis le lit du Rhône se rétrécit considérablement au travers du défilé du Fort de l'Ecluse, entaille formée dans les dépôts marco-calcaire du Jura et du Vuache. Il rencontre successivement des dépôts crétacés et jurassiques avant de retrouver la molasse Burdigalienne dans le bassin de Bellegarde (Figure 9).

5.3.3 Pédologie

A proximité du Rhône, les sols sont en général constitués d'une couche superficielle de limons de quelques dizaines de centimètres à plus d'un mètre posée sur un horizon plus épais d'alluvions grossières à base de sables, graviers et galets sur des épaisseurs souvent importantes. L'ensemble repose sur la molasse oligocène ou miocène selon les zones.

5.4 Contexte hydrogéologique

Dans le bassin genevois, l'extension des nappes souterraines principales est dictée par la morphologie du toit de la molasse à la fin du Tertiaire. En particulier les nappes d'eau sont contrôlées par la géométrie des sillons : les anciens talwegs peuvent atteindre la cote 300 msm. Ces sillons sont remplis par les formations glaciaires quaternaires. Les aquifères les plus productifs sont des graviers sableux à lentilles de sable, limons et argiles à blocs (BRGM, 1997).

Ces dépôts sont fortement perméables et leur grande étendue et profondeur, ainsi que leur faible vulnérabilité, en font une réserve importante en eau potable du canton de Genève et des territoires limitrophes. Ainsi, dans le canton de Genève, 20% de l'eau potable provient de l'aquifère appelé nappe du Genevois. Les exutoires naturels présumés de cette nappe sont au nombre de quatre. Le premier de ces exutoires est le Rhône à la hauteur de Vers-Vaux et est probablement le principal en termes de flux.

La nappe d'accompagnement du Rhône a été perturbée par les constructions des barrages hydroélectriques sur le fleuve. A Chancy-Pougny, le niveau s'est élevé de 3 m et à Pougny-l'Etournel le remous du barrage de Génissiat est perceptible.

Le Haut-Rhône, de sa sortie du territoire suisse jusqu'à Seyssel, s'écoule dans une vallée encaissée dans des gorges calcaires avec une nappe de sous-écoulement très limitée (Pougny – Pont Carnot).

Les nappes phréatiques de la zone de Chancy sont la nappe principale du Rhône, la nappe du genevois et celle de Chancy (nappe superficielle).

Le comportement de la nappe est mal connu dans cette zone mais un de ses exutoires principal est le Rhône entre Vers-Vaux et le Longet. Il n'y a pas de suivi piézométrique dans cette zone, sauf un

sondage au chemin des Raclerets mais qui se trouve dans la nappe de Chancy (moyenne de 356.6 msm). Le niveau moyen de la nappe dans cette zone est de 365 msm, puis elle plonge certainement pour rattraper le niveau du Rhône.

Pour un travail de master (COHEN, 2008), deux sondages ont été implantés en aval du site de Vers-Vaux. Un suivi de la nappe a été réalisé pendant 3 semaines. Les battements de la nappe dans cette zone fluctuent en fonction du niveau du Rhône, avec un décalage plus ou moins prononcé selon l'éloignement. Le niveau moyen se situe à environ 331.2 msm.

Récemment, le Service géologique du canton de Genève (GESDEC) a procédé à deux forages de 70 m qui permettront de préciser le contexte hydrogéologique de cette zone du canton peu connue.

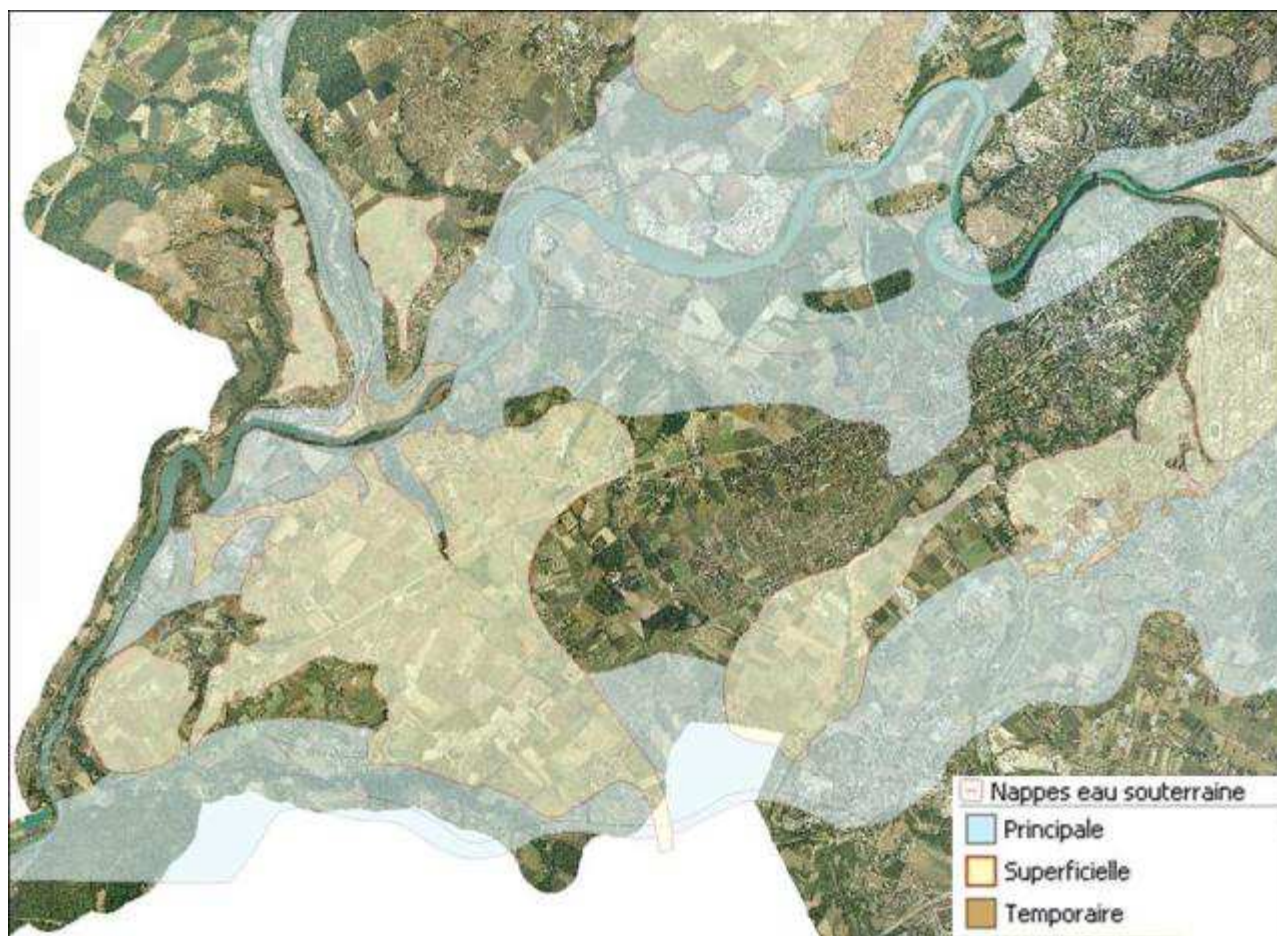


Figure 11 Carte des aquifères sur le territoire genevois.

5.5 Contexte hydrologique et hydraulique

5.5.1 Réseau hydrographique

De son glacier à son embouchure dans la mer Méditerranée, en passant par le lac Léman, le Rhône coule sur 812 km, dont 290 km en Suisse (inclus le lac Léman) et de ceux-ci 27,2 km sur territoire genevois. Sur le tronçon étudié, le Rhône reçoit les affluents suivants : l'Allondon (RD), le nant des Crues (RG), le nant des Charmille (RD), le nant de Couchefatte (RG), la Laire (RG), l'Annaz (RD), le Longet (RG), le nant de Vosogne (RG) et la Couvatannaz (RG).

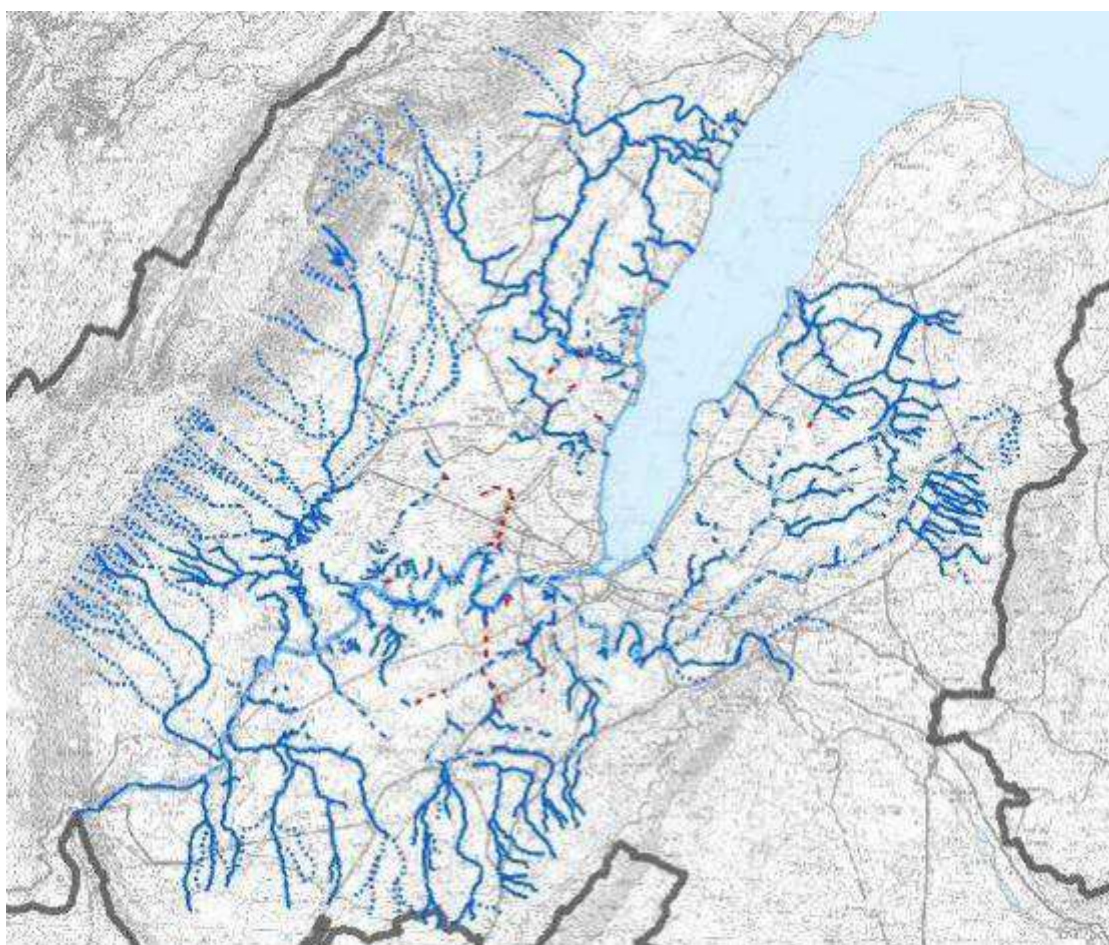


Figure 12 Réseau hydrographique du bassin genevois

5.5.2 Hydrologie

Le bassin versant du Rhône à Chancy est de 10'294 km², dont 1'985 km² pour celui de l'Arve. Environ 8'000 km² sont contrôlés par le lac Léman dont la capacité de retenue (582 km² pour 89 km³) permet un réglage journalier du débit de l'émissaire et un écrêtage des crues. En conséquence, les crues de l'Arve peuvent atteindre un débit plus important que celles du Rhône émissaire. Le bassin versant total du Rhône est de 95 500 km².

Le régime est caractérisé comme nivo-pluvial. Il présente deux périodes d'étiage, l'une estivale (août-septembre) et l'autre hivernale (janvier et février). Les débits maxima sont observés de mai à juillet et correspondent à la fonte des neiges du versant alpin. Ce régime est caractéristique des rivières alpines de faible altitude ainsi que du Rhône jusqu'à la confluence avec l'Ain qui induit un régime pluvial avec un fort contraste entre les hautes eaux de l'automne-hiver et les étiages de l'été (juillet à septembre), tel qu'il se constate sur la rivière d'Ain.

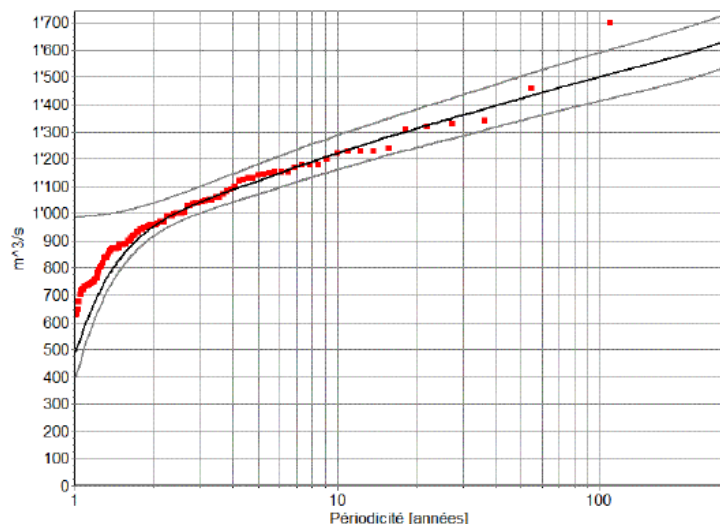
Toutefois, le régime hydrologique du Rhône entre le lac et la frontière est fortement influencé par les barrages du Seujet, de Verbois et de Chancy-Pougny. Au niveau du tronçon étudié, l'hydrologie du Rhône dépend directement de la retenue de Verbois, dont l'exploitation est réglementée (Règlement d'application de la concession de la force motrice hydraulique du Rhône pour l'exploitation de l'usine hydroélectrique de Verbois, 24 février 1999). Ce régime implique de très fortes variations journalières (influence de l'exploitation hydroélectrique) avec des valeurs planchers (débit minimum imposé) plus basses du 1^{er} octobre au 30 avril qu'entre le 1^{er} mai et le 30 septembre.

Les données hydrologiques du Rhône sont relevées à la station hydrométrique de Chancy – aux Ripes située quelques centaines de mètres en amont de la confluence avec la Loire.

Les statistiques des débits de crues entre 1904 et 2012 indiquent les caractéristiques suivantes :

Statistique des pointes annuelles de la période d'étude 1904- 2012 +02 années):

| | | | |
|---------------------------|-------------------------------|---------------------------|------------------------------|
| pointe annuelle maximale: | 1700 m ³ /s (1944) | pointe annuelle minimale: | 627 m ³ /s (1921) |
| Valeur moyenne: | 973.2 m ³ /s | Ecart-type: | 188.42 |
| Médiane: | 960 m ³ /s | Coefficient de variation: | 0.194 |
| | | Coefficient d'asymétrie: | 0.66 |
| | | Coeff. d'aplatissement: | 1.107 |



Distribution: Log-Pearson-III
Intervalle de confiance: 95%

| Périodicité [années] | Débit [m ³ /s] |
|----------------------|---------------------------|
| 2 | 954 |
| 5 | 1122 |
| 10 | 1222 |
| 30 | 1362 |
| 50 | 1423 |
| 100 | 1502 |
| 300 | 1633 |

Figure 13 Station OVEF Statistiques des pointes annuelles de la période 1904-2012

Les débits moyens du Rhône sont de 180 m³/s à l'entrée du lac Léman et 250 m³/s à la sortie du lac à Genève. Après avoir reçu l'Arve et l'Allondon, il a un débit de 350 m³/s à Chancy. Après avoir quitté le canton de Genève, le débit du Rhône augmente avec l'Ain, la Valserine et le Fier pour arriver au débit de 600 m³/s à Lyon avant le confluent de la Saône, ce qui le porte à 1030 m³/s à la sortie de Lyon. Puis il reçoit l'Isère et atteint 1400 m³/s à Valence. S'ajoutent ensuite les affluents cévenols et ceux des Alpes méridionales. Le débit moyen du Rhône est de 1700 m³/s à Beaucaire, avant son arrivée dans la méditerranée.

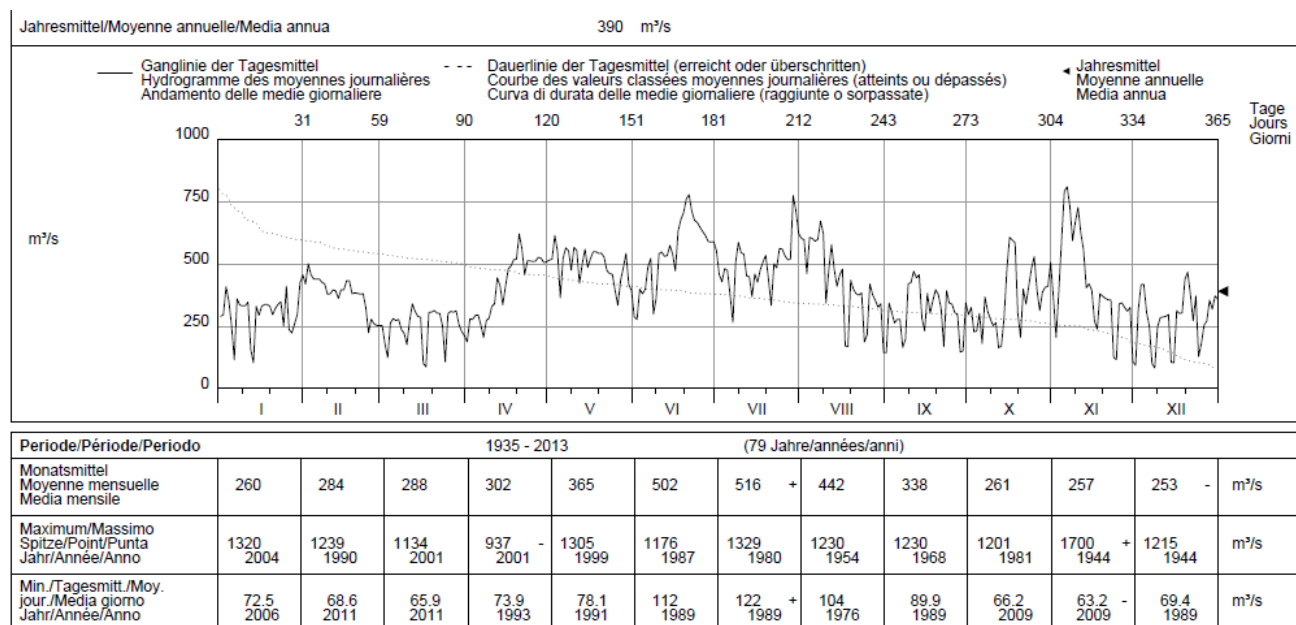


Figure 14 : Station OFEV des Ripes : Hydrogramme des moyennes journalières 2013, et extrêmes des moyennes journalières (1935-2013)

Le débit de crue est limité par la capacité du lit du Rhône à Genève. La crue maximum observée à Chancy date de 1944 (1700 m³/s).

Le graphique Figure 15 montre la variation du niveau d'eau à la station fédérale de Vers-Vaux, située à 340 mètres en aval de l'île de Vers-Vaux. Il montre que les niveaux d'eau atteignent effectivement leur minimum durant les heures creuses de consommation d'énergie (nuits et weekends) et leur maximum durant la journée.

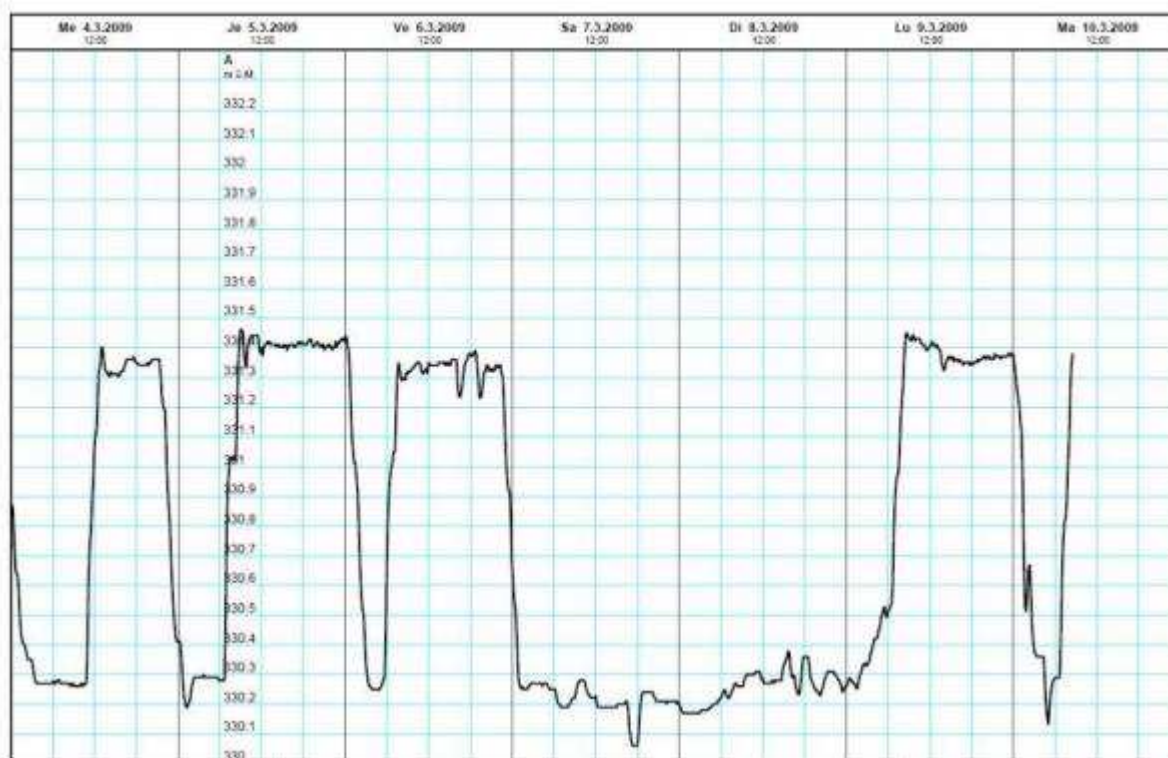


Figure 15 Variation du niveau du Rhône à la station de Vers-Vaux (aval Chancy-Pougny).

5.6 Contexte fluvio-morphologique et transport solide

L'Arve, premier affluent du Haut-Rhône à l'aval du lac Léman, draine un bassin versant de 1985 km². La rivière prend sa source dans les montagnes du massif du Mont-Blanc, en Haute-Savoie et conflue avec le Rhône en ville de Genève, après un parcours de 104.5 kilomètres, dont les 8.8 derniers kilomètres sont en territoire suisse. L'Arve est le principal contributeur au flux de sédiments du Rhône genevois.

5.6.1 Granulométrie des sédiments apportés par l'Arve

Le transport solide de la rivière couvre une large gamme de matériaux. On distingue classiquement deux modes de transport : le transport par charriage sur le fond des alluvions grossières et le transport en suspension des sédiments fins. La transition entre les deux modes de transport se situe en général dans les sables (entre 0.2 et 1 mm).

- La charge de fond ou transport par charriage concerne les matériaux grossiers (graviers, sables grossiers) qui sont en mouvement principalement lors des crues importantes de l'Arve.
- La charge en suspension qui concerne les matériaux fins (sables fins, limons) et qui est faible en période de basses eaux (quelques dizaines de mg/l) et qui peut dépasser 10 g/l pendant les orages violents.

Les classes de taille des matériaux (graviers/gravel, sables/sand, limons/silt, argiles/clay) sont définies comme suit (source : Reservoir Sedimentation Handbook, G. L. Morris, J. Fan) :

| Size class | <u>Grain diameter, mm</u> | |
|-------------|---------------------------|--------|
| | Min. | Max. |
| Gravel: | | |
| Very coarse | 32 | 64 |
| Coarse | 16 | 32 |
| Medium | 8 | 16 |
| Fine | 4 | 8 |
| Very fine | 2 | 4 |
| Sand: | | |
| Very coarse | 1 | 2 |
| Coarse | 0.5 | 1 |
| Medium | 0.25 | 0.5 |
| Fine | 0.125 | 0.25 |
| Very fine | 0.062 | 0.125 |
| Silt: | | |
| Coarse | 0.031 | 0.062 |
| Medium | 0.016 | 0.031 |
| Fine | 0.008 | 0.016 |
| Very fine | 0.004 | 0.008 |
| Clay: | | |
| Coarse | 0.002 | 0.004 |
| Medium | 0.001 | 0.002 |
| Fine | 0.0005 | 0.001 |
| Very fine | 0.00024 | 0.0005 |

Dans ce rapport, les « sédiments fins » ou de « matériaux fins » indiquent la fraction granulométrique incluant les limons (silts) et les sables fins, soit la fraction granulométrique dont le diamètre est inférieur à 0.25 mm.

5.6.2 Transport des matériaux fins de l'Arve

Quantification des apports de l'Arve

De nos jours, l'Arve transporte principalement des matières en suspension (MES). Le flux de MES entrant dans la retenue de Verbois est en moyenne de 1'000'000 de tonnes par année (soit environ 700'000 m³/an).

Pendant les crues moyennes de l'Arve, les concentrations en MES dans l'Arve peuvent naturellement atteindre 5 g/l. Lors des crues importantes, les concentrations peuvent dépasser 10 g/l. Dans le Rhône, avec l'effet de dilution du Léman, les concentrations dans le Rhône atteignent régulièrement 1 à 2 g/l, mais peuvent dépasser 5 g/l.

Bilan des flux solides en suspension sur le Rhône genevois

Une évaluation fiable des apports moyens est importante pour optimiser la gestion des flux sédimentaires à travers les aménagements hydro-électriques du Haut-Rhône. Nous pouvons estimer les flux solides (matériaux fins) sur le Rhône genevois :

| | Flux entrant en Suisse | Stockage Verbois | Stockage Chancy-Pougny | Flux sortant de Suisse |
|------------------------------|------------------------|------------------|------------------------|------------------------|
| Volume [Mm ³ /an] | 0.70 à 0.90 | 0.36 | 0.018 | 0.35 à 0.55 |
| Masse [Mt/an] | 1.00 à 1.20 | 0.50 | 0.025 | 0.50 à 0.70 |

5.6.3 Transport des matériaux grossiers

Transport par charriage sur l'Arve

L'Arve transporte également des matériaux grossiers, composés de sables grossiers et de graviers. Les flux moyens annuels pour ces matériaux sont estimés depuis 2008 entre 10'000 et 15'000 m³/an, soit 1 à 2% des matériaux transportés par l'Arve.

D'après les observations récentes, ces matériaux semblent venir en majorité de la Menoge, affluent qui rejoint l'Arve au niveau de Vétraz-Monthoux (74). Le fait que la confluence de la Menoge est proche de la frontière suisse et que le volume de matériaux potentiellement mobilisable sur son cours est important, conforte cette hypothèse.

Les matériaux grossiers sont stockés principalement sur le cours aval de l'Arve (entre la digue Reichlen et la Jonction) et entre la Jonction et la STEP d'Aïre, les vitesses n'étant pas suffisantes pour les faire transiter le long de la retenue de Verbois en exploitation normale.

L'arrêt de l'exploitation du gravier dans la vallée de l'Arve devrait permettre la recharge du cours d'eau et le retour du gravier de l'Arve d'ici quelques décennies.

Le gravier ne peut pas transiter par la retenue de Verbois pendant les conditions normales d'exploitation, même lors des crues importantes. Il faut relever que les 21 vidanges complètes de la retenue de Verbois pratiquées entre 1944 et 2012 ont permis de transporter les matériaux grossiers. Lors de la chasse de juin 2012, il a été démontré que 40'000 m³ de graviers et sables grossiers

accumulés entre la Jonction et la STEP d'Aire ont été déplacés plus en aval. Des dépôts de graviers en aval du barrage de Verbois ont également été constatés.



Figure 16 Dépôt de sédiments grossiers à l'aval direct du barrage (juin 2012)

Transport par charriage sur l'Allondon

L'Allondon est un affluent du Rhône situé en aval du barrage de Verbois, en amont de la retenue de Chancy-Pougny. Le transport par charriage est possible sur ce cours d'eau pour des débits supérieurs à 15 m³/s, soit environ 6 jours par an. Les débits solides par charriage théoriques estimés se situent entre 10'000 m³/an et 25'000 m³/an. Ces matériaux ne peuvent pas transiter par la retenue de Chancy-Pougny pendant l'exploitation normale ; ils peuvent quitter la retenue de Chancy-Pougny en cas d'abaissement de celle-ci, pendant les vidanges complètes précédentes.

5.6.4 Rythme de comblement des retenues genevoises et profil d'équilibre

Retenue de Verbois

Le comblement moyen annuel de la retenue de Verbois est estimé à 360'000 m³/an. Cette estimation se base sur les mesures bathymétriques de SIG réalisées depuis plusieurs décennies. En tenant compte d'une densité moyenne de 1400 kg/m³ pour les matériaux de l'Arve, nous pouvons considérer un stock massique moyen annuel de 0.50 Mt/an dans la retenue de Verbois. Potentiellement le stock sédimentaire annuel peut dépasser 450'000 m³/an.

En l'absence de vidanges-chasses ou d'autres moyens permettant un transit sédimentaire efficace, la retenue de Verbois se comble très rapidement. Ce comblement s'effectue jusqu'à l'atteinte d'un équilibre dynamique morphologique situé autour de 8.5 millions de mètres cubes, au-delà duquel les vitesses seront suffisamment importantes pour empêcher la sédimentation dans la retenue. A partir d'un niveau de comblement initial de 2.94 Mm³, il faut envisager un équilibre en moins de vingt ans si aucune action n'est entreprise.

Un transfert des dépôts à l'aval des usines hydro-électriques genevoises s'effectuait entre 1945 et 2003 grâce aux vidanges-chasses organisées sur un rythme triennal en moyenne (20 opérations), en

concertation avec la Compagnie Nationale du Rhône. La dernière vidange-chasse a eu lieu en juin 2012, après 9 années de comblement de la retenue de Verbois.

Le système de gestion par vidanges complètes triennales a ainsi permis de maintenir la majeure partie du volume utile initial de la retenue (environ 15 millions m³). Le volume résiduel (comblement cumulé) était en juin 2012 de 3 millions de m³; la retenue étant alors comblée à 20%. Le bilan de la chasse de juin 2012 montre (rendement de 83%) qu'il est possible de déstocker une quantité importante de sédiments malgré 9 années sans chasse. Les sédiments stockés dans la retenue de Verbois sont peu cohésifs et l'état de comblement de la retenue est réversible à moyen terme, en appliquant un protocole de chasse adapté. Après la vidange-chasse de juin 2012, le stock accumulé dans la retenue de Verbois s'élevait à 2.94 Mm³.

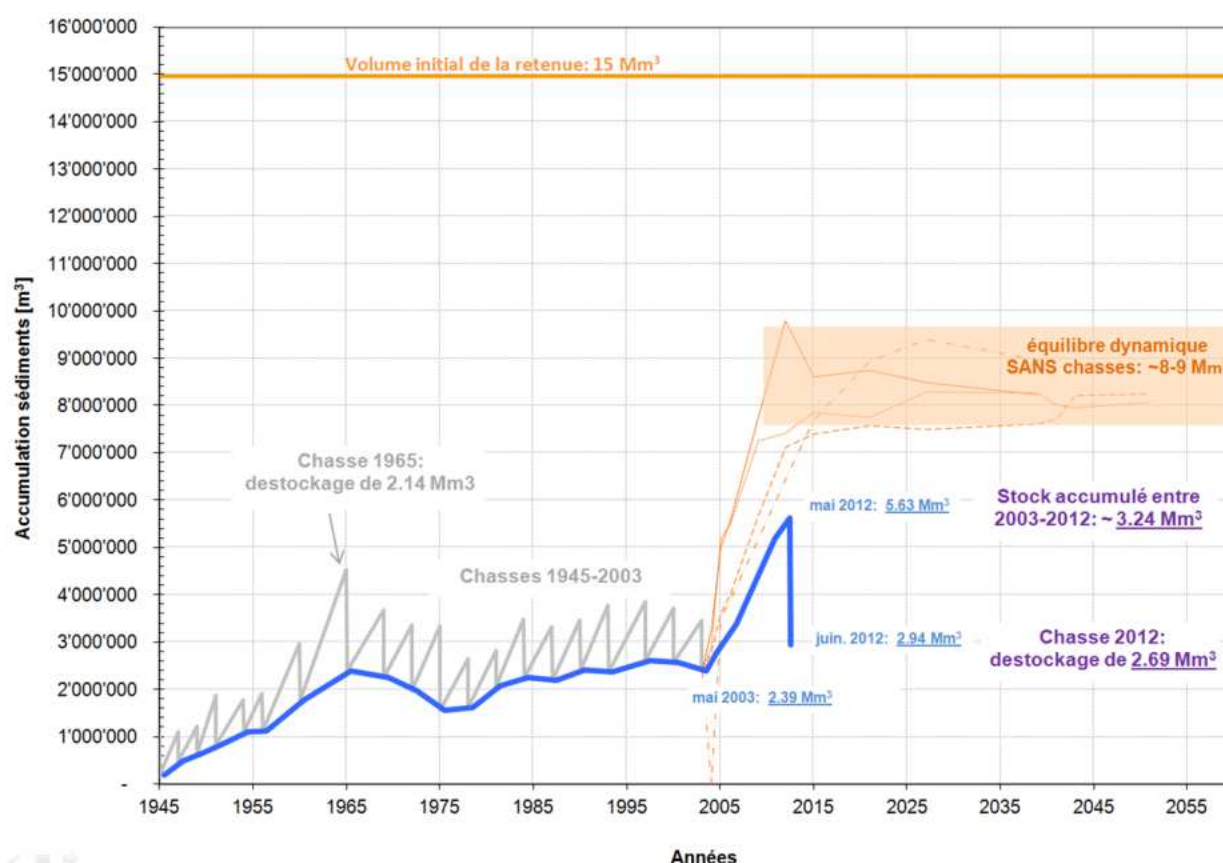


Figure 17 : Evolution du niveau de comblement de la retenue de Verbois entre 1945 et 2012

Retenue de Chancy-Pougny

Avant un éventuel équilibre de la retenue de Verbois, la retenue de Chancy-Pougny se comble lentement. Ce rythme de comblement sera plus important si la totalité des flux de l'Arve parvient dans la retenue de Chancy-Pougny.

Les études hydrauliques (Aquavision, 2006) indiquent qu'en cas de gestion passive (absence de chasses ou extraction des matériaux), la retenue de Chancy-Pougny se comblerait jusqu'à l'atteinte d'un volume d'équilibre à partir duquel les sédiments fileraient directement dans la retenue de Génissiat. Ce volume d'équilibre est évalué à environ 1.2 Mm³. Cette retenue possédant un volume utile relativement réduit, un comblement de quelques centaines de milliers de m³ est susceptible de faire monter les lignes d'eau de manière significative.

5.6.5 Situation de comblement des retenues en mai 2016

Situation de comblement de la retenue de Verbois

Un levé bathymétrique réalisé en mai 2014 sur la retenue de Verbois a montré une situation de comblement de 3.76 Mm³. En supposant une variation de stock annuelle de 360'000 m³, nous pouvons prévoir une situation de comblement d'environ 4.5 Mm³.

Situation de comblement de la retenue de Chancy-Pougny

Une variation de stock positive de 200'000 m³ de matériaux a été constatée dans la retenue de Chancy-Pougny suite à la vidange-chasse de juin 2012. Des dépôts s'étaient constitués entre le Nant des Charmilles et le barrage de Chancy-Pougny (figure 4, zones en jaune et orange). Ces dépôts étaient particulièrement importants dans le méandre d'Epeisses. Entre 2013 et 2014, des opérations d'accompagnement de crues d'Arve ont permis de déplacer les sédiments en aval du méandre mais ces matériaux subsistent dans la retenue de Chancy-Pougny.

Cette accumulation de 0.2 Mm³ a eu un impact important sur les lignes d'eau. Dans le cadre des opérations de 2016, il sera nécessaire de faire transiter ces matériaux et éviter qu'un stockage se reproduise pendant les opérations.

5.6.6 Contexte fluvio-morphologique en aval de Chancy-Pougny

La zone alluviale de Vers-Vaux se situe à la sortie du méandre du Bois de Fargout. A ce niveau, le Rhône coule librement, sans stabilisations en rive gauche et sans influence des barrages sur les lignes d'écoulement, mais le caractère alluvial est assez peu évident, que ce soit au niveau de l'interface eau-terre ou de la partie terrestre.

Les calculs de COHEN (COHEN, 2008) pour étudier la possibilité du rajeunissement des dépôts alluviaux dans la zone de Vers-Vaux montrent qu'il n'y a actuellement pas de charriage possible de matériaux grossiers. De plus, l'abaissement du lit du Rhône (incision) et des lignes d'écoulement font que les eaux du Rhône ne débordent plus du lit majeur, empêchant ainsi toute revitalisation des caractéristiques alluviales des rives adjacentes.

Des apports grossiers par érosion depuis le bassin versant sont marginaux. La retenue de Génissiat n'a guère provoqué de piégeage de graviers en amont. La fosse d'extraction de l'Etournel située à l'entrée de la retenue se comble essentiellement avec des limons lors des crues du Rhône.

La partie en amont du pont Carnot est caractérisée par des dépôts limono-sableux en bordure et par des sables et graviers au centre du chenal. En aval de pont Carnot jusqu'à Eloise, l'étranglement des gorges induit des vitesses d'écoulement importantes où ne se maintiennent que des éléments de fortes granulométries et des passages de roche mère. Plus en aval et jusqu'au barrage de Génissiat, les gorges s'élargissent progressivement, les vitesses diminuent et la hauteur d'eau augmente considérablement favorisant la décantation. L'essentiel de la partie aval de la retenue de Génissiat est caractérisée par des dépôts sableux et/ou limoneux.

5.7 Qualité des eaux

Certains éléments sont tirés du rapport d'impact de la CNR (2014).

5.7.1 Masses d'eau (DCE & SDAGE)

La Directive Cadre Européenne sur l'Eau (DCE), adoptée le 23 octobre 2000, permet à l'Union Européenne d'organiser la gestion des eaux intérieures de surface, souterraines, de transition et côtières. Ceci essentiellement en vue de prévenir et de réduire leur pollution.

Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux du bassin Rhône-Méditerranée (SDAGE), mis à jour en 2009, répond aux ambitions de la DCE en constituant un outil de mise en œuvre. En effet, le SDAGE fixe désormais des objectifs pour chaque masse d'eau (plans d'eau, tronçons de cours d'eau, estuaires, eaux côtières, eaux souterraines) du bassin. L'atteinte du « bon état » en 2015 est un des objectifs généraux, sauf exemptions ou procédures particulières (masses d'eau artificielles ou fortement modifiées). Le SDAGE 2016-2021 est en cours d'élaboration, l'état des lieux correspondant a été validé fin 2013.

Masses d'eau superficielles

Sur le périmètre d'étude, la masse d'eau de surface concernée est la FR-DR-2000 : Le Rhône de la frontière suisse au barrage de Seyssel. Cette masse d'eau est identifiée comme une masse d'eau fortement modifiée (MEFM) en raison des fortes modifications hydro-morphologiques liées aux aménagements hydroélectriques. L'état écologique de cette masse d'eau superficielle, estimé en 2009, est bon. Son état chimique en 2009 est également jugé bon. Le délai maximum d'atteinte du bon état écologique (ou bon potentiel écologique pour les MEFM) et du bon état chimique est fixé à 2015. Ce niveau de qualité est déjà atteint en 2009.

| Masses d'eau superficielles | | Etat écologique en 2009 | Délai pour attendre le bon état écologique pour les MEN et le bon potentiel écologique pour les MEFM des eaux | Etat chimique en 2009 | Délai maximum pour attendre le bon état chimique des eaux |
|-----------------------------|------|-------------------------|---|-----------------------|---|
| FR-DR-2000 | MEFM | 2 (bon) | 2015 | 1 (bon) | 2015 |

Masses d'eau souterraines

Sur le périmètre d'étude, la masse d'eau souterraine concernée est la FR_DO_511 : Formation variée de l'Avant Pays Savoyard dans le bassin versant du Rhône (voir figure ci-après). Les états quantitatif et chimique de cette masse d'eau souterraine, évalué en 2009 dans le cadre du SDAGE 2010-2015 en vigueur, sont bons.

| Masse d'eau souterraine | Etat quantitatif | | Etat chimique | |
|-------------------------|------------------|--|---------------|---|
| | Etat en 2009 | Délai max. pour atteindre le bon état quantitatif des eaux | Etat en 2009 | Délai max. pour atteindre le bon état chimique des eaux |
| FR-Do-511 | bon | 2015 | bon | 2015 |

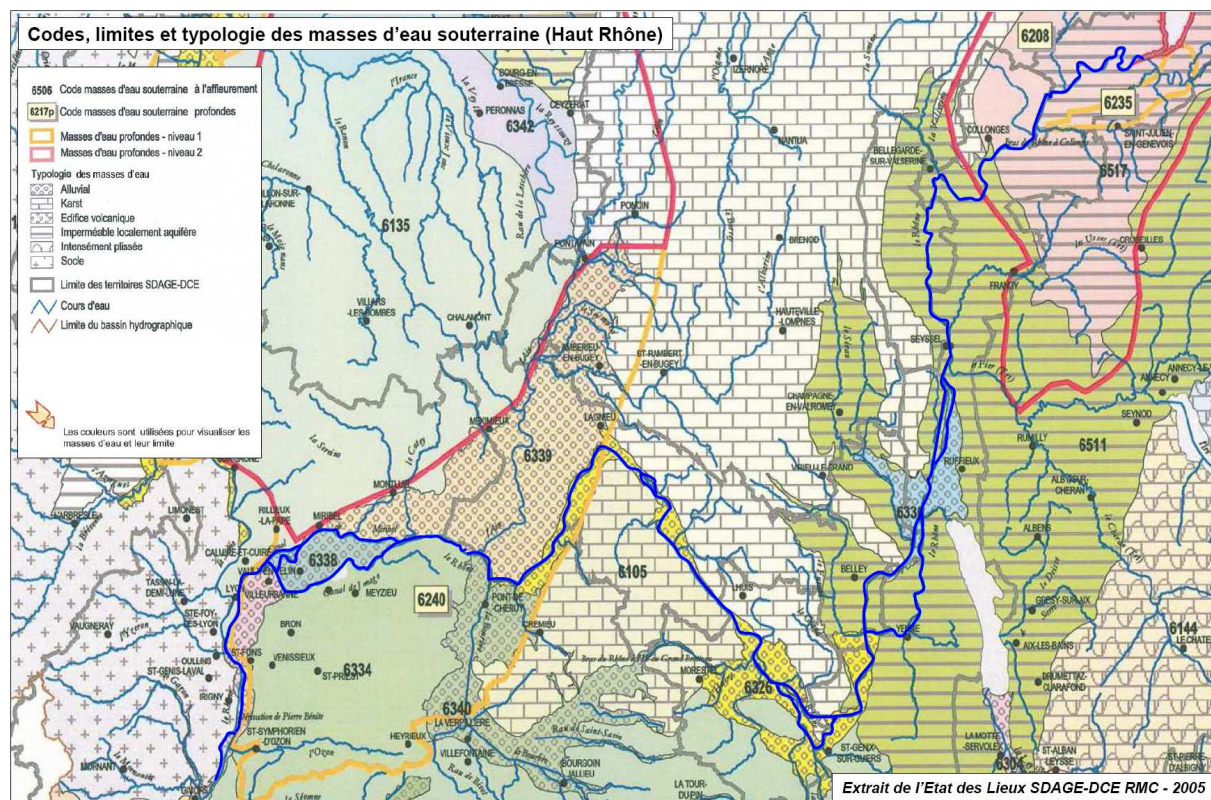


Figure 18 : Codes, limites et typologie des masses d'eau souterraines (Haut-Rhône)

5.7.2 Qualité des eaux de surface

Qualité physico-chimique globale des eaux à l'échelle de la zone d'étude

L'évaluation de la qualité physico-chimique des eaux de surface est basée sur les données issues des campagnes de suivis du Service de l'écologie des cours d'eau du Canton de Genève (SECOE) et du Système d'Information sur l'Eau du bassin Rhône Méditerranée. La station exploitée pour le premier tronçon du Haut-Rhône français est celle du réseau de l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée sur le Haut-Rhône : PK187.00 : station de Pougny (06065700).

Les paramètres de la pollution oxydable (matières organiques, oxygène, ..) sont à des valeurs satisfaisantes (très bonne la majorité du temps) pour l'ensemble des stations de la zone d'étude.

Sur les tronçons suisses, la qualité des eaux concernant ces paramètres est bonne à très bonne en 2008. Une mise à jour des données est attendue pour 2015 (service de l'écologie de l'eau du canton de Genève).

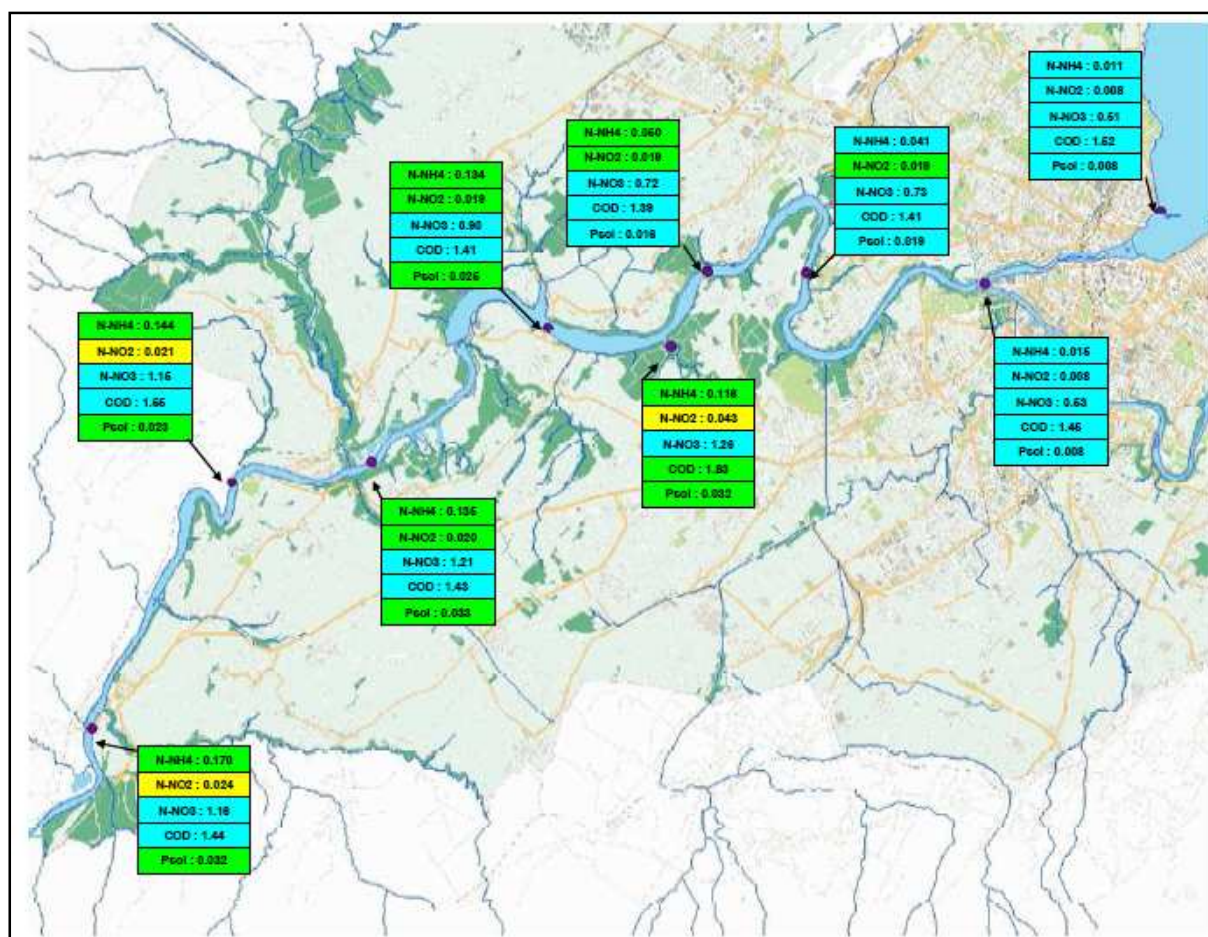


Figure 19 Classification de l'état chimique du Rhône genevois en 2008. Pollution par les nutriments (mg/l) (SECOE, 2008).

Le tableau ci-après présente les chroniques des stations RNB du Haut-Rhône, entre 1997 et 2013, sur les paramètres "oxygène dissous (O_2)" et "ammonium (NH_4)". Ces deux paramètres présentent une classe de qualité variant de bonne à très bonne sur l'ensemble du Haut-Rhône.

Tableau 2 Taux d'oxygène dissous et d'ammonium, moyen, maximal et minimal sur les stations du Haut-Rhône (1997-2013).

| STATIONS RNB (1997-2013) | O_2 (mg/l) | | | NH_4 (mg/l) | | |
|--------------------------|--------------|-------|-------|---------------|-------|------|
| | MIN | MAX | MOY | MIN | MAX | MOY |
| Pougny | 6.00* | 15.90 | 10.13 | 0.05 | 2.90* | 0.16 |
| Culoz | 7.30 | 17.00 | 10.16 | 0.05 | 0.61 | 0.13 |
| Murs-et-Gélignieux | 6.70 | 12.80 | 10.06 | 0.05 | 0.42 | 0.13 |
| Saint-Sorlin-en-Bugey | 7.50 | 13.60 | 10.19 | 0.05 | 0.40 | 0.11 |
| Jons | 7.30 | 12.60 | 10.08 | 0.05 | 0.71 | 0.08 |

Classes de qualité de l'eau – SEQ EAU

| | | | | |
|------------|-------|---------|----------|----------|
| Très bonne | Bonne | Moyenne | Médiocre | Mauvaise |
|------------|-------|---------|----------|----------|

Les concentrations des métaux sur l'eau traduisent une classe de qualité variant en moyenne de mauvaise à bonne de Genève à Jons. Au regard des résultats présentés ci-après, il n'y a pas de gradient de qualité significatif de l'amont vers l'aval. Le Cadmium, le Cuivre et la Mercure

constituent les principaux paramètres déclassant, avec une classe de qualité "mauvaise" pour le cadmium.

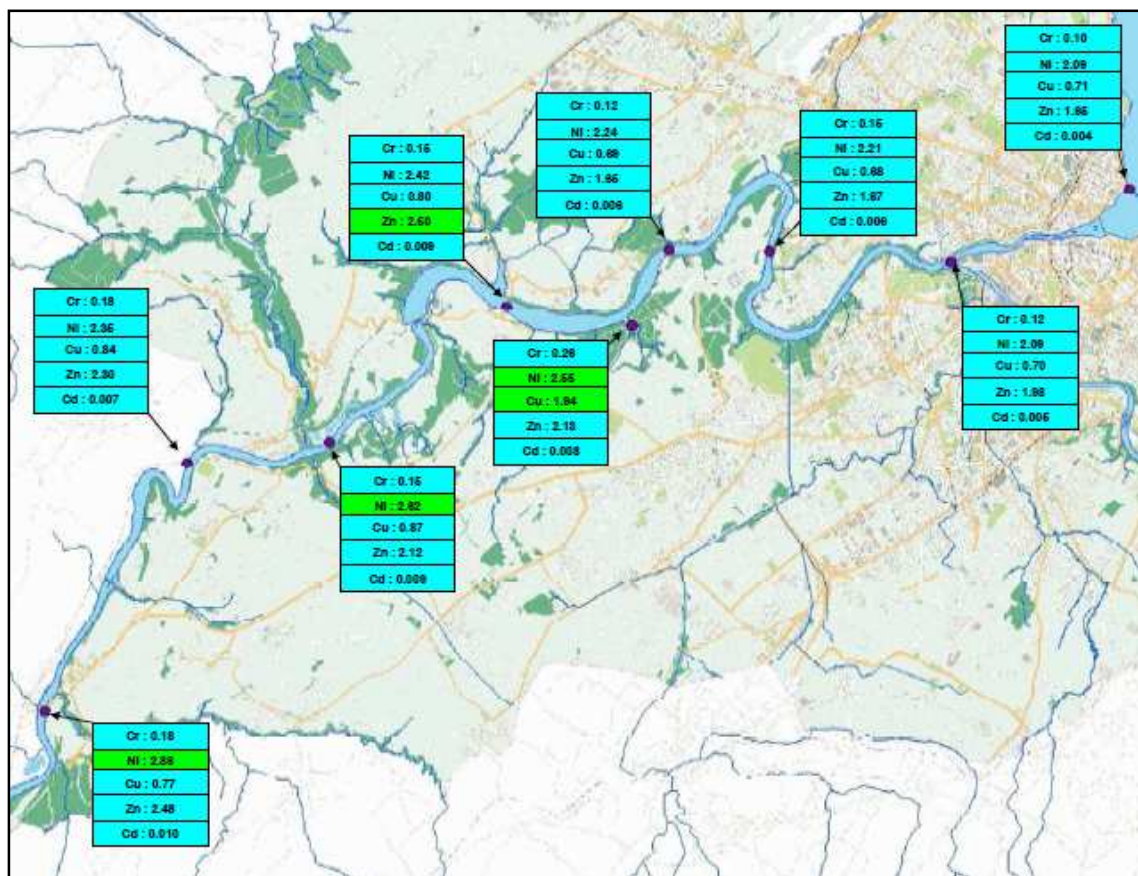


Figure 20 Qualité des physico-chimiques des eaux du Rhône genevois: métaux traces (µg/l) (SECOE, 2008)

Il est important de préciser ici que les apports liés au fond géochimique (apports naturels depuis les roches) peuvent induire des taux naturellement forts pour certains de ces métaux et métalloïdes – notamment Arsenic.

Tableau 3 Concentration des métaux dans les sédiments des stations du Haut-Rhône.

| METAUX (µg/l) | Pougny | Culoz | Murs-et-Gélignieux | Saint-Sorlin | Jons |
|---------------------------|-----------|-----------|--------------------|--------------|-----------|
| Moyennes sur la période : | 1997-2013 | 2006-2013 | 2006-2013 | 2006-2013 | 1997-2012 |
| Arsenic | 3.39 | 1.65 | 1.82 | 1.75 | 3.65 |
| Cadmium | 1.78 | 0.87 | 0.87 | 0.94 | 1.93 |
| Chrome | 2.24 | 0.72 | 0.71 | 0.80 | 2.63 |
| Cuivre | 2.47 | 1.14 | 0.90 | 0.97 | 3.28 |
| Mercure | 0.10 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.11 |
| Nickel | 3.34 | 2.45 | 2.47 | 2.67 | 3.62 |
| Plomb | 3.04 | 2.19 | 2.13 | 2.37 | 3.43 |
| Zinc | 5.62 | 2.03 | 2.21 | 2.79 | 22.63 |

En ce qui concerne l'évaluation de l'état chimique des eaux selon l'arrêté du 25 janvier 2010, les normes suivantes sont données :

| Etat écologique des eaux | NQE-MA (µg/L) |
|--------------------------|---------------|
| Arsenic | 4.2 |
| Chrome | 3.4 |
| Cuivre | 1.4 |
| Zinc | 7.8 |

| Etat chimique des eaux | NQE-MA (µg/L) | NQE-CMA (µg/L) |
|-----------------------------------|---------------|----------------|
| Cadmium (classe 3 pour la dureté) | 0.09 | 0.6 |
| Mercure | 0.05 | 0.07 |
| Nickel | 20 | s.o. |
| Plomb | 7.2 | s.o. |

On constate les dépassements suivants :

- Cuivre : dépassement de la NQE-MA à Pougny et Jons ;
- Zinc : dépassement de la NQE-MA à Jons ;
- Cadmium : dépassement des 2 normes sur toutes les stations ;
- Mercure : dépassement de la NQE-MA sur toutes les stations, dépassement de la NQE-CMA à Pougny et Jons.

Il est important de préciser que les apports liés au fond géochimique (apports naturels depuis les roches) peuvent induire des taux naturellement forts pour certains de ces métaux et métalloïdes.

En ce qui concerne les **Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques** (HAP) sur les eaux du Rhône, les chroniques de données (1997-2013) mettent en avant une qualité variant de moyenne à très bonne.

Tableau 4 Concentration des HAP dans les sédiments des stations du Haut-Rhône.

| HAP (µg/l) | Pougny | Culoz | Murs-et-Gélignieux | Saint-Sorlin | Jons |
|--------------------------------|-----------|-----------|--------------------|--------------|-----------|
| Moyennes sur la période : | 1997-2013 | 2006-2013 | 2006-2013 | 2006-2013 | 1997-2012 |
| Benzo (a) Pyrène (µg/L) | 0.0037 | 0.0023 | 0.0018 | 0.0039 | 0.0046 |
| Dibenzo (ah) Anthracène (µg/L) | 0.0069 | 0.0015 | 0.0015 | 0.0015 | 0.0077 |
| Acénaphthène (µg/L) | 0.0101 | 0.0100 | 0.0100 | 0.0100 | 0.0100 |
| Acénaphthylène (µg/L) | 0.0232 | 0.0257 | 0.0257 | 0.0257 | 0.0228 |
| Anthracène (µg/L) | 0.0088 | 0.0075 | 0.0086 | 0.0075 | 0.0091 |
| Benzo (a) Anthracène (µg/L) | 0.0157 | 0.0052 | 0.0052 | 0.0053 | 0.0177 |
| Benzo (b) Fluoranthène (µg/L) | 0.0062 | 0.0052 | 0.0051 | 0.0064 | 0.0071 |
| Benzo (ghi) Pérylène (µg/L) | 0.0054 | 0.0031 | 0.0031 | 0.0047 | 0.0061 |
| Benzo (k) Fluoranthène (µg/L) | 0.0061 | 0.0050 | 0.0050 | 0.0055 | 0.0063 |
| Chrysène (µg/L) | 0.0077 | 0.0033 | 0.0033 | 0.0041 | 0.0087 |
| Fluoranthène (µg/L) | 0.0096 | 0.0081 | 0.0086 | 0.0115 | 0.0114 |
| Fluorène (µg/L) | 0.0100 | 0.0100 | 0.0100 | 0.0100 | 0.0100 |
| Indéno (123c) Pyrène (µg/L) | 0.0145 | 0.0106 | 0.0106 | 0.0116 | 0.0159 |
| Naphtalène (µg/L) | 0.0172 | 0.0157 | 0.0154 | 0.0159 | 0.0177 |
| Phénanthrène (µg/L) | 0.0101 | 0.0062 | 0.0072 | 0.0072 | 0.0100 |
| Pyrène (µg/L) | 0.0115 | 0.0024 | 0.0058 | 0.0074 | 0.0132 |

Les concentrations en **Polychlorobiphényle (PCB)** sur l'eau brute sur le Haut-Rhône ont été mesurées par l'Agence de l'Eau depuis plus longtemps sur les stations de Pougny et Jons (depuis 1997), tandis que les données des autres stations intermédiaires ne sont disponibles que depuis 2010. En l'absence de seuils de PCB dans l'arrêté du 25 janvier 2010, ce sont ceux du SEQ-V2 qui sont utilisés pour ce paramètre. Les moyennes de la somme des 7 PCB indicateurs mettent en avant une qualité de classe médiocre à Pougny et moyenne sur les autres stations.

Tableau 5 : Concentration des PCB sur les sédiments des stations du Haut-Rhône.

| STATIONS RNB (1997-2009) | Période | Somme des 7 PCBi (mg/l) | | |
|--------------------------|-----------|-------------------------|--------|--------|
| | | MIN | MAX | MOY |
| Pougny | 1997-2013 | 0.0021 | 0.3500 | 0.0899 |
| Culoz | 2010-2013 | 0.0021 | 0.0021 | 0.0021 |
| Murs-et-Gélignieux | 2010-2013 | 0.0021 | 0.0021 | 0.0021 |
| Saint-Sorlin-en-Bugey | 2010-2013 | 0.0021 | 0.0021 | 0.0021 |
| Jons | 1997-2012 | 0.0021 | 0.3500 | 0.0999 |

| Classes de qualité de l'eau – SEQ-V2 | | | | |
|--------------------------------------|-------|---------|----------|----------|
| Très bonne | Bonne | Moyenne | Médiocre | Mauvaise |

Remarque : De façon générale, les PCB ne sont pas recherchés sur l'eau brute car ils sont hydrophobes. Les résultats observés sont issus d'une eau non filtrée et les PCB se retrouvent en réalité au niveau des particules en suspension et non dans l'eau (CNR 2014).

La bactériologie des eaux constitue le second paramètre déclassant sur ces stations du Haut-Rhône. Ces résultats traduisent une qualité bactériologique des eaux variant de moyenne à mauvaise. Notons qu'il existe temporairement d'importantes variations bactériennes d'un mois à l'autre, notamment en juillet, août lorsque les températures sont élevées rendant l'eau impropre aux loisirs et sports aquatiques. A cette période les eaux sont les plus chaudes et la fréquentation du fleuve la plus importante.

En revanche sur la partie genevoise du Rhône, les eaux sont en classe moyenne (

Figure 21)

Le **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** met en évidence la qualité de l'eau observée sur les différentes stations de 1990 à 2005. Cette qualité présente un gradient marqué de l'amont vers l'aval, avec une amélioration sur les stations aval de la zone d'étude.

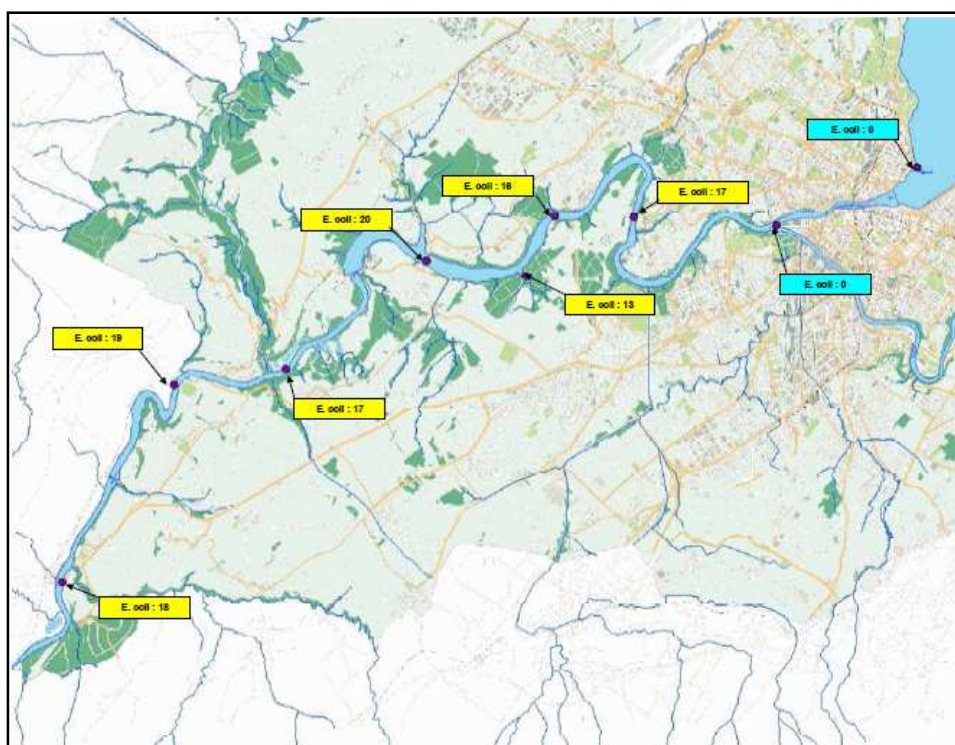
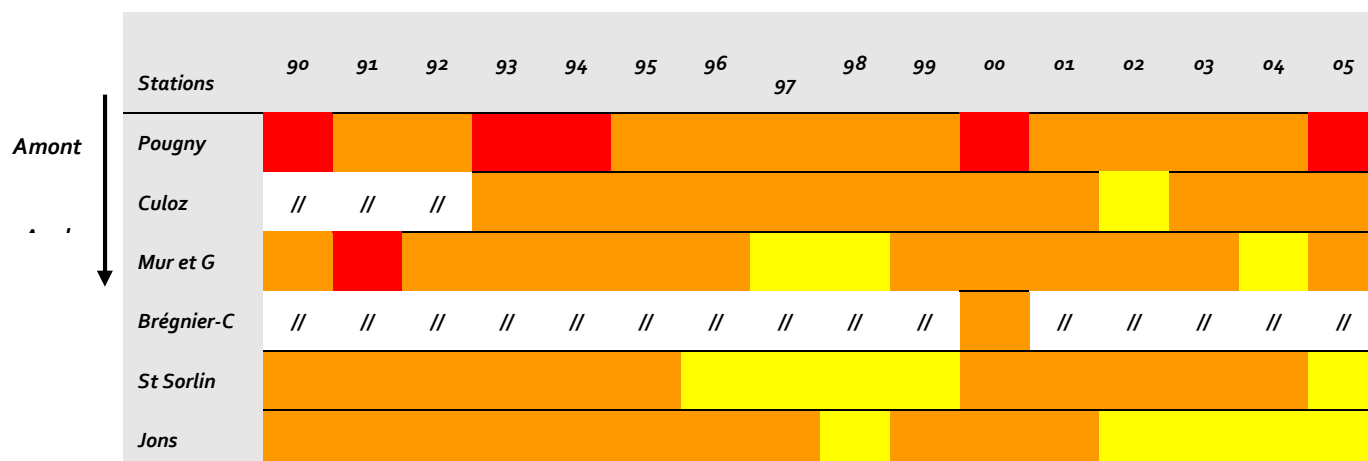


Figure 21 Etat sanitaire du Rhône genevois pour E. Coli (nb/ml)



| Classes de qualité de l'eau – SEQ EAU | | | | |
|---------------------------------------|-------|---------|----------|----------|
| Très bonne | Bonne | Moyenne | Médiocre | Mauvaise |

Figure 22 : Données bactériologiques sur les stations du Haut-Rhône (1990-2005)

Les **matières en suspension** constituent le principal paramètre déclassant sur l'ensemble des stations de la zone d'étude du Haut Rhône français. Du côté suisse cette évaluation n'est pas renseignée. Une attention particulière est portée sur ce paramètre car il s'agit du plus potentiellement impactant lors de prochaines opérations de chasses.

Le Tableau 6 présente les différentes valeurs de référence utilisées dans le SEQ-Eau pour l'évaluation de la qualité des eaux vis-à-vis du paramètre MES pour les aptitudes à la biologie, à la fabrication d'eau potable et à la pratique des sports nautiques.

| SEQ Eau V2 [MES] en mg/l | Très bonne | Bonne | Moyenne | Mauvaise | Très Mauvaise |
|--|------------|-----------|-------------|---------------|---------------|
| Aptitude à la Biologie | 0 - 25 | > 25 - 50 | > 50 - 100 | > 100 - 150 | > 150 |
| Aptitude à la production d'eau potable | 0 - 2 | > 2 - 50 | > 50 - 2000 | > 2000 - 5000 | > 5000 |
| Aptitude à la pratique des loisirs et sports nautiques | 0 - 25 | > 25 - 50 | | | > 50 |
| Classe de qualité par altération | 0 - 2 | > 2 - 25 | > 25 - 38 | > 38 - 50 | > 50 |

Tableau 6 Grilles d'évaluation SEQ-Eau pour les MES

On note que la concentration de 50 mg/l est une limite commune de bonne qualité des eaux et qu'au-delà de 100 mg/l, elle est considérée comme mauvaise pour la biologie.

Le Tableau 7 renseigne sur les valeurs habituellement rencontrées sur le Haut Rhône en dehors des périodes de crues (< Q1 – « crue annuelle ») au travers d'une synthèse des données RNB/RCO/RCS de

l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée disponibles entre 1988 et 2009 sur les 4 stations de Pougny, Pont de la Loi / Culoz, Lagnieu / St Sorlin et Jons.

| Station RNB | Pougny | Culoz | St Sorlin | Jons |
|-------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
| [Période de réf | 1988 - 2009 | 1993 - 2009 | 1988 - 2009 | 1988 - 2009 |
| Gamme de débit avant Q ₁ | < 700 m ³ /s | < 890 m ³ /s | < 990 m ³ /s | < 1470 m ³ /s |
| [MES] mini | < 2 | < 2 | < 2 | < 2 |
| [MES] moyenne | 15 | 19 | 18 | 17 |
| [MES] maxi | 153 | 262 | 499 | 351 |

Tableau 7 Concentrations en MES (mg/l) sur le Haut Rhône hors crues (Données Agence de l'Eau RM 1988 – 2009)

Hors crues, les valeurs habituellement rencontrées sur le Haut Rhône fluctuent entre 2 et 500 mg/l, avec des valeurs moyennes, très similaires sur les 5 stations, de l'ordre de 15 à 20 mg/l.

En ce qui concerne les maxima mesurés hors période de crue, on remarque des concentrations maximales croissantes entre Pougny et Saint Sorlin puis une diminution à Jons. La confluence avec la rivière d'Ain, faible pourvoyeuse de MES, peut induire une dilution et contribuer à faire baisser le taux de MES en aval par effet de dilution.

La Figure 23 illustre les courbes des concentrations en MES en fonction des débits (hors crue).

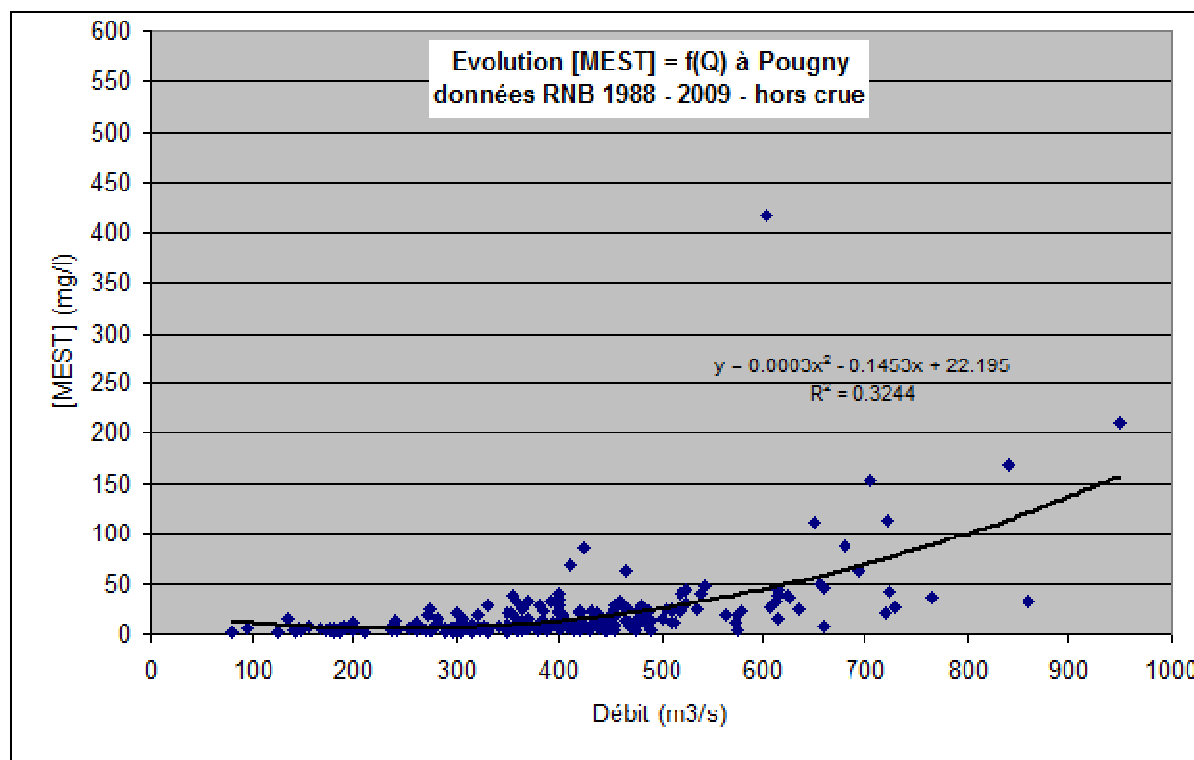


Figure 23 Courbes MEST / Débits (hors crue) sur la station de Pougny (Données Agence de l'Eau 1988-2009)

La qualité des eaux du Rhône ne fait pas l'objet de suivi systématique en période de crue. Cependant, la CNR assure un contrôle du taux de MES sur certains point du Haut Rhône lors des

crues importantes (1988 – 2013) et certaines campagnes de suivi RNB/RCS/RCO menées par l'Agence de l'Eau ont été réalisées en forts débits.

Le graphe Figure 24 illustre les évolutions des taux mini, moyens et maxi de MES en crues (> Q₁) sur la base des données CNR et l'Agence de l'Eau entre 1988 et 2013.

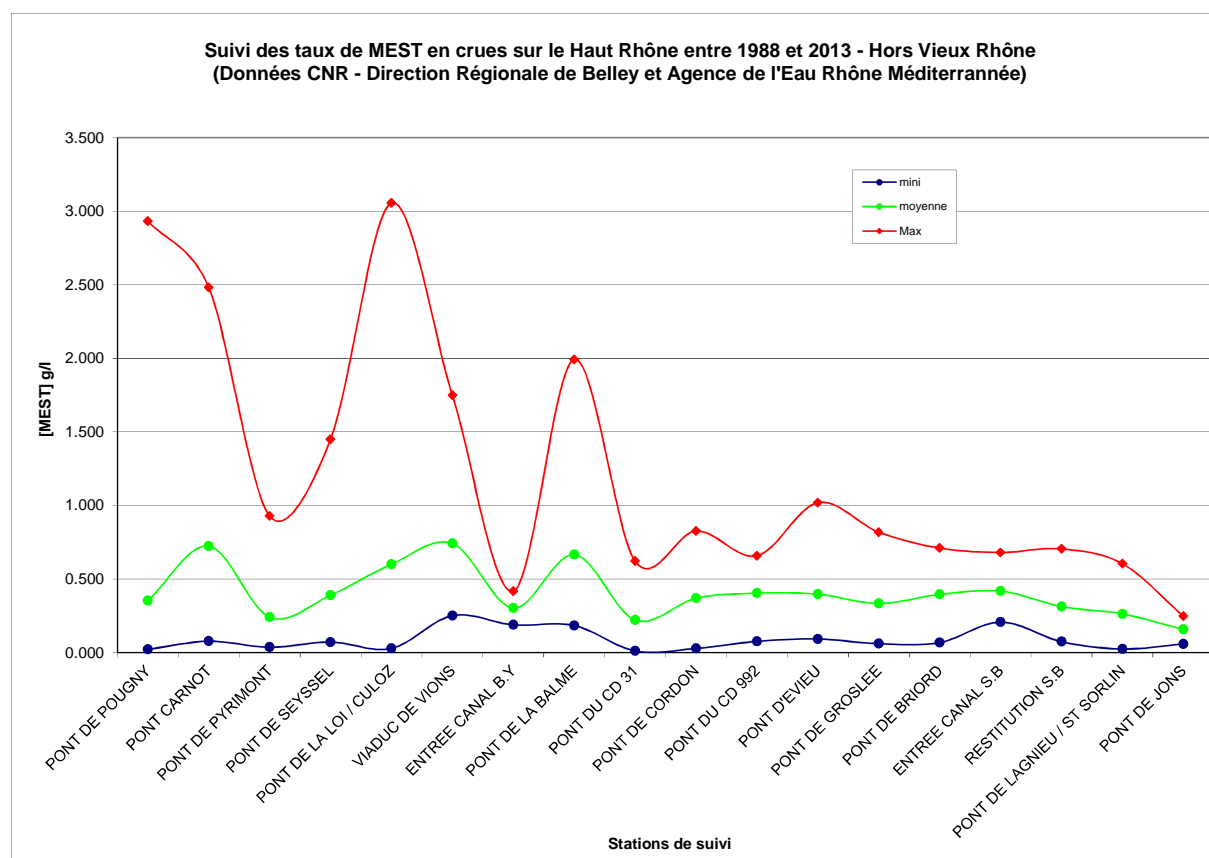


Figure 24 Evolution longitudinale des taux de MES en crue sur le Haut Rhône (hors chasses) – 1988-2013
(Données CNR et Agence de l'Eau RMC).

Les valeurs minimales des taux de MES en crues peuvent être assez faibles – de l'ordre de 10 à 40 mg/l mais sont le plus souvent comprises entre 70 et 250 mg/l. Les valeurs moyennes fluctuent entre 160 mg/l et 740 mg/l et les maximales entre 250 mg/l et plus de 3 g/l.

Les variations des taux moyens et maxi mettent bien en évidence les phénomènes de sédimentation sur certains secteurs :

Ces taux oscillent entre 0.5 et 3 g/l à Pougny et entre 0,7 et 2.5 g/l à Pont Carnot. La station de Pyrimont, située à quelques kilomètres en aval de Génissiat, enregistre quant à elle des taux de 0.2 à 1 g/l, ce qui traduit bien la sédimentation dans la retenue de Génissiat.

Au pont de Seyssel et à Culoz les taux remontent (apports des Ussets et du Fier) à des valeurs 0,4 à 3 g/l pour ensuite diminuer au viaduc de Vions et à l'entrée du canal de Belley (décantation dans le plan d'eau de Murs/Gélignieux). On note une remontée ensuite au pont de la Balme (apport du Flon et de la Méline), puis des taux de l'ordre de 0.20 à 1 g/l jusqu'à Sault Brénaz. Plus en aval, les taux diminuent encore pour atteindre des valeurs de 0.1 à 0.25 g/l au Pont de Jons (dilution par les eaux de l'Ain en général moins chargées).

Le tableau ci-après présente les résultats obtenus en moyenne et en maximale par l'Agence de l'Eau (RNB RCS – 1988/2013) et par la CNR (suivi en crues 1988/2013 et lors des chasses suisses et leur accompagnement en 2000-2003 et en 2012).

Les concentrations observées lors des 3 précédentes opérations sont mises en avant dès l'état initial puisqu'il s'agit d'un fonctionnement récurrent depuis une centaine d'années (1913 – premiers barrages suisses), cyclique tous les 3 ans depuis l'accord franco-suisse de 1967 (fixant les modalités de ces manœuvres) jusqu'en 2003, et que les dernières opérations de juin 2012 constituent un exemple de situation limite pour la gestion des taux de MES (après 9 ans sans opérations).

Tableau 8 : Valeurs de MES sur le Haut-Rhône français en période normale, en crue et lors des chasses suisses et leur accompagnement (2000-2003 et 2012) en g/l (CNR 2014).

| Tronçon | TAUX DE MES (g/l) | | | | | | |
|---|------------------------------|-------------------------------|-------------------------|---------------------------|--|---|--|
| | Moyenne chasses 2000-2003 | Maximale chasses 2000-2003 | Moyenne chasses 2012 | Maximale chasses 2012* | Moyenne en crue (CNR, RNB/RCS 1988-2013) | Maximale en crue (CNR, RNB/RCS 1988-2013) | Moyenne hors crue/chasse (RNB/RCS 1988-2013) |
| Pougy – Seyssel Pk 187 - 152 | 7 à 4 | 20 à 15 | 15.2 à 4.9 | 48.6 à 16.6 | 0.8 à 0.3 | 3 à 1 | 0.015 |
| Seyssel – Belley Pk 152 - 127 | 4 à 1.3 | 15 à 6 | 4.9 à 1.8 | 16.6 à 6.7 | 1 à 0.3 | 3 à 0.4 | 0.018 |
| Belley – Sault-Brénaz Pk 127 - 63 | 0.6 à 0.12 | 2.64 à 0.63 | 0.93 à 0.39 | 4.69 à 1.84 | 0.7 à 0.2 | 2.7 à 0.6 | 0.017 |
| Sault-Brénaz – Jons Pk 63 - 27 | 0.1 à 0.05 | 0.54 à 0.23 | 0.28 à 0.25 | 1.03 à 1.01 | 0.7 à 0.2 | 3.3 à 0.6 | 0.017 |
| Jons – Lyon Pk 27 - 7 | 0.02 | 0.07 | 0.09 | 0.38 | / | 0.57 (maxi RNB) | 0.016 |

*Pour rappel, les valeurs maximales de taux de MES lors des opérations de 2012 ont été atteintes lors de la phase d'abaissement du barrage de Verbois.

Au regard de ces taux de MES, le secteur d'étude peut être divisé en cinq parties distinctes :

- Pougy – Seyssel** avec des taux moyens lors des chasses 10 fois supérieurs aux valeurs en crues ;
- Seyssel – Belley** avec des taux lors des chasses 5 fois supérieurs aux valeurs en crues ;
- Belley – Sault Brénaz** avec des taux lors des chasses équivalents aux valeurs en crues ;
- Sault Brénaz – Jons** avec des taux lors des chasses inférieurs aux valeurs en crues ;
- Jons – Lyon** avec des taux moyens lors des chasses équivalents aux valeurs habituelles hors crues.

Qualité biologique globale des eaux à l'échelle de la zone d'étude

La qualité biologique des eaux de surface est évaluée à travers les valeurs d'indices issues du Réseau de Contrôle de Surveillance (RCS) du fleuve Rhône sur sa partie amont :

- jusqu'en 2008, l'IBGA (Indice Biologique Global Adapté aux grands cours d'eau) était utilisé ;
- à partir de 2009, le MGCE (Macroinvertébrés Grands Cours d'Eau) est devenu la référence.

Plusieurs stations ont été prospectées : Pougny, Ruffieux, Culoz, Massignieu de Rives, Mur et Gélignieux, Brégnier-Cordon, Saint-Sorlin en Bugey et Jons. Le tableau ci-dessous synthétise les résultats validés de la campagne la plus récente, celle de 2013.

Côté Suisse, 8 stations sont réparties entre le Rhône urbain et la sortie du canton.

Tableau 9 : Synthèse des résultats obtenus sur la faune benthique du secteur d'étude – RCS 2013 (sauf Pougny – 2012)

| Station RNB – 2013* | Indice MGCE | Diversité | GFI | Qualité retenue |
|-----------------------------------|-------------|-----------|-----|-----------------|
| Pougny (Rhône vif)* | 10 | 24 | 4 | Médiocre |
| Ruffieux (VR CE) | 17 | 40 | 7 | Bonne |
| Culoz (Rhône vif) | 13 | 29 | 5 | Moyenne |
| Massignieu de Rives (VR BY) | 15 | 32 | 7 | Bonne |
| Mur et Gélignieux (Retenue BC) | 15 | 38 | 5 | Moyenne |
| Brégnier-Cordon (VR BC) | 16 | 44 | 5 | Moyenne |
| Saint-Sorlin-en-Bugey (Rhône vif) | 11 | 22 | 5 | Moyenne |
| Jons (Retenue) | 15 | 29 | 7 | Bonne |

*les données les plus récentes actuellement disponibles pour Pougny sont celles de 2012.

GFI : Groupe Faunistique Indicateur ; VR : Vieux-Rhône ; CE : Chautagne ; BY : Belley ; BC : Brégnier-Cordon.

| Qualité biologique | Très bonne | bonne | moyenne | médiocre | mauvaise |
|--------------------|------------|---------|---------|----------|----------|
| Indice MGCE (/20) | ≥17 | 16 à 13 | 12 à 9 | 8 à 5 | 4 à 1 |
| GFI (/9) | 9 | 8 à 7 | 6 à 5 | 4 à 3 | 2 à 1 |

Sur le Haut-Rhône et l'Ain en 2013, 2 stations présentent un indice MGCE moyen (Pougny et St-Sorlin), 5 stations un indice bon et 1 station un indice très bon (Vieux-Rhône de Chautagne à Ruffieux).

Les groupes indicateurs sont quant à eux de niveau 4 sur 1 station (Pougny), de niveau 5 sur 4 stations et de niveau 7 sur 3 stations.

Les diversités sont globalement moyennes (22 à 32), sauf sur Ruffieux (40), Murs-et-Gélignieux (38) et sur Brégnier-Cordon (44).

Dans le cadre du RNB et depuis 2008, dans le cadre du RCS/RCO, plusieurs stations de suivis hydrobiologiques sont prospectées régulièrement pour le compte de l'Agence de l'Eau. Sur le Haut Rhône, le suivi RNB existe depuis 1988 sur Pougny, 1994 sur Jons et 1999 pour les 2 autres stations (Culoz et St Sorlin). Entre 1999 (date d'homogénéisation des méthodologies de prospection) et 2008, les résultats de 21 campagnes sont disponibles sur ces 4 stations.

Les évolutions des indices IBGA sur 4 stations entre 1999 et 2008 sont synthétisées dans le tableau ci-après et sont illustrées par la figure ci-après.

Tableau 10 : Synthèse des IBGA sur 4 stations du Haut Rhône entre 1999 et 2008.

| 1999 - 2008 | IBGA | | |
|--------------|------|-----|------|
| | min | moy | max |
| Pouigny | 8.0 | 11 | 16.0 |
| Culoz | 13.0 | 16 | 20.0 |
| Saint-Sorlin | 11.0 | 14 | 19.0 |
| Jons | 13.0 | 17 | 19.0 |

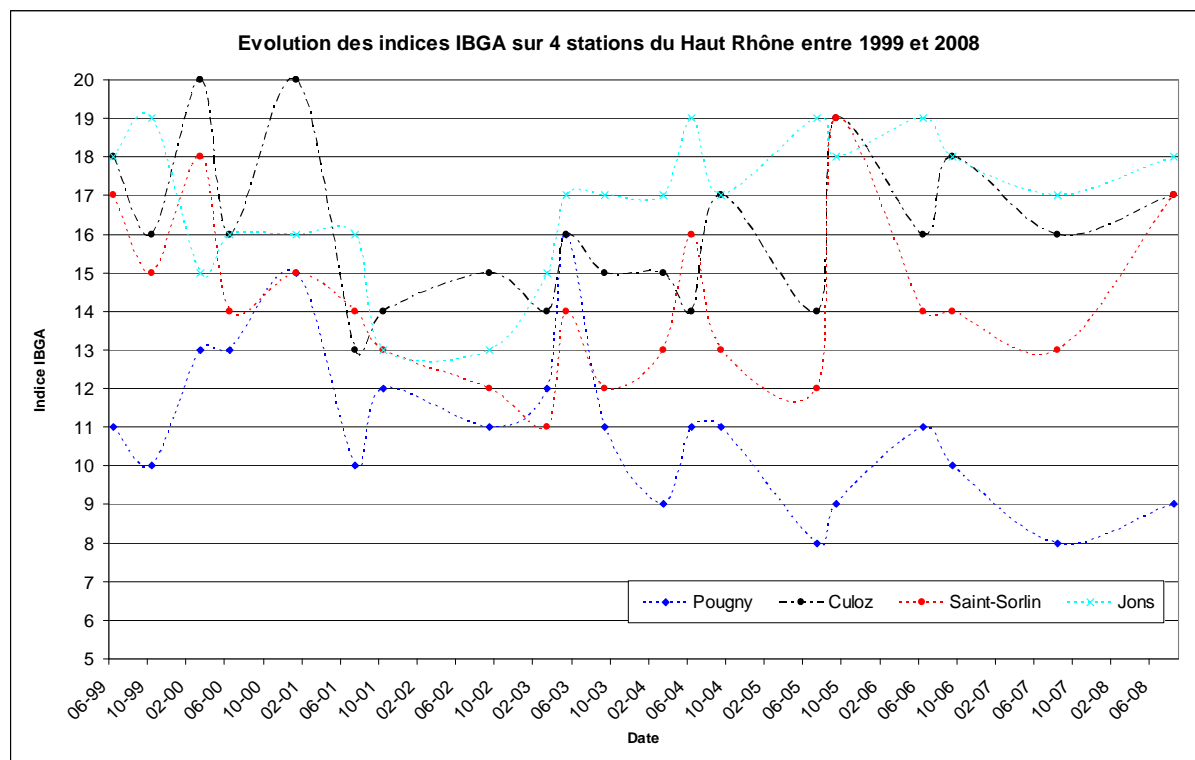


Figure 25 Evolution des indices IBGA sur 4 stations du Haut Rhône entre 1999 et 2008 (Données Agence de l'Eau / CNR – suivis hydrobiologiques RNB)

Le calcul des IBGA moyens sur les 21 campagnes de suivis entre 1999 et 2008 met en avant une qualité moyenne à Pouigny, bonne à Culoz et Saint Sorlin et très bonne à Jons. Les indices minimaux sont de 8/20 à Pouigny (juillet 2005 et aout 2007), 13/20 à Culoz (juillet 2001), 11/20 à St Sorlin (mars 2003) et 13/20 à Jons (octobre 2001 et septembre 2002). Les indices maximaux sont de 16/20 à Pouigny (mai 2003), 20/20 à Culoz (mars 2000 et janvier 2001) et 19/20 à St Sorlin (septembre 2005) et Jons (septembre 1999, juin 2004, juillet 2005 et juin 2006).

Les campagnes de 2000 et de 2003, réalisées avant et après les chasses de ces mêmes années, ne font pas apparaitre de singularité particulière dans les évolutions des indices IBGA.

Depuis 2009 (mise en place de l'indice MGCE), des stations intermédiaires ont été ajoutées au suivi de la qualité biologique des eaux : Ruffieux (VR CE), Massignieu de Rives (VR BY), Mur et Gélignieux (Retenue BC) et Brégnier-Cordon (VR BC).

Les évolutions des indices MGCE sur les 8 stations entre 2009 et 2013 sont synthétisées dans le tableau ci-dessous et sont illustrées par la figure ci-après.

Tableau 11 - Synthèse des MGCE sur 8 stations du Haut Rhône entre 2009 et 2013

| 2009-2013 | Indice MGCE | | |
|-----------------------|-------------|-------|-------|
| | MIN | MAX | MOY |
| Pougny | 10.00 | 13.00 | 11.25 |
| Ruffieux | 11.00 | 18.00 | 16.00 |
| Culoz | 11.00 | 13.00 | 11.80 |
| Massignieu-de-Rives | 15.00 | 19.00 | 16.20 |
| Murs-et-Gélignieux | 13.00 | 15.00 | 14.20 |
| Brégnier-Cordon | 14.00 | 19.00 | 16.20 |
| Saint-Sorlin-en-Bugey | 11.00 | 18.00 | 15.20 |
| Jons | 14.00 | 18.00 | 15.80 |

Sur le tronçon genevois, les suivis de la macrofaune benthique sont réalisés par le SECOE (Service de l'écologie de l'eau du canton de Genève, (SECOE, 2008)). Il a été défini un indice propre à la situation locale : L'IBG est un indice biologique global "non normalisé" adapté à la situation du Rhône genevois, car les prélèvements n'ont pu être effectués ni selon la méthode adaptée aux petits cours d'eau (IBGN), ni selon le protocole expérimental IBGA adapté aux grands cours d'eau (Perfetta, 2006).

Aux stations de prélèvement situées à la Plaine et à Chancy, la qualité de l'eau est considérée comme moyenne.

| | mars 08 | | | juin 08 | | | sept 08 | | | déc 08 | | | moy 08 | | Ntax a |
|----------------|---------|--------|----|---------|--------|-----|---------|--------|----|--------|--------|----|--------|--------|--------|
| Station | IBG | Ntax a | GI | IBG | Ntax a | GI | IBG | Ntax a | GI | IBG | Ntax a | GI | IBG | Ntax a | tot |
| RHÔNE | | | | | | | | | | | | | | | |
| BFM | 8 | 13 | 4 | 10 | 19 | 5 | 7 | 18 | 2 | 9 | 17 | 4 | 8.5 | 16.8 | 23 |
| amont Jonction | 6 | 9 | 4 | 9 | 19 | 4 | 9 | 20 | 4 | 10 | 21 | 4 | 8.5 | 17.3 | 24 |
| amont STEP | 7 | 15 | 3 | 12 | 19 | 7 | -* | -* | -* | 10 | 21 | 4 | 9.7 | 18.3 | 31 |
| aval STEP | 10 | 22 | 4 | 7 | 12 | 4 | 8 | 14 | 4 | 11 | 25 | 4 | 9.0 | 18.3 | 32 |
| Chèvres | 7 | 12 | 4 | 9 | 18 | 4 | 7 | 11 | 4 | 9 | 15 | 5 | 8.0 | 14.0 | 30 |
| amont Allondon | 9 | 13 | 5 | 12 | 18 | 7 | 8 | 10 | 5 | 8 | 11 | 5 | 9.3 | 13.0 | 22 |
| Touvière | 9 | 23 | 3 | 11 | 21 | 5 | 9 | 15 | 5 | 10 | 18 | 5 | 9.8 | 19.3 | 34 |
| Chancy | 9 | 7 | 7 | -** | -** | -** | 14 | 28 | 7 | 9 | 17 | 4 | 10.7 | 17.3 | 35 |

* RG seulement (substrats disparus en RD) - ** RG seulement (substrats disparus en RD)

Tableau 12 Indices biologiques globaux, nombres de taxons et groupes indicateurs dans les stations du Rhône genevois en 2008 (SECOE, 2008). (- = pas de résultats suite à la perte/vandalisme des substrats artificiels)

5.7.3 Qualité des eaux souterraines

L'aquifère est constitué des alluvions du Rhône très perméables et relativement épaisses (plusieurs dizaines de mètres). Il constitue un réservoir très important qui sert à l'alimentation en eau des villes situées le long du fleuve.

En terme de qualité des eaux, la nappe est généralement de bonne qualité ce qui concorde avec la bonne qualité globale observée pour les eaux de surface. Les valeurs en oxygène dissous sont en général plus faibles et les températures souvent plus stables (variations autour de 12-15 °C).

5.7.4 Conclusion sur la qualité des eaux superficielles et souterraines

Rhône genevois

La qualité des eaux du Rhône genevois est globalement satisfaisante. Le fleuve est suffisamment important pour que la mauvaise qualité de ses affluents affecte peu la qualité de ses eaux et que l'impact des STEP's qui s'y déversent soit moindre.

Néanmoins, certains indicateurs (indice diatomique- en août-, nitrites, ammonium en particulier) atteignent les limites des exigences légales et montrent, ainsi, que la résilience du système n'est pas infinie.

La qualité biologique globale est moyenne. Dans le cadre des investigations effectuées, il n'est toutefois pas possible d'attribuer cette situation à l'une ou l'autre des causes potentielles de dégradation, à savoir les perturbations du régime hydrologique liées à l'exploitation hydroélectrique, l'importance des apports sédimentaires fins par l'Arve ou la colonisation du Rhône par deux espèces envahissantes, la moule zébrée et la crevette tueuse.

L'influence de la qualité des eaux de l'Arve sur celles du Rhône est plus importante que ne pourrait laisser penser la modicité de ses débits par rapport à ceux du fleuve (rapport de 1 à 4). L'Arve représente une source importante de polluants comme l'ammonium et le phosphore soluble ; sa composition contrôle, également, la variabilité saisonnière de celle des eaux du Rhône. Il est donc primordial d'en améliorer la qualité en rénovant les STEP's qui s'y rejettent (Villette en Suisse et Annemasse / Ocybèle en France).

La qualité des eaux des affluents du Rhône genevois est mauvaise (voire très mauvaise pour les nants des Frères, des Avanchets et des Grebattes). La fermeture des STEP's françaises qui se rejettent dans l'Allondon fin 2009 et leur raccordement à la nouvelle STEP du Bois de Bay devraient améliorer significativement la qualité des eaux de l'Allondon, principal affluent du Rhône entre la jonction avec l'Arve et la sortie du territoire suisse.

L'évolution de la qualité des eaux du Rhône et de l'Arve depuis les dernières campagnes (respectivement 2002 et 2000) est plutôt positive hormis pour l'indice biologique qui tend à se dégrader.

Haut-Rhône français

Les paramètres de la pollution oxydable (matières organiques, oxygène, ..) sont à des valeurs satisfaisantes pour l'ensemble des stations de la zone d'étude (O_2 et NH_4 => qualité bonne à très bonne).

Les concentrations en MES sont de l'ordre de 20 mg/l en moyenne sur le Haut-Rhône. Lors des coups d'eau et des crues, les taux atteignent régulièrement 500 à 1000 mg/l entre Pougny et Belley et de manière moins fréquente des valeurs entre 2000 à 4000 mg/l. En aval de Sault-Brénaz, les valeurs en crues sont nettement plus faibles, de l'ordre de 160 à 250 mg/l.

Les micropolluants sur l'eau (métaux, HAP et PCB) présentent une qualité très variable suivant les paramètres. En ce qui concerne les métaux, le cadmium (mauvaise), le cuivre (moyenne) et le mercure (moyenne) sont les paramètres déclassant. Les HAP présentent une qualité variant de moyenne à très bonne. Les PCB n'ont été mesurés par l'Agence de l'Eau que sur la station de Pougny (1997-2009) et la classe de qualité est médiocre.

Sur la retenue de Verbois, une campagne d'échantillonnage a été réalisée. Les échantillons prélevés ont été analysés par le laboratoire Carso (voir chapitre sur les impacts).

Les résultats de l'Agence de l'Eau sur les microorganismes du Haut-Rhône, entre 1990 et 2005, présentent des classes de qualité variant de moyenne à mauvaise.

En ce qui concerne la qualité hydrobiologique des eaux, la majorité des stations du Haut-Rhône présente une classe de très bonne qualité (17 à 19). Les stations de Pougny et Murs et Gélignieux se démarquent (respectivement moyenne et bonne). La diversité des espèces est globalement assez forte, mis à part sur la station de Pougny (16 espèces).

L'aquifère de la zone d'étude est constitué des alluvions du Rhône très perméables et relativement épaisses. En termes de qualité des eaux, la nappe est généralement de bonne qualité, ce qui concorde avec la bonne qualité globale observée pour les eaux de surface.

5.8 Qualité des sédiments

5.8.1 Prélèvements de sédiments réalisés avant les opérations de 2012

SIG a fait réaliser en 2009-2010 des analyses physico-chimiques sur les sédiments du Rhône dans la retenue de Verbois. Les sédiments analysés ont été érodés et ont transité vers l'aval durant la chasse de 2012, mais ils sont représentatifs de ce que l'on retrouve dans les sédiments redéposés depuis cette opération dans les retenues car la typologie des apports amont n'a pas évolué.

En fonction de la position dans le réservoir, il s'agit de sédiments plutôt sableux (en amont du réservoir de Verbois et dans le bassin de Chancy-Pougny) ou silteux (bassin principal du réservoir de Verbois), tous avec de très faibles teneurs en argiles. Les 200'000 m³ accumulés dans la retenue de Chancy-Pougny avant 2012 étaient constitués principalement de matériaux grossiers (sables grossiers voire graviers).

La teneur en matière organique était basse (analyses 2009), avec un minimum de 1.11 % dans la retenue de Chancy-Pougny et un maximum de 2.26% dans la partie aval de la retenue de Verbois. Selon ces données, la matière organique est essentiellement associée aux fractions granulométriques fines.

Les analyses des paramètres physico-chimiques, réalisées à l'Institut F.-A. Forel (notamment granulométrie, teneur en matière organique et en carbone organique), et celles des paramètres chimiques réalisés par le Laboratoire CARSO (notamment métaux As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn, PCB, HAP) ne révélaient aucun dépassement de normes de contamination, ni selon la réglementation suisse ni selon la réglementation française (Forel, 2009).

Sachant que les carottes prélevées en été 2009 correspondaient à l'accumulation 2006-2009, des analyses complémentaires ont été demandées par la DREAL afin de caractériser les sédiments plus anciens. A fin novembre 2009, SIG a mandaté l'Institut F.-A. Forel pour le prélèvement de 8 carottes de sédiments complémentaires sur la retenue de Verbois. Les sites de prélèvement devaient être situés sur des profils bathymétriques transverses, mesurés régulièrement dans le cadre du contrôle de l'envasement du réservoir. Les carottes prélevées sur ces sites devaient recouper l'épaisseur totale des sédiments déposés depuis la vidange précédente (2003).

Les carottes obtenues dans le cadre de ces deux campagnes de prélèvement sont représentatives de l'ensemble des sédiments qui ont été mobilisés durant la chasse de 2012.

Le Tableau 13 ci-après synthétise les résultats des mesures effectuées dans le cadre des deux campagnes de prélèvements. A partir de ce tableau et des éléments apportés ci-dessus par ses mandataires, SIG avait conclu de la manière suivante concernant la qualité des sédiments:

- L'ensemble des mesures (métaux lourds, HAP et PCB) de l'ensemble des échantillons sont inférieures aux seuils S1 et aux normes suisses.
- L'ensemble des Qsm est situé entre 0.1 et 0.3, sauf pour l'échantillon V34 qui est de 0.38. Cet échantillon provient d'une carotte prélevée au niveau d'une zone (île de Planfonds) remblayée

en 1999 avec des matériaux contenant des quantités plus importantes de PCB. Cette zone est stable et ne sera pas mobilisée pendant les opérations d'abaissement partiel ou les dragages.

- Un calcul du Qsm basé à partir des valeurs naturelles en métaux lourds du Léman, ainsi que la valeur médiane pour les rivières suisses pour les HAP et les PCB indicateurs (voir les deux dernières lignes du tableau ci-dessous), permet d'obtenir une valeur de 0.30.

Les sédiments qui ont été relargués lors de la vidange de 2012 peuvent être considérés de bonne qualité en ce qui concerne les PCB. Bien que supérieurs à 0.1, le Qsm des sédiments qui seront évacués sont inférieurs au Qsm Léman-rivières suisses. Ils sont en particulier dus au bruit de fond des concentrations naturelles en métaux lourds.

| | As | Cd | Cr | Cu [mg/kg] | Hg | Ni | Pb | Zn | PCB tot [ng/g] | HAP tot [ng/g] | |
|---------------------------------|--------------|--------------|---------------|---------------|--------------|--------------|---------------|---------------|-------------------|-------------------------|--|
| Seuil S1 | 30.00 | 2.00 | 150.00 | 100.00 | 1.00 | 50.00 | 100.00 | 300.00 | 680.00 | 22800.00 | |
| zone A | 10.20 | 0.50 | 15.80 | 8.10 | 0.03 | 20.90 | 12.20 | 50.40 | 2.40 | 316.00 | |
| zone B | 5.50 | 0.50 | 15.60 | 13.65 | 0.03 | 16.10 | 9.10 | 38.20 | 3.20 | 327.00 | |
| zone C | 9.20 | 0.50 | 14.40 | 5.10 | 0.03 | 17.50 | 9.20 | 43.70 | 2.80 | 185.00 | |
| zone D | 16.10 | 0.50 | 21.30 | 15.10 | 0.03 | 26.50 | 20.80 | 75.40 | 3.10 | 328.00 | |
| zone E | 7.20 | 0.50 | 16.50 | 7.70 | 0.03 | 18.00 | 11.80 | 43.70 | 3.30 | 807.00 | |
| Ci/Si | As | Cd | Cr | Cu | Hg | Ni | Pb | Zn | PCB tot | HAP tot | moyenne (Ci/Si) Qsm |
| zone A | 0.34 | 0.25 | 0.11 | 0.08 | 0.03 | 0.42 | 0.12 | 0.17 | 0.00 | 0.01 | 0.15 |
| zone B | 0.18 | 0.25 | 0.10 | 0.14 | 0.03 | 0.32 | 0.09 | 0.13 | 0.00 | 0.01 | 0.13 |
| zone C | 0.31 | 0.25 | 0.10 | 0.05 | 0.03 | 0.35 | 0.09 | 0.15 | 0.00 | 0.01 | 0.13 |
| zone D | 0.54 | 0.25 | 0.14 | 0.15 | 0.03 | 0.53 | 0.21 | 0.25 | 0.00 | 0.01 | 0.21 |
| zone E | 0.24 | 0.25 | 0.11 | 0.08 | 0.03 | 0.36 | 0.12 | 0.15 | 0.00 | 0.04 | 0.14 |
| | | | | | | | | | | | 0.15 |
| | As | Cd*** | Cr | Cu | Hg** | Ni | Pb | Zn | PCB tot* | HAP tot | * 5 = seuil de détection |
| 31h | 17.50 | 0.20 | 45.80 | 17.60 | 0.02 | 23.70 | 29.80 | 70.80 | 5.00 | 28.00 | ** 0.02 = seuil de détection |
| 31b | 14.10 | 0.20 | 56.60 | 17.00 | 0.02 | 28.10 | 23.00 | 60.70 | 5.00 | 33.00 | *** 0.19 = <seuil de détection |
| 32h | 13.10 | 0.19 | 46.20 | 14.90 | 0.02 | 20.60 | 21.30 | 53.00 | 5.00 | 34.00 | |
| 32b | 11.90 | 0.19 | 38.90 | 16.10 | 0.02 | 18.40 | 27.70 | 65.60 | 5.00 | 47.00 | |
| 33h | 13.20 | 0.19 | 50.00 | 15.80 | 0.02 | 22.80 | 21.70 | 56.70 | 5.00 | 42.00 | |
| 33b | 9.40 | 0.20 | 56.50 | 24.40 | 0.03 | 27.70 | 29.70 | 80.10 | 5.00 | 117.00 | |
| 34h | 12.50 | 0.50 | 53.90 | 27.60 | 0.04 | 30.90 | 31.40 | 77.20 | 5.00 | 110.00 | |
| 34b | 10.90 | 1.40 | 79.30 | 32.70 | 0.17 | 31.50 | 46.30 | 123.00 | 121.00 | 42.00 | |
| 37h | 10.40 | 0.19 | 43.70 | 14.60 | 0.02 | 19.40 | 24.30 | 55.90 | 5.00 | 49.00 | |
| 37b | 7.40 | 0.19 | 46.70 | 17.10 | 0.02 | 21.90 | 22.60 | 56.10 | 5.00 | 91.00 | |
| 38h | 17.50 | 0.20 | 51.90 | 19.90 | 0.02 | 22.90 | 35.90 | 73.80 | 5.00 | 68.00 | |
| 38b | 18.20 | 0.20 | 65.30 | 25.10 | 0.02 | 39.40 | 25.60 | 70.50 | 5.00 | 43.00 | |
| Ci/Si | As | Cd | Cr | Cu | Hg | Ni | Pb | Zn | PCB tot | HAP tot | moyenne (Ci/Si) Qsm |
| 31h | 0.58 | 0.10 | 0.31 | 0.18 | 0.02 | 0.47 | 0.30 | 0.24 | 0.01 | 0.001 | 0.22 |
| 31b | 0.47 | 0.10 | 0.38 | 0.17 | 0.02 | 0.56 | 0.23 | 0.20 | 0.01 | 0.001 | 0.21 |
| 32h | 0.44 | 0.10 | 0.31 | 0.15 | 0.02 | 0.41 | 0.21 | 0.18 | 0.01 | 0.001 | 0.18 |
| 32b | 0.40 | 0.10 | 0.26 | 0.16 | 0.02 | 0.37 | 0.28 | 0.22 | 0.01 | 0.002 | 0.18 |
| 33h | 0.44 | 0.10 | 0.33 | 0.16 | 0.02 | 0.46 | 0.22 | 0.19 | 0.01 | 0.002 | 0.19 |
| 33b | 0.31 | 0.10 | 0.38 | 0.24 | 0.03 | 0.55 | 0.30 | 0.27 | 0.01 | 0.005 | 0.22 |
| 34h | 0.42 | 0.25 | 0.36 | 0.28 | 0.04 | 0.62 | 0.31 | 0.26 | 0.01 | 0.005 | 0.25 |
| 34b | 0.36 | 0.70 | 0.53 | 0.33 | 0.17 | 0.63 | 0.46 | 0.41 | 0.18 | 0.002 | 0.38 |
| 37h | 0.35 | 0.10 | 0.29 | 0.15 | 0.02 | 0.39 | 0.24 | 0.19 | 0.01 | 0.002 | 0.17 |
| 37b | 0.25 | 0.10 | 0.31 | 0.17 | 0.02 | 0.44 | 0.23 | 0.19 | 0.01 | 0.004 | 0.17 |
| 38h | 0.58 | 0.10 | 0.35 | 0.20 | 0.02 | 0.46 | 0.36 | 0.25 | 0.01 | 0.003 | 0.23 |
| 38b | 0.61 | 0.10 | 0.44 | 0.25 | 0.02 | 0.79 | 0.26 | 0.24 | 0.01 | 0.002 | 0.27 |
| | | | | | | | | | | | 0.22 |
| Valeurs naturelles Léman | 0.20 | 70.00 | 30.00 | 0.03 | 50.00 | 60.00 | 60.00 | 7.90 | 429.00 | | |
| Ci/Si | 0.10 | 0.47 | 0.30 | 0.03 | 1.00 | 0.60 | 0.20 | 0.01 | 0.02 | | 0.30 |
| | | | | | | | | | | Rivières suisses | |

Tableau 13 : Synthèse des résultats obtenus pour les deux campagnes de prélèvement de sédiments en 2009 et 2010 par SIG.

Métaux lourds

En 2010, les analyses de métaux lourds sur les carottes prélevées dans les retenues de Verbois et de Chancy-Pougny ne révélèrent aucun dépassement de normes de contamination, ni selon la réglementation suisse ni selon la réglementation française.

| METAUX (mg/kg) | |
|----------------|--------|
| Arsenic | 9.64 |
| Cadmium | <0.5 |
| Chrome total | 16.7 |
| Cuivre | 9 |
| Mercure | <0.026 |
| Nickel | 19.8 |
| Plomb | 12.62 |
| Zinc | 50.28 |

| | | | | |
|------------|-------|---------|----------|----------|
| Très bonne | Bonne | Moyenne | Mauvaise | Médiocre |
|------------|-------|---------|----------|----------|

Classes de qualité SEQ Eau Version 2

PCB

Sur les retenues de Verbois et de Chancy-Pougny, la moyenne des résultats obtenus en 2010 sur la somme des PCB indicateurs présente une classe de qualité très bonne :

| PCB (ng/g) | |
|--|------|
| Concentration en PCB des retenues de Verbois et Chancy-Pougny (2010) | 2.96 |

Les mesures effectuées par la CNR après l'opération de 2012 montrent que sur les sites de l'Etournel et d'Arlod, chacun des 7 PCB indicateurs sur les sédiments est inférieur au seuil de détection. Sur les sites à l'aval, la somme des 7 PCB indicateurs présente une qualité très bonne selon le SEQ-V2 à Seyssel, Motz, Jons et l'aval Grand Large et une bonne qualité à Génissiat et l'amont Grand Large. Aucune pollution aux PCB n'est observée sur la zone d'étude.

HAP₆

Sur les retenues de Verbois et de Chancy-Pougny, la moyenne des résultats obtenus sur la somme des HAP indicateurs présente une classe de qualité moyenne :

| HAP (ng/g) | |
|--|-------|
| Concentration en HAP des retenues de Verbois et Chancy-Pougny (2010) | 392.6 |

Cette valeur est proche de la valeur médiane pour les rivières suisses, 429 ng/g (Institut Forel, 2010)

Sur le Haut Rhône français des valeurs sont en classe d'altération "moyenne" selon le SEQ-Eau v2, mais elles restent proches des seuils du "bon état". Les sommes des 2 HAP prioritaires et de 14 autres HAP indicateurs sont en classe « moyenne » mais restent proches du seuil du « bon état » (elles sont environ 10 fois moins élevées que le seuil de qualité « mauvaise »).

5.8.2 Analyse de la qualité des sédiments pendant les opérations de 2012

Le tableau ci-dessous, tiré de la thèse de M. Launay (2014), montre les flux et concentrations moyennes pondérées de MES, de mercure et de somme des 7 PCB indicateurs à Pougny, Seyssel, Creys et Jons lors des opérations de juin 2012. Il faut rappeler que les sédiments évacués au cours de l'opération ont été stockés entre 2003 et 2012, soit pendant une période de 9 années. **Les résultats obtenus décrivent ainsi bien la qualité des sédiments de la décennie précédente.**

Les opérations de chasse du Haut-Rhône de 2012 se sont déroulées du 4 au 18 juin, avec l'abaissement de la retenue de Génissiat au cours de la première semaine (début le 4 juin) et l'abaissement de la retenue de Verbois la deuxième semaine (début le 9 juin). Les résultats de la deuxième semaine, obtenus à partir des résultats de la station de Pougny, concernent ainsi directement aux sédiments des retenues de Verbois et Chancy-Pougny.

| | 1ère semaine 01/06/2012 - 10/06/2012 | | | 2ème semaine 10/06/2012 - 22/06/2012 | | |
|---------------------------|---|--------------------|------------------------------|---|--------------------|------------------------------|
| | MES (Mt) | Mercure (kg) | \sum PCBi (kg) | MES (Mt) | Mercure (kg) | \sum PCBi (kg) |
| Pougny | 0,007 | 0,22 | 0,030 | 2,6 | 78,8 | 7,8 |
| Seyssel | 0,82 | 36,0 | 5,1 | 0,62 | 20,3 | 3,4 |
| Creys | 0,064 | 2,7 | 0,43 | 0,24 | 11,2 | 2,2 |
| Jons | 0,031 | 1,5 | 0,23 | 0,22 | 9,2 | 1,3 |
| Concentration pondérée | MES (g/L) | Mercure (mg/kg) | \sum PCBi (μ g/kg) | MES (g/L) | Mercure (mg/kg) | \sum PCBi (μ g/kg) |
| | | | | | | |
| Pougny | 0,23 | 0,031 | 4,2 | 12,5 | 0,030 | 3,0 |
| Seyssel | 4,0 | 0,044 | 6,2 | 2,7 | 0,033 | 5,5 |
| Creys | 0,14 | 0,042 | 6,7 | 0,54 | 0,047 | 9,2 |
| Jons | 0,061 | 0,048 | 7,4 | 0,35 | 0,042 | 5,9 |

Tableau 14 : Flux et concentrations moyennes pondérées de MES, mercure et PCBi pendant les opérations de juin 2012 (Launay, 2014)

Les résultats obtenus par M. Launay à la station de Pougny corroborent les résultats des analyses effectués par SIG et SFMCP en 2009-2012 ; ils montrent en effet :

- Une concentration en PCB indicateurs de 3 ng/g, soit une valeur très proche de celle obtenue lors des campagnes d'échantillonnage de 2010 (Institut Forel, 2010). Cette concentration indique une classe de qualité « très bonne ».
- Une concentration en mercure de 0.03 mg/kg, soit une valeur identique à celle obtenue au cours des campagnes de prélèvements de 2010. Cette valeur correspond par ailleurs à la concentration naturelle mesurée dans les sédiments du Léman (Institut Forel, 2010).

6 MILIEU HUMAIN

6.1 Occupation du sol

Le territoire du Haut Rhône et de la partie ouest du bassin genevois est principalement caractérisé par la présence d'espaces agricoles et/ou semi-naturels dominants ainsi que par des zones humides et des eaux intérieures. Deux grandes entités urbaines sont présentes à chacune de ces extrémités (Agglomération franco-valdo-genevoise et agglomération lyonnaise). Dans ce périmètre, on note aussi la forte présence de zones boisées.

6.2 Urbanisme

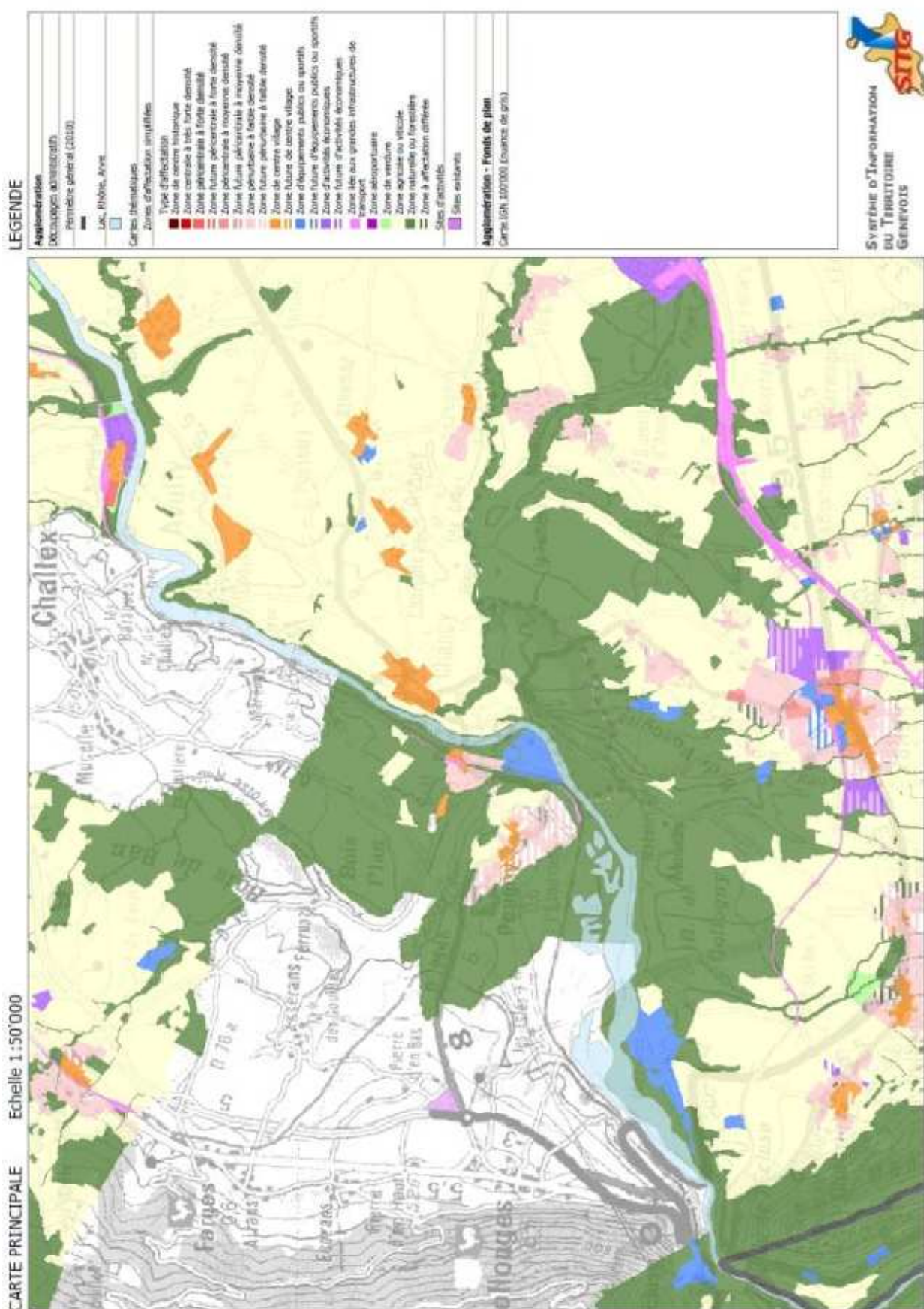
Le tronçon étudié dans ce rapport est peu urbanisé, caractérisé par des villages de campagne d'habitat à majorité résidentiel.

6.3 Agriculture et pêche professionnelle

6.3.1 Agriculture

L'agriculture reste une activité encore prépondérante sur le secteur de Haut Rhône. En bordure du fleuve elle est essentiellement tournée vers la populiculture – notamment en raison du caractère très hydromorphe des sols. Les prairies – de fauche ou pâturées sont encore largement exploitées. Sur la partie aval de ce périmètre, la plaine alluviale est aussi largement exploitée pour la production céréalière – maïs notamment (CNR, 2010).

Figure 26 Occupation du sol dans le sud de l'agglomération franco-valdo-genevoise



6.3.2 Pêche

Sur la partie genevoise, il n'y a pas de pêcheur professionnel et la pêche amateur est réglementée par la loi cantonale sur la pêche de 1994 et son règlement d'application.

La pêche professionnelle sur la partie française du Rhône est gérée par la direction départementale des territoires (DDT) du Rhône. Il rédige un cahier des charges par département, qu'il soumet ensuite à la signature du préfet de département. Ces cahiers des charges qui concernent les « baux de pêche », sont valables pour une durée de cinq ans. Ils détaillent le partage du linéaire du Rhône en secteurs dits « lots » de pêche et précisent pour chacun de ces lots s'il est ouvert aux différents types de pêche ainsi que le montant des loyers. Les trois catégories de pêcheurs peuvent parfois coexister sur un même lot.

Les directions départementales des territoires de chaque département fixent le cadre général ou « police de la pêche » puisqu'elles sont chargées de proposer aux préfets des arrêtés départementaux permanents et/ou annuels fixant en particulier les dates d'ouverture et de fermeture de la pêche, les espèces pouvant être pêchées, les techniques autorisées, les zones sur lesquelles la pêche ne peut être pratiquée, dites « réserves de pêche ». Ces éléments sont discutés au préalable au sein d'une commission technique départementale de la pêche réunissant les parties prenantes.

L'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA) est chargé sur le terrain d'établir des procès-verbaux en cas de non-respect de la réglementation de la pêche. Il organise également la collecte des données de pêche auprès des pêcheurs aux engins dans le cadre du suivi national de la pêche aux engins. Cet organisme joue aussi un rôle important d'appui technique aux services de l'État, de suivi et d'expertise des peuplements piscicoles.

On recense 41 lots de pêche professionnelle (SDVP Rhône) sur le Haut Rhône dont 29 étaient louables initialement. Actuellement seuls 5 lots sont loués/exploités. La commercialisation du produit de la pêche est encore intégralement autorisée depuis Pougny jusqu'en amont du barrage de Sault Brénaz. L'article 2 de l'arrêté inter-préfectoral du 19 juin 2009 stipule que la consommation et la commercialisation de certaines espèces est interdite jusqu'à Lyon et qu'elle est totalement interdite pour toutes les espèces sur le tronçon Loyette / St Vulbas (pk 34.5 à 51).

6.4 Activités industrielles

6.4.1 Pompages industriels

L'usine chimique de Firmenich est la seule activité industrielle importante recensée sur le tronçon étudié, avec la production hydroélectrique de l'usine de Chancy-Pougny. Une gravière en activité (Entreprise Vernay père et fils) se situe à Pougny. La carrière est inondée par la nappe phréatique.

6.4.2 Hydroélectricité

Afin de permettre le transit vers l'aval des sédiments provenant de la retenue de Verbois et éviter une accumulation des sédiments dans la retenue de Chancy-Pougny, la SFMCP doit effectuer un abaissement concomitant de la retenue de Chancy-Pougny. Pour SFMCP, ces opérations engendrent ainsi des coûts importants, liés à la procédure de demande d'autorisation, des mesures de minimisation et de compensation des impacts et des pertes de production hydroélectriques.

6.5 Captages et prises d'eau

6.5.1 Captages AEP

De nombreux captages d'eau potable ont été recensés entre le pont de Pougny et le pont Carnot, dont un pour l'eau potable des habitants de Pougny (01) et le captage de Matailly (74) pour la région de Valleiry (voir Figure 27).

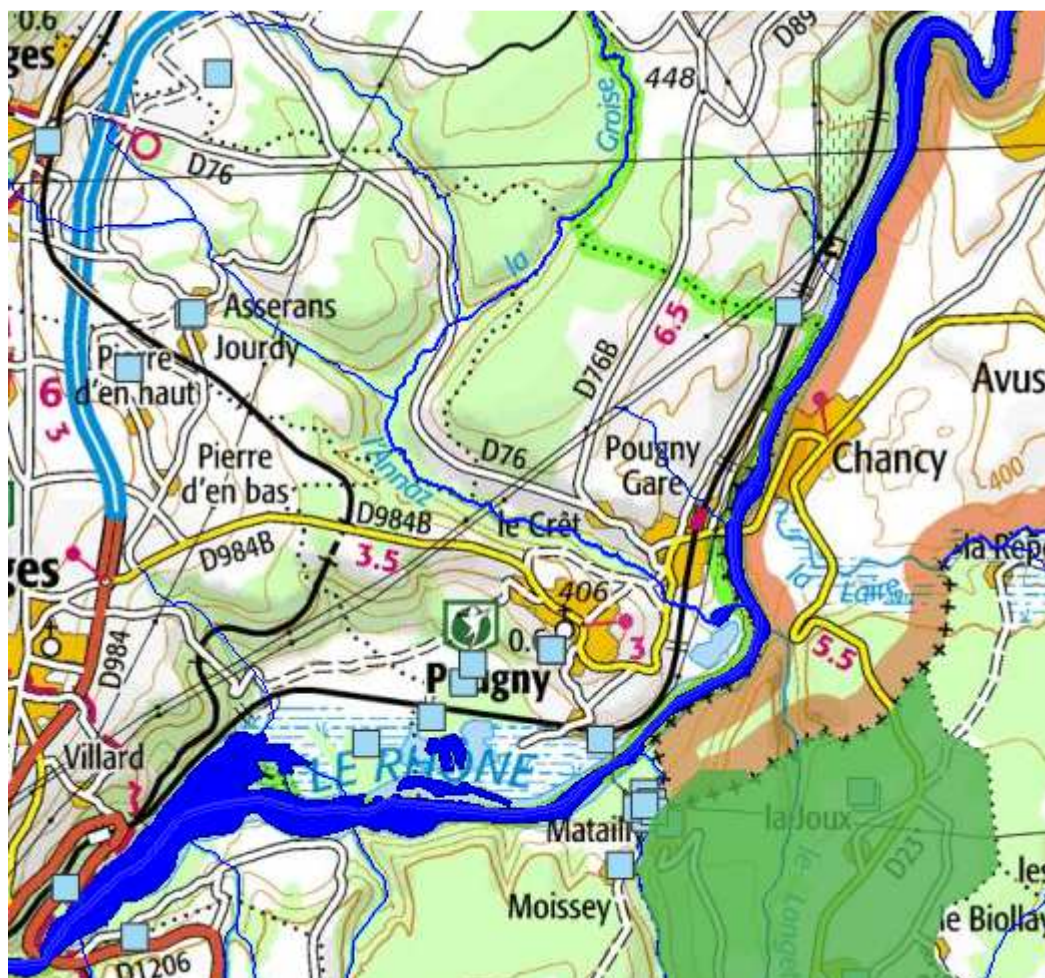


Figure 27 Situation des points d'eau entre Challex et le pont Carnot (BSS eau BRGM)

6.5.2 Captages Industriels et agricoles

L'usine hydroélectrique de Chancy-Pougny prélève l'eau de la nappe phréatique pour le refroidissement de l'usine.

7 ANALYSE DES IMPACTS SUR LES CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES

7.1 Impacts sur la climatologie

Les opérations d'abaissement des retenues et les dragages ponctuels prévus sur la retenue de Chancy-Pougny entre 2016 et 2026 n'engendrent pas d'impacts sur les aspects climatologiques

7.2 Impacts sur la géologie, la pédologie et l'hydrogéologie

Les opérations d'abaissement des retenues et les dragages ponctuels prévus sur la retenue de Chancy-Pougny entre 2016 et 2026 n'engendrent pas d'impacts sur les aspects pédologiques.

7.2.1 Impacts sur la géologie

Lors d'un abaissement des niveaux d'eau du Rhône en amont du barrage de Chancy-Pougny, les niveaux de la nappe d'accompagnement diminuent avec un temps de réaction et une amplitude variables selon les zones considérées, et de leur distance par rapport au barrage. L'augmentation du gradient hydraulique et par conséquent des vitesses d'écoulement souterrain au sein de la formation va provoquer l'apparition de forces hydrodynamiques de percolation. Ces forces de percolation entraînent les grains constituant le milieu par frottement dans la direction du courant et leur force est proportionnelle au gradient hydraulique (Tullen, 2002).

Les deux glissements actifs de Chancy et de Chancy-Pougny étant situés en aval du barrage de Chancy-Pougny et en amont du périmètre d'influence du barrage de Génissiat, le niveau du Rhône au droit de ceux-ci ne changera pas par rapport à une situation d'exploitation normale des retenues. Les glissements ne seront donc pas influencés par les opérations de chasse. Cette hypothèse est en outre corroborée par le suivi de ces deux glissements réalisés ces dernières années ainsi que lors des chasses précédentes (CSD 2008, 2012)

Les études montrent en effet que les chasses de 1997, 2000, 2003 et 2012 n'ont pas entraîné de déplacement des versants de Chancy et de Chancy-Pougny. Les suivis effectués depuis 1993 montrent que les déplacements des deux glissements ne sont pas liés aux facteurs hydroclimatologiques.

L'abaissement de la retenue de Chancy-Pougny peut néanmoins conduire à un effondrement ponctuel de hauts-fonds sédimentés.

7.2.2 Impacts sur l'hydrogéologie

Seule la nappe d'accompagnement du Rhône peut être impactée par l'abaissement des lignes d'eau en amont des retenues. Les aménagements naturels impactés par la baisse de la nappe subséquente à la baisse du niveau du Rhône sont les étangs de la Touvière et de l'éperon de Bilet positionnés dans la retenue de Chancy. Ces aménagements seront préalablement vidés de leur faune piscicole car le

substrat perméable ne permet pas le maintien d'un volume d'eau suffisant (voir le chapitre sur les mesures envisagées).

A l'aval du barrage de Chancy-Pougny (sur la portion lotique), les niveaux de la nappe ne sont pas impactés, car ceux-ci sont dictés principalement par les débits du Rhône. Au niveau du site de l'Etournel, la durée de l'abaissement est plus importante que pour les opérations de vidanges-chasses antérieures, 10 jours au lieu de 5. Les études hydrogéologiques ont montré que malgré une inertie importante, une variation de 3-4 jours pouvait influencer le niveau de la nappe.

La sédimentation de matériaux fins sur certains sites pourrait être de nature à colmater les fonds et/ou les berges en perturbant ainsi les sous-écoulements dans les horizons grossiers.

La retenue de Chancy-Pougny reste équilibrée du point de vue sédimentaire ; cette proportion du linéaire est constituée quasi uniquement de sédiments fins, les éventuels dépôts supplémentaires n'engendreront pas de modifications hydrogéologiques. En aval du barrage de Chancy-Pougny, les vitesses d'écoulement sont suffisantes pour éviter une sédimentation des matières fines dans le lit du Rhône. Des dépôts se formeront malgré tout à partir du site de l'Etournel où la largeur du lit du fleuve est plus importante. Ces matières fines se maintiennent temporairement en amont du pont Carnot, puis déplacées par la suite au gré des crues.

7.3 Impacts sur l'Hydrologie et l'hydraulique

Les graphiques présentés dans ce chapitre se trouvent en annexe.

7.3.1 Impacts sur les niveaux (abaissements des retenues)

La durée maximale des abaissements des retenues est dictée par la contrainte (environnementale) de ne pas fermer les Vieux-Rhône (secteurs CNR) pendant plus de 9 jours. Le protocole des opérations pour les retenues de Verbois, Chancy-Pougny et Génissiat est ainsi calé en fonction de cette contrainte.

La retenue de Génissiat est abaissée 1.5 jours (jour J-1 à 0h) avant les retenues de Verbois et Chancy-Pougny, afin de se situer à la cote de 305-315 msm au début de l'abaissement des retenues de Verbois et Chancy-Pougny (jour J à 12h). L'abaissement concomitant de la retenue de Génissiat permet par ailleurs de minimiser les dépôts de sédiments au droit du secteur de l'Etournel et d'empêcher la connexion des eaux chargées du Rhône avec un étang de l'Etournel.

La retenue de Chancy-Pougny sera abaissée à partir du jour J à 12h (20 mai 2016 à 12 heures, pour les opérations de 2016) de manière concomitante à la retenue de Verbois, afin de pouvoir faire transiter les sédiments en aval du barrage de Chancy-Pougny. L'objectif est d'assurer un transfert efficace des matériaux provenant de l'amont ; un abaissement de -6.5 m (341 msm) à -8 m (339.5 msm) est nécessaire pour éviter un stockage de sédiments dans la retenue de Chancy-Pougny.

L'abaissement de la ligne d'eau en amont du barrage de Chancy-Pougny engendre une déconnexion des affluents et autres plans d'eau connexes au Rhône (étangs, lagunes). Des actions seront entreprises au niveau de ces sites afin de minimiser l'impact de l'opération. Ces aspects sont traités dans le Tome 2 de l'étude d'impact, consacrée aux aspects écologiques.

A J+9, 12h (29 mai 2016 à 12 heures), il est prévu de remonter de manière concomitante les retenues de Verbois, Chancy-Pougny et Génissiat. Le volume d'eau disponible sera partagé entre les différents ouvrages afin de permettre un retour à l'exploitation des usines concomitant. Cette

remontée nécessite une durée d'environ 42 heures. Les retenues de Verbois et de Chancy-Pougny retrouveront donc leur cote d'exploitation normale à J+11, 6h (mardi 31 mai, vers 6 heures).

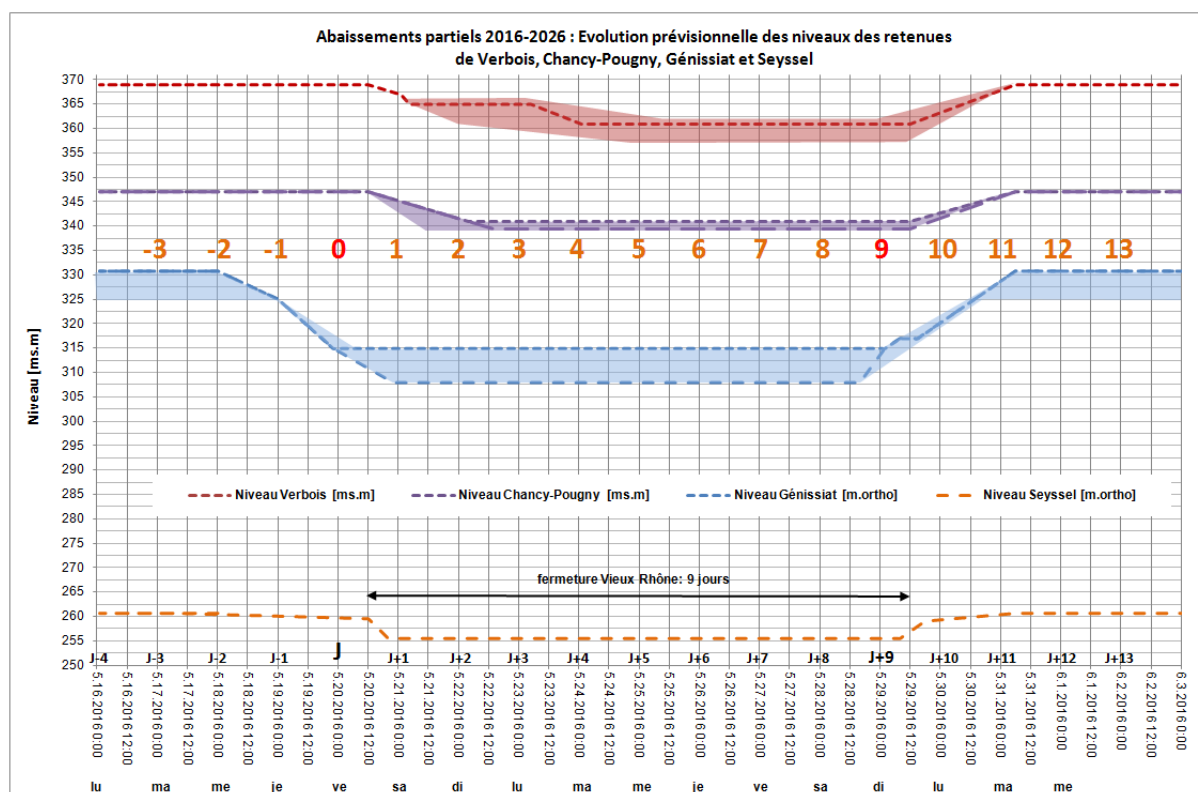


Figure 28 : Evolution prévisionnelle des niveaux des retenues de Verbois, Chancy-Pougny, Génissiat et Seyssel

Pour l'ouvrage de Chancy-Pougny, la durée totale de l'opération est de près de 11 jours, soit du vendredi 20 mai, 12h au mardi 31 mai, 6h. Un report de l'opération (maximum 7 jours) est prévu en cas d'hydrologie défavorable.

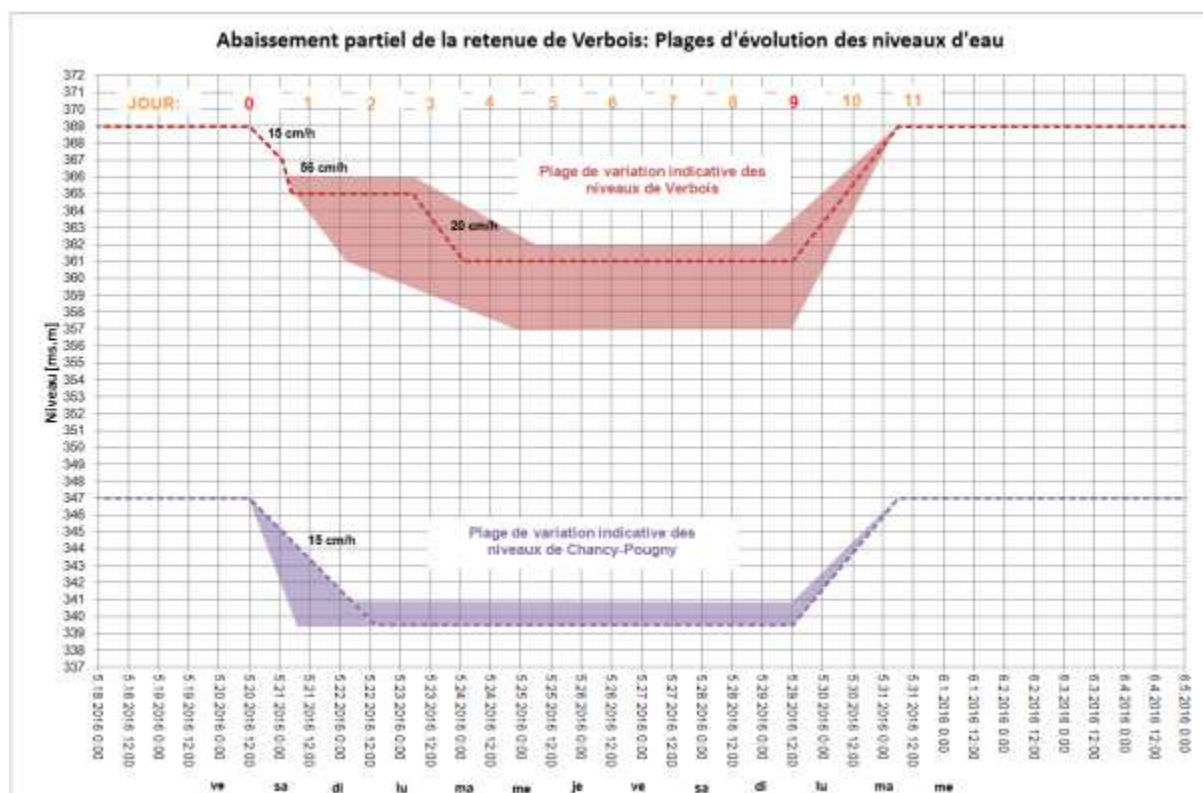


Figure 29 : Evolution des lignes d'eau des retenues de Verbois et Chancy-Pougny

Lors des vidanges complètes de la retenue de Verbois, le niveau d'eau pouvait atteindre la cote de 352 msl.m (-17 mètres). Dans le cadre des abaissements partiels de la retenue de Verbois, le niveau minimum de la retenue évoluera entre 362 msl.m (-7 m) et 357 msl.m (-12 m), en fonction du déstockage sédimentaire estimé en temps réel et des concentrations en MES atteintes.

7.3.2 Impacts sur les débits du Rhône (abaissements des retenues)

L'ouvrage de Chancy-Pougny sera neutre en restituant instantanément la totalité des débits entrants, à deux exceptions près : l'abaissement de la retenue de Chancy-Pougny provoquera un léger surdébit, alors que son remplissage en fin d'opérations provoquera un sous-débit (stockage). Ces variations seront atténuées tant que possible par une gestion appropriée du Seujet. Les débits minimums pour l'aval (centrale du Bugey par exemple) seront en particulier garantis dans cette dernière situation.

Par ailleurs, afin de pouvoir assurer le fonctionnement des usines de Chautagne, il faut un minimum de 200 m³/s, soit un débit de l'ordre de ~180 m³/s à Verbois. Ce débit minimal sur toute la durée de l'opération est nécessaire afin de permettre le passage en déchargeur des groupes suite à un déclenchement de groupe.

Le débit de pilotage est celui de la station de Pougny (en cas de défaillance de cette dernière la sation fédérale des Rippes pourrait être utilisée)

Le débit moyen de l'Arve en cette période de l'année est estimé à 120 m³/s. Les exploitants (SIG) ajusteront le débit du Seujet en fonction du débit d'Arve et des surdébits/sous-débits engendrés lors des abaissements/remplissage des retenues, afin de ne pas dépasser les valeurs limites indiquées ci-dessous :

- [A] Un débit maximal aux Rippes de 500 m³/s pendant l'abaissement de Seyssel, au cours de la journée J-2 (18 mai 2016).
- [B] Le surdébit provoqué par l'abaissement de Génissiat (J-1, 0h à J, 12h) impose un débit maximal aux Rippes de 350 m³/s.
- [C] Pendant l'abaissement et la phase abaissée des retenues de Verbois et Chancy-Pougny, le débit maximum du Rhône admissible à l'aval de Seyssel de 700 m³/s (débit d'équipement des 4 aménagements CNR à l'aval de Génissiat) afin d'éviter le déversement d'eaux chargées en MES dans les anciens bras du Rhône impose un **débit aux Ripes maximal de 550 m³/s**.
- [D] Le remplissage des retenues suisses et françaises se déroulera de manière concomitante, à partir de J+9, 12h (29 mai 2016, 12h). Pendant cette phase, le débit du Rhône pourra atteindre 620 m³/s. Il s'agit du débit d'équipement des ouvrages hydroélectriques de Verbois et Chancy-Pougny.

A partir de ces objectifs de débits maximaux, et en fonction des prévisions hydrologiques (crue d'Arve en particulier), il sera évalué au jour le jour s'il est nécessaire de reporter les opérations.

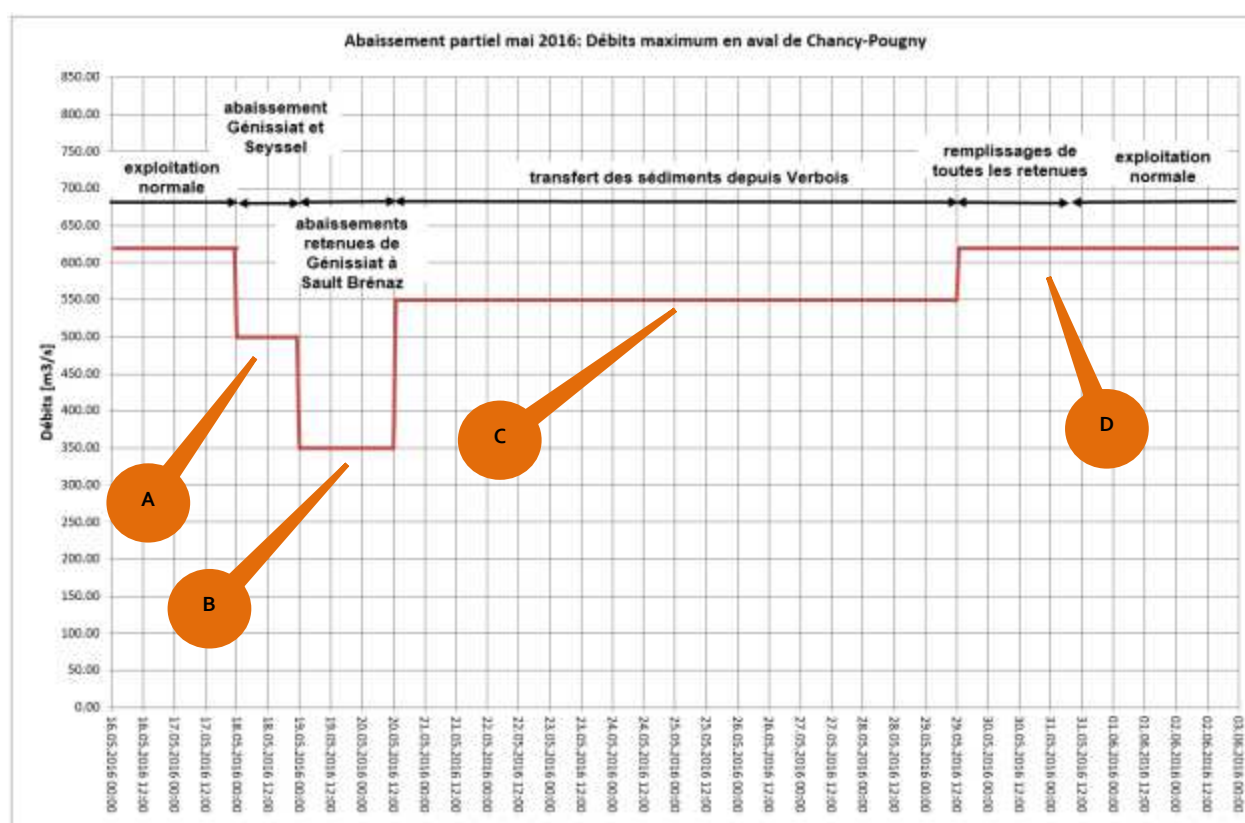


Figure 30 : Evolution des débits maximums en aval de Chancy-Pougny

7.3.3 Evolution du niveau du lac Léman (abaissements des retenues)

Les simulations de l'évolution du niveau du Léman se basent sur un débit aux Ripes maximal tel qu'indiqué sur la figure ci-dessus. Elles tiennent compte également du remplissage de toutes les retenues (suisses et françaises) concernées par les opérations de gestion sédimentaire.

SIG fera évoluer le niveau du lac afin que les opérations puissent démarrer **le jour J—2 (18 mai 2016) à la cote de 372.12 msm**.

Le protocole des opérations prévoit de fournir un débit de l'ordre de 550 m³/s en continu pendant toute la durée des opérations, tandis que le débit moyen interannuel (Léman + Arve) est estimé à 465 m³/s. Cet écart engendre un abaissement du niveau du Léman pendant les opérations (voir figure ci-dessous):

- de **12 cm pour des apports moyens** : fin des opérations à 372.00 msm
- de **35 cm pour l'équivalent du quantile 25%** des débits apportés (débit de 353 m³/s) : fin des opérations à 371.77 msm

Pour un quantile 75% des apports, le niveau du lac Léman est en équilibre.

Dans le cas d'un report des opérations (maximal) de 7 jours, les opérations démarreront pour un niveau du lac Léman de 372.20 msm. A la fin des opérations, le niveau du lac se situera alors :

- à la cote de 372.08 msm pour des apports moyens du Léman
- à la cote de 371.85 msm pour un quantile 25% des apports du Léman

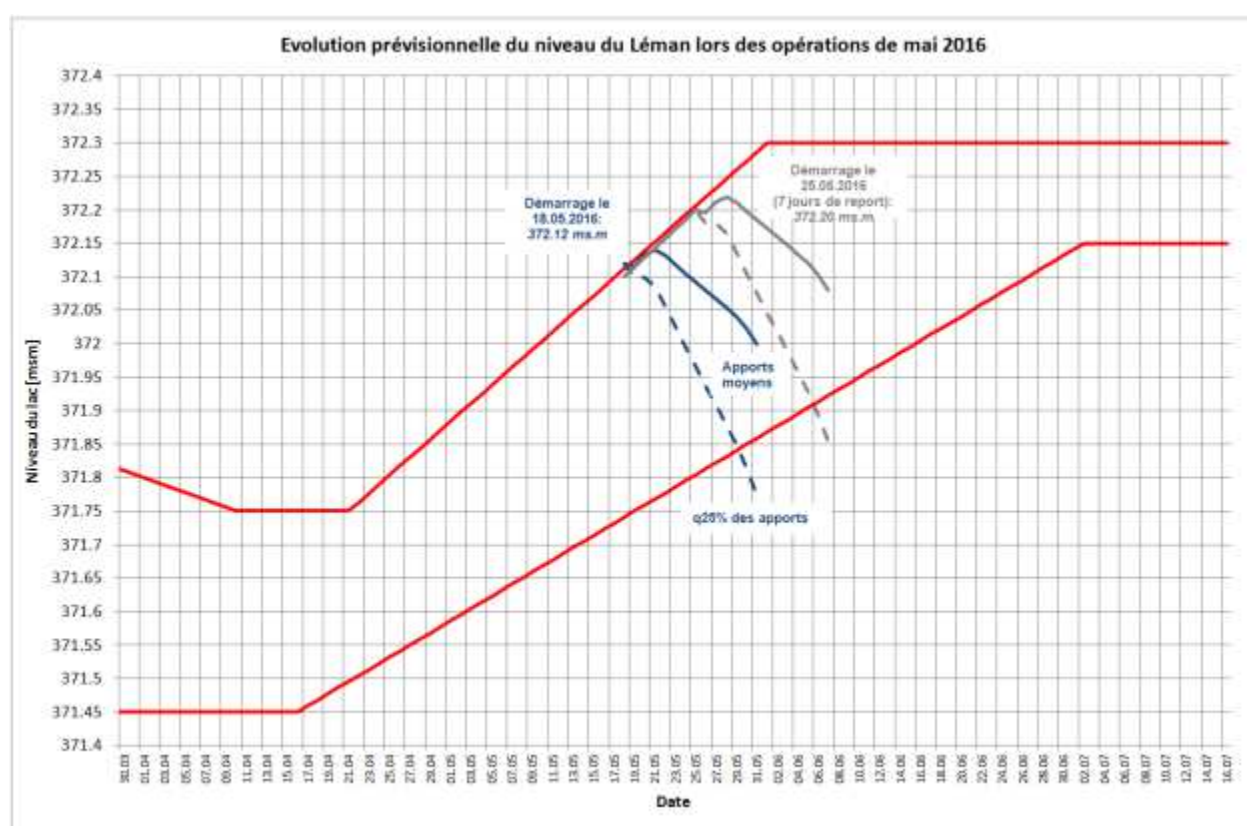


Figure 31 Evolution prévisionnelle des niveaux du lac Léman lors des opérations

Pour un quantile 25% des apports, le lac Léman atteindrait ainsi un niveau inférieur à la limite inférieure (9 à 7 cm sur les 7 jours de report possible). Une **demande de dérogation** sera ainsi effectuée par SIG auprès de l'autorité concédante suisse afin de pouvoir s'écarter de 10 cm de la limite inférieure. Dans le cas d'apports du Léman inférieurs au quantile 25%, SIG propose de réduire le débit des opérations afin de ne pas s'écarter du niveau précisé dans ladite dérogation.

Les simulations suivantes ont aussi été effectuées pour des cas d'apports importants du Léman ou une crue d'Arve:

- **abaissement de 2 cm** du niveau du Léman pour un **quantile 75% des apports du Léman (400 m³/s) et une Arve à 120 m³/s (débit moyen)**. La fin des opérations serait ainsi prévue à la cote de 372.10 msm (372.18 msm en cas de report maximal de 7 jours).
- **augmentation de 10 cm** du niveau du Léman pour un **quantile 75% des apports du Léman et une situation de crue d'Arve** (débit moyen + 50%) en considérant 180 m³/s sur la durée totale des opérations. La fin des opérations serait ainsi prévue à la cote de 372.22 msm (372.30 msm en cas de report maximal de 7 jours) ; ce scénario est simulé à la figure 5.

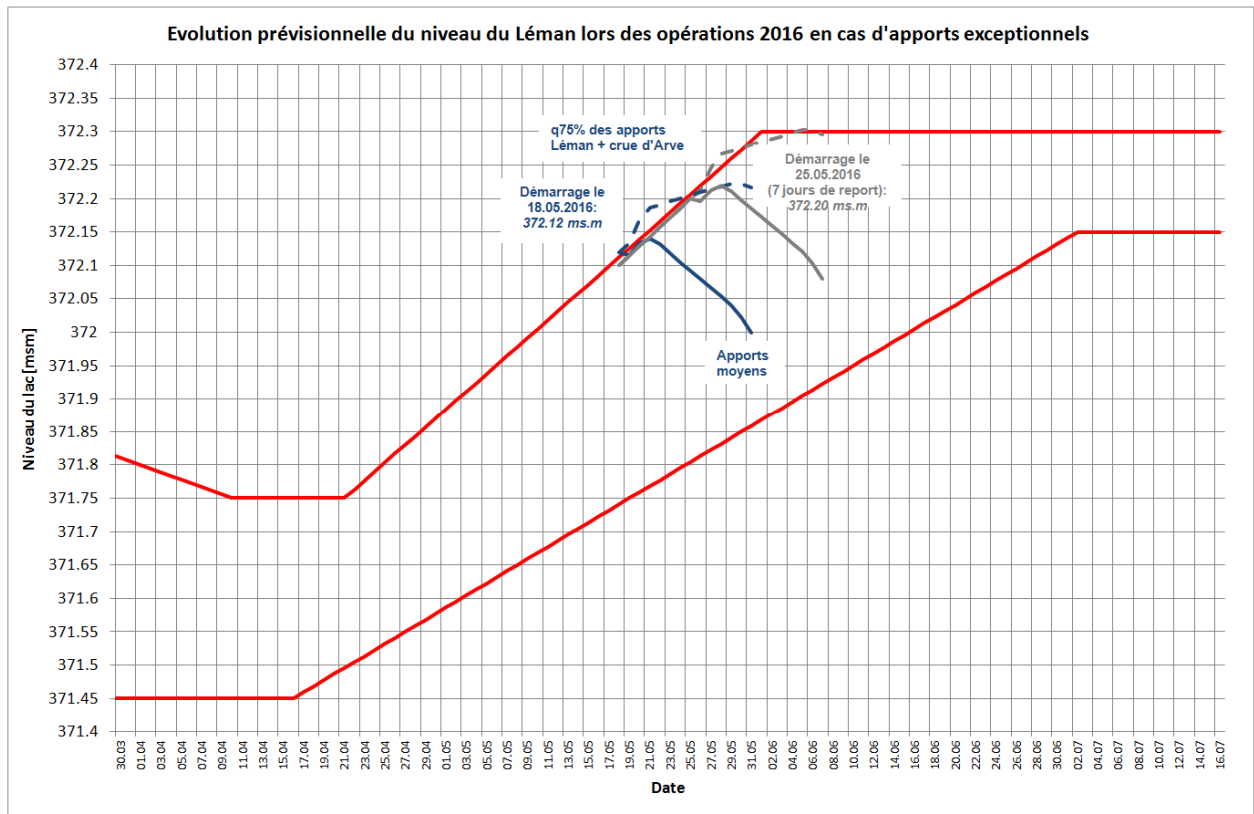


Figure 32 Evolution prévisionnelle des niveaux du lac Léman lors des opérations en cas d'apports hydrologiques importants

Une **demande de dérogation** sera effectuée par SIG auprès de l'autorité concédante suisse afin de pouvoir s'écarter de 5 cm de la limite supérieure du niveau du lac. Par ailleurs, afin de pouvoir mener à bien les opérations, le débit du Seujet pourra être ponctuellement réduit à 50 m³/s en cas de crue d'Arve exceptionnelle.

En cas de dépassement de la cote inférieure ou supérieure du Léman à la fin des opérations, SIG suivra les directives de l'autorité concédante suisse afin de réintégrer dans les meilleurs délais le niveau fixé par le règlement.

7.4 Impacts sur la qualité des eaux de surface

7.4.1 Hypothèses de déstockage de la retenue de Verbois

L'objectif pour SIG est d'assurer un déstockage de la retenue de Verbois, en effectuant un abaissement partiel selon le protocole précisé ci-dessus, tout en respectant les valeurs limites de concentrations en MES suivantes au pont de Pougny.

Dans le cadre des opérations d'abaissement partiel de la retenue de Verbois sur la période 2016-2026, la masse maximale de matériaux en suspension à faire transiter en aval du barrage de Chancy-Pougny est fixée à 2.1 millions de tonnes pour une opération donnée (soit un volume maximal de matériaux en suspension de 1.5 millions de m³ en prenant l'hypothèse d'une densité de 1.4).

SIG estime que le déstockage effectif de la retenue de Verbois évoluera entre 0.8 et 1.5 millions de m³ tous les 3 à 4 ans. Cette enveloppe correspond à celle des volumes évacués lors des vidanges triennales avec abaissement complet, programmées entre 1981 et 2003. Pour SFMCP, l'objectif est de ne pas stocker de sédiments dans la retenue de Chancy-Pougny au cours de l'opération.

Des simulations hydrauliques ont été effectuées afin d'estimer les concentrations à atteindre dans le cas d'un **scénario de déstockage « maximal »**. L'évaluation de l'impact se base sur ce scénario de déstockage.

Les transits prévisionnels sont les suivants pour un débit constant et maximal de 550 m³/s en aval de Chancy-Pougny:

- En aval de Verbois : 1.37 millions de m³ de MES
- En aval de Chancy-Pougny : 1.45 millions de m³ de MES

7.4.2 Qualité de l'eau pendant l'accompagnement des opérations d'abaissements partiels

Concentrations en MES

Le pilotage des opérations sera effectué en considérant le respect des valeurs de concentrations de MES maximales suivantes au pont de Pougny/Chancy:

- > 15 g/l, pendant maximum 30 minutes
- > 10 g/l, pendant maximum 6 heures
- 5 g/l en moyenne pendant la durée des opérations

L'évolution de la masse ayant transité par les retenues de Verbois et Chancy-Pougny sera estimé d'heure en heure par intégration des concentrations de MES et des débits mesurés en aval des barrages de Verbois et de Chancy-Pougny.

Les modélisations réalisées dans le cadre de l'étude d'impact liées aux opérations 2016-2026 indiquent que les valeurs limites ci-dessus sont respectées (voir figure ci-après).

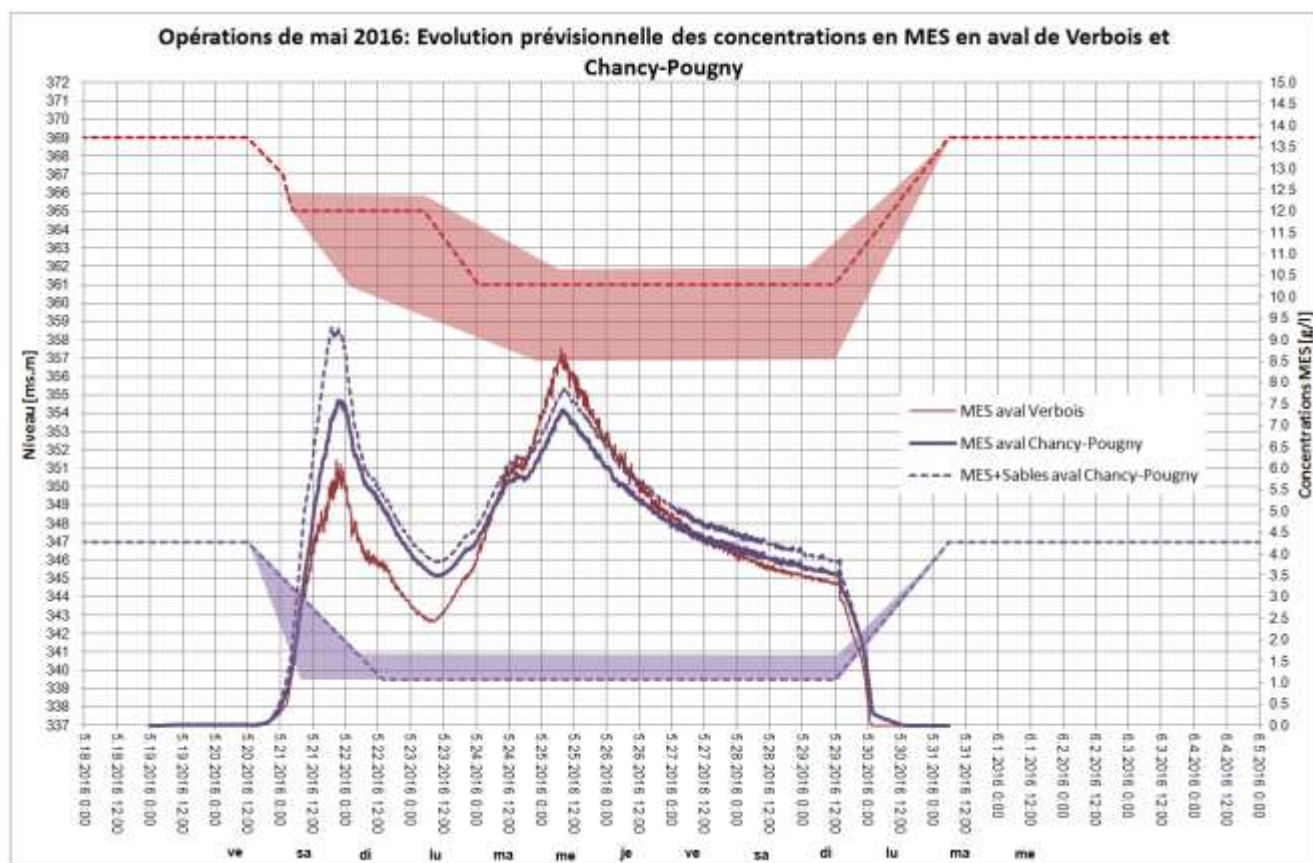


Figure 33 : Evolution prévisionnelle des concentrations en MES en aval de Verbois et Chancy-Pougny

Les concentrations maximales prévisionnelles en MES sont les suivantes :

- En aval de Verbois : 8.8 g/l (courbe marron)
- En aval de Chancy-Pougny : 7.6 g/l (courbe violette)

Les concentrations moyennes prévisionnelles en MES sont les suivantes :

- En aval de Verbois : 3.75 g/l
- En aval de Chancy-Pougny : 3.97 g/l

La courbe violette en trait-tillé indique la concentration de tous les matériaux transitant par le barrage de Chancy-Pougny (transport par suspension + transport par charriage).

La figure ci-dessous compare les concentrations en MES prévisionnelles lors des abaissements 2016-2026 (courbe orange), avec celles obtenues au cours des opérations suivantes :

- Les opérations triennales avec vidange complète de la retenue de Verbois, effectuées entre 1969 et 2003 (enveloppe indicative). Les concentrations maximales en MES pouvaient atteindre voire dépasser 25 g/l.
- L'opération 2012 avec vidange complète de la retenue de Verbois (opération après 9 années d'accumulation dans la retenue). Les concentrations en MES ont atteint 45 g/l.

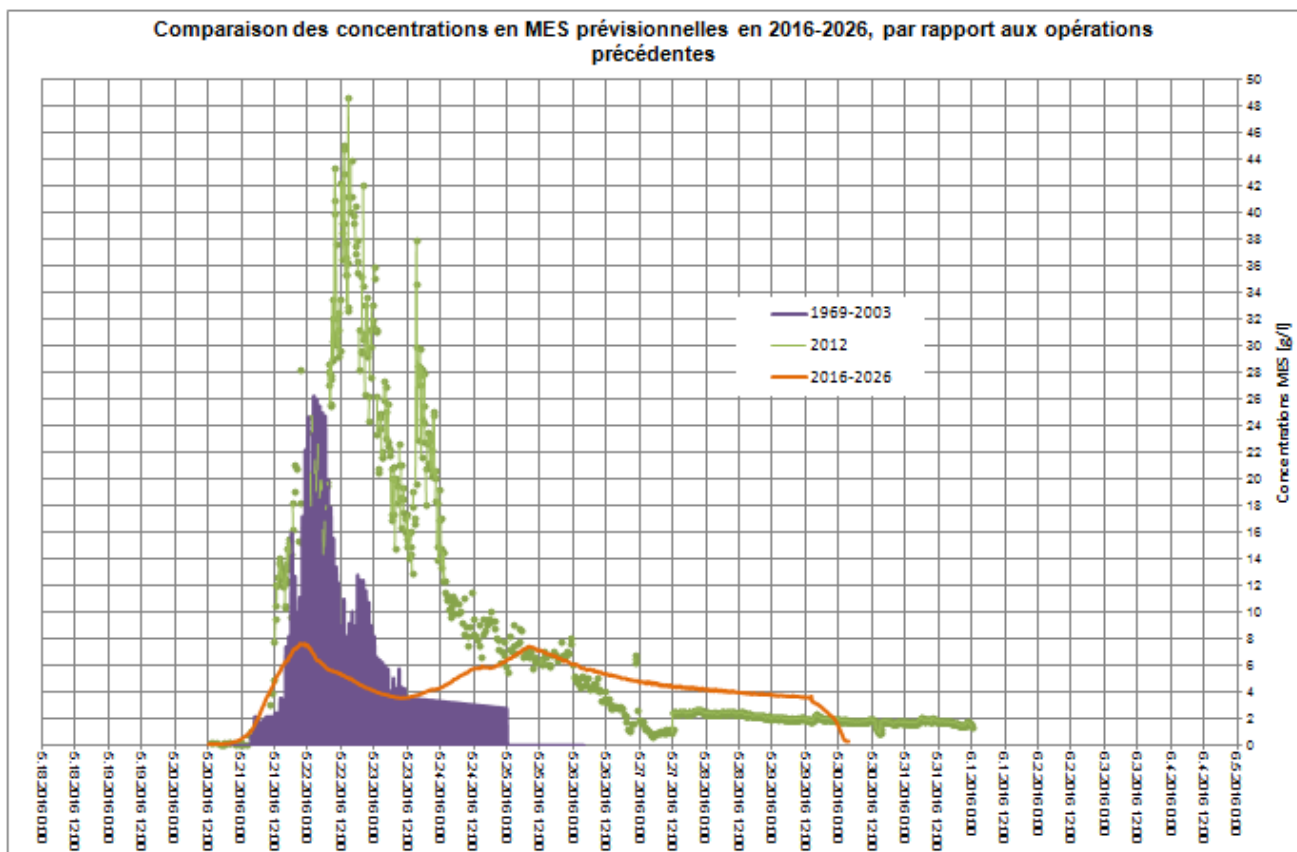


Figure 34 : Comparaison des concentrations en MES à Pougny pour les opérations 2016-2026 avec les opérations précédentes

Les opérations d'abaissement partiel de la retenue de Verbois permettent de réduire significativement les concentrations en matières en suspension par rapport aux opérations avec abaissement complet. L'impact de ces concentrations sur les biocénoses du fleuve est traité dans le tome 2 de l'étude d'impact.

Conséquences pour l'aval (retenue de Génissiat)

L'objectif pour la CNR est que la variation de stock sédimentaire dans la retenue de Génissiat soit nulle (pas d'accumulation de sédiments) après les opérations d'abaissement partiel de la retenue de Verbois. Une analyse des conditions favorables au transit des flux sédimentaires dans la retenue de Génissiat a été effectuée par la CNR à partir des flux maximaux et des concentrations de MES à Pougny définies ci-dessus. Les résultats montrent qu'à une cote de Génissiat d'environ 312 m.ortho pendant les opérations, ce bilan sédimentaire est équilibré.

Autres paramètres physico-chimiques

Nous présentons ci-dessous une partie des résultats des analyses physico-chimiques obtenues sur des prélèvements en aval du barrage de Verbois, lors des opérations de 2003 (pic de concentrations MES à 25 g/l) et/ou de 2012 (concentrations en MES ont dépassé 45 g/l) :

- *pH* : La variation du pH est très faible avec le temps; durant la chasse de 2012, il a évolué entre 7.6 et 8.4.

- *Conductivité* : La conductivité a varié entre 270 et 350 microS/cm en 2012. Une augmentation de la conductivité est observée pendant le pic de concentration en MES.
- *Azote ammoniacal* : L'évolution de l'azote ammoniacal est en forte corrélation avec la courbe des matières en suspension. La limite fixée par l'OEaux (Ordonnance fédérale sur les Eaux) à 0.2 mg/L a été systématiquement dépassée. Elle a dépassé 2 g/l pendant le pic de concentrations en MES. Lors de la vidange complète de 2003 la concentration en N-NH₄ a atteint 1.5 mg/l au maximum.
- *Carbone organique dissous* : Les valeurs mesurées lors de la vidange 2003 ont atteint un maximum de 2.5 mg/l et restent dans les limites de l'OEaux (1-4 mg/L). Lors des opérations de 2012, cette concentration a atteint 7 mg/l pendant le pic de MES avant de retomber à 2 mg/l.
- *Oxygène dissous* : Lors des opérations de 2003, les taux d'oxygène dissous se sont situés entre 9 et 11 mg/l. En 2012 les concentrations en oxygène ont atteint 8 mg/l pendant le pic de MES, avant de rapidement se situer entre 10 et 12 mg/l.

Impact sur la macrofaune benthique

Des études (Ecotec 1996, Lachavanne 1981, Service d'hydrobiologie 1987) ont relevé que l'impact des vidanges des retenues de Verbois et de Chancy-Pougny sur la macrofaune benthique était important mais de durée limitée avec un retour à des conditions antérieures après quelques mois. Les analyses réalisées par le Domaine de l'eau (Perfetta, 2006) entre 1962 et 2002, soit pendant la période où des chasses triennales étaient pratiquées, ont montré que la macrofaune benthique du Rhône genevois se caractérise globalement par une stabilité remarquable au cours des quarante dernières années. La qualité biologique globale est moyenne. Toutefois, depuis 2002, une basse de qualité est observée. Dans le cadre des investigations effectuées, il n'est toutefois pas possible d'attribuer cette situation à l'une ou l'autre des causes potentielles de dégradation, à savoir les perturbations du régime hydrologique liées à l'exploitation hydroélectrique, l'importance des apports sédimentaires fins par l'Arve ou la colonisation du Rhône par deux espèces envahissantes, la moule zébrée et la crevette tueuse.

7.4.3 Qualité de l'eau pendant les dragages

Rejet en amont du barrage de Chancy-Pougny

Pour un volume de dragage inférieur à 100'000 m³ sur une période de 3 ans, un rejet en amont du barrage de Chancy-Pougny peut être envisagé. Le mode de gestion tel que proposé ne devrait pas nécessiter des volumes de dragage plus importants. Le rejet se ferait alors ~800 mètres en amont du barrage de Chancy-Pougny, à la sortie du méandre d'Epeisses (voir figure ci-après). Les sédiments accumulés dans la partie aval de la retenue de Chancy-Pougny quitteront la retenue lors de l'abaissement triennal (ou quadriennal) suivant.

L'exploitant prendra soin de diriger le rejet dans le lit principal du Rhône, à plusieurs mètres de profondeur ; les hauts-fonds et herbiers éventuels ne seront ainsi pas atteints par les opérations de dragage.



Figure 35 : zones de dragage et point de rejet proposé sur la retenue de Chancy-Pougny

Sur demande de la DREAL, l'objectif pour SFMCP est de réaliser les travaux de dragage sur la base d'un écart de turbidité maximal de 20 NTU, entre l'amont et l'aval de la zone de dragage. Sur le Rhône à Pougny, 1 NTU = 1 mg/l environ.

La mesure aval est faite à 3 km, à l'aval du point de restitution des sédiments. La mesure aval est la moyenne de trois mesures réalisées en rive droite, en rive gauche et dans l'axe du panache. Une mesure servant de référence est réalisée à 100 mètres à l'amont de la zone draguée.

Une modélisation numérique a été effectuée afin d'estimer les concentrations ajoutées en MES, 3 km en aval du point de restitution des sédiments (PK 186.5), soit après mélange homogène. Le panache maximal a été simulé pour un rendement maximal de la drague aspiratrice, pendant une durée de 3 heures (atteinte de l'équilibre des concentrations du panache). En réalité, les travaux se déroulent de manière discontinue sachant que la machine doit effectuer des déplacements et des mouvements. Le panache prévisionnel, en fonction du volume et de la granulométrie des sédiments à extraire, sera précisé dans la fiche d'incidence dragage.

La modélisation numérique prend en compte les hypothèses suivantes et donne les résultats suivants :

- Débit du Rhône 500 m³/s
- Vannes du barrage fermées
- Débit solide (dragage) 200 m³/h
- Diamètre des matériaux 0.2 mm (sables moyens)
- Concentration au point du rejet 0.16 g/L
- Concentration estimée 3 km à l'aval 0.0090 g/L (9 NTU)
- Panache après 3 heures de dragage en continu

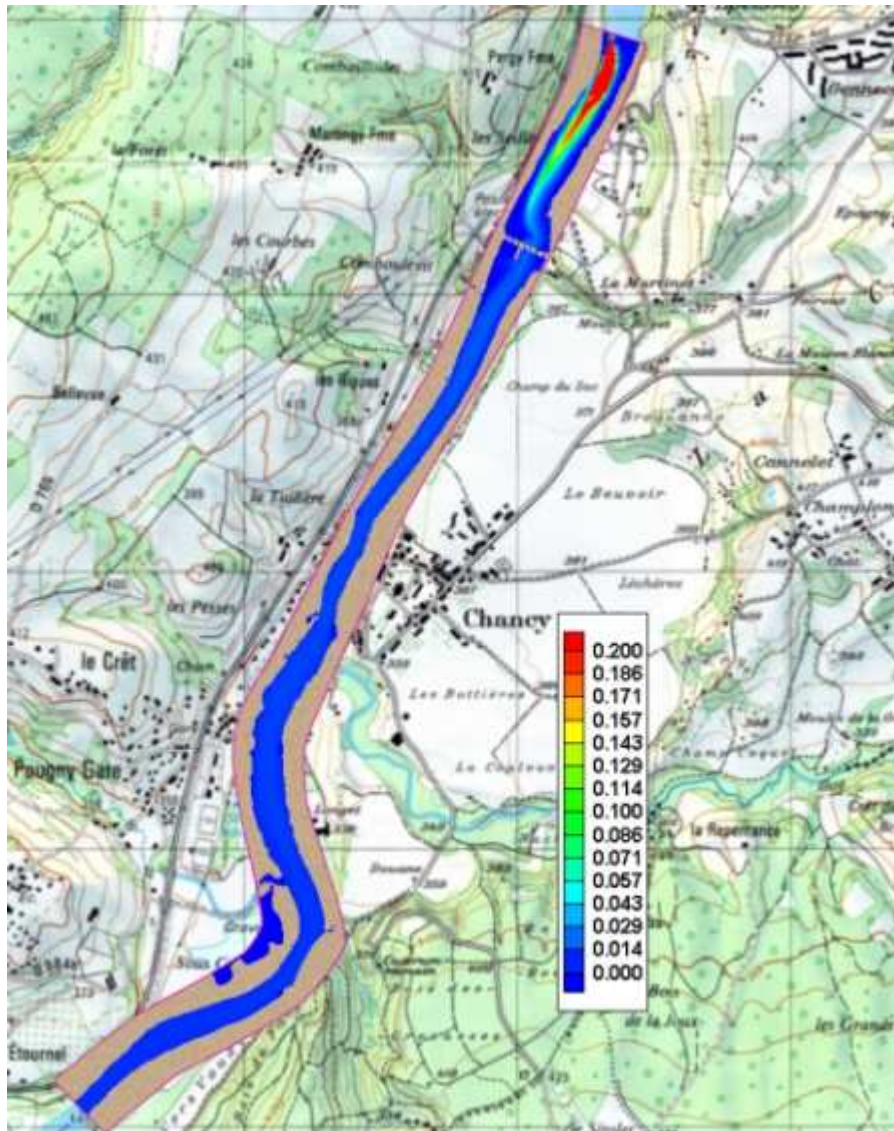


Figure 36 : Simulation du panache de MES en cas de remise en suspension des sédiments en amont du barrage de Chancy-Pougny

Pour un débit du Rhône de 500 m³/s et dans les conditions de dragage indiquées, la concentration en MES 3 km en aval du point de rejet est estimée à 9 mg/l. Les dragages seront effectués pendant la journée (entre 6h et 18 heures, soit 50% du temps d'une journée complète), donc pendant les heures de pointe de production hydroélectrique : les débits du Rhône seront généralement situés entre 400 et 600 m³/s. Même pour des conditions de débits plus réduits que ceux modélisés, la valeur de 20

NTU à 3 km du rejet n'est pas dépassée. Par ailleurs, les concentrations resteront inférieures à la valeur limite maximale de 25 mg/l proposée lors d'une durée d'exposition prolongée (EIFAC 1964).

Pendant les travaux, le concessionnaire réalisera un suivi environnemental du milieu sur quelques sites jugés représentatifs afin d'évaluer l'impact des opérations de dragage : suivis physiques, chimiques et biologiques ; des mesures de turbidité seront notamment effectuées au pont de Pougny. Avant chaque campagne de dragage, le protocole de suivi de la qualité de l'eau sera précisé dans la fiche d'incidence dragage détaillée et transmise à la DREAL (voir exemple CNR en annexe du tome 2).

Rejet en aval du barrage de Chancy-Pougny

En cas de situation « exceptionnelle », et dans le cas où les accompagnements des abaissements partiels ne se déroulent pas comme prévu, engendrant une accumulation très importante dans la retenue de Chancy-Pougny, ne permettant pas au maître d'ouvrage d'assurer la maîtrise de ses lignes d'eau, il peut être amené de rejeter une partie des sédiments directement en aval du barrage de Chancy-Pougny. Dans les faits, le rejet se ferait ~200 mètres en aval de l'usine ou du barrage, en aval de l'entrée de la passe à poissons par exemple.

Une modélisation numérique a été effectuée pour ce scénario peu probable, dans les mêmes conditions que précédemment afin d'estimer les concentrations ajoutées en MES en aval du barrage de Chancy-Pougny. Le panache maximal a été simulé (rendement maximal de la drague aspiratrice). Les simulations ont été effectuées dans le cas d'une injection des sédiments du côté du barrage (vannes) ou du côté de l'usine (voir figure ci-dessous). Le panache prévisionnel, en fonction du volume et de la granulométrie des sédiments à extraire, sera le cas échéant précisé dans la fiche d'incidence dragage.

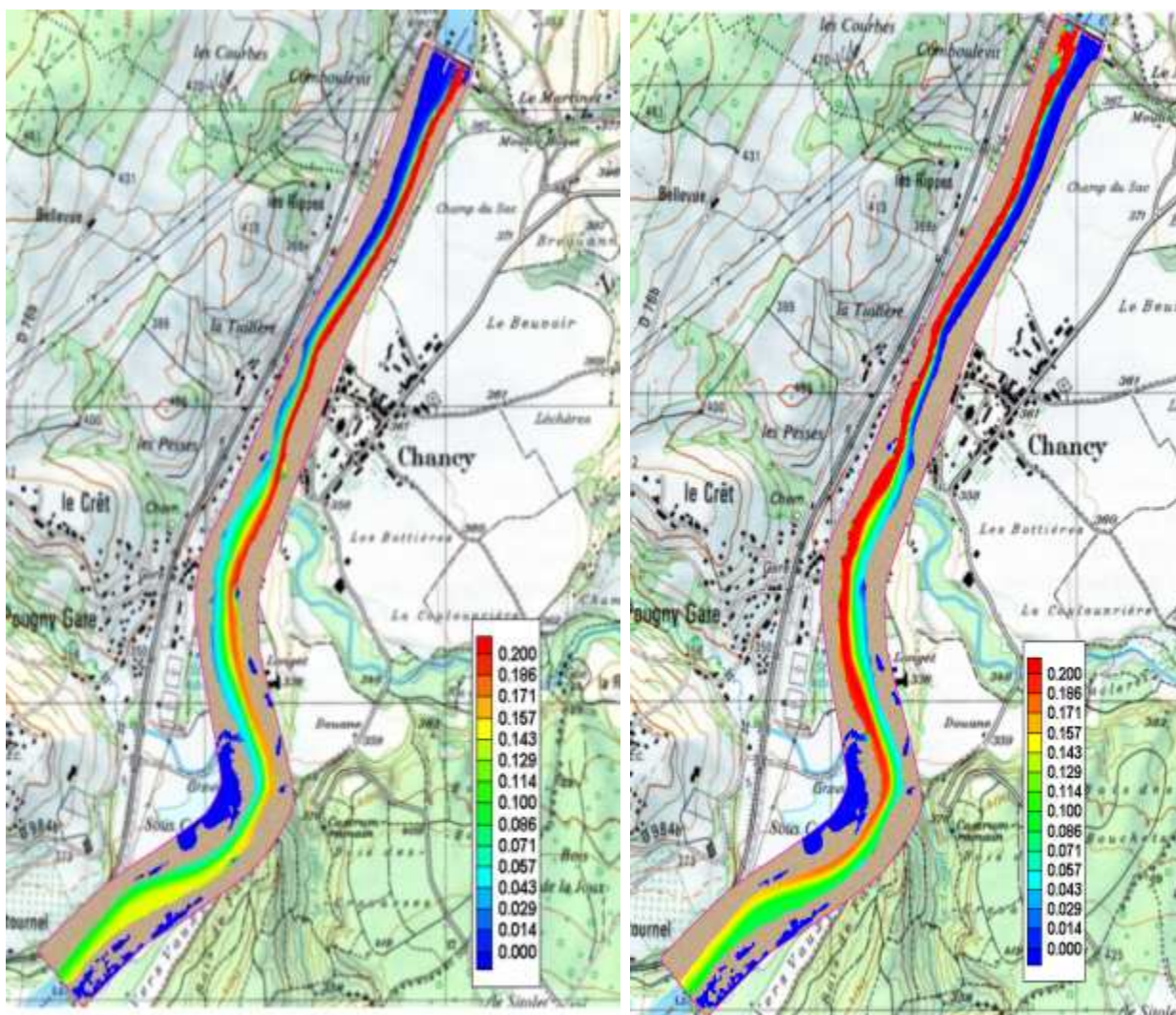


Figure 37 : Simulation du panache de MES en cas de remise en suspension des sédiments en aval de l'usine (à gauche) et en aval du barrage de Chancy-Pougny (à droite)

Si la dilution des MES sur les 3 km en aval (jusqu'au site de Vers-vaux) est relativement importante, la forme du profil des concentrations à l'aval montre cependant que la diffusion n'est pas encore entièrement accomplie après 3 km. La concentration maximale relevée à 3 km est de 0.142 g/L (soit environ 140 NTU). Sur la deuxième moitié de la largeur du Rhône, la turbidité ne dépasse pas 100 NTU.

Les fortes vitesses d'écoulement en aval du barrage (peu de dépôts possibles des sédiments) ne permettent pas de respecter des concentrations de MES inférieures à 20 mg/l (20 NTU).

Dans le cas d'une nécessité pour le concessionnaire de rejeter les sédiments en aval de l'ouvrage hydroélectrique de Chancy-Pougny, la SFMCP souhaite bénéficier de la consigne particulière de remise à l'eau des sédiments de la retenue de Génissiat précisée dans l'article 3 de l'arrêté préfectoral de l'Ain n°99-104 du 06/10/1999. Les sédiments ont été alors remis en suspension à l'aval du barrage en respectant les critères de qualité des eaux suivants :

| Paramètres | Matières en suspension en mg/l ou NTU | | |
|---------------|---------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|
| | Maximale | Moyenne sur 2 heures consécutives | Moyenne sur 24h consécutives |
| MES à 3.4 km | 300 | 150 | 100 |
| MES à 11.6 km | 90 | 65 | 45 |

Tableau 15 : Seuils de MES selon les stations de suivi de chantier (Extrait arrêté n°99-104 du 06/10/1999)

En cas de dépassement des valeurs ci-dessus, le chantier de dragage sera ralenti voire interrompu afin de revenir dans le cadre de ces prescriptions. Il est nécessaire de rappeler que pendant les crues du Rhône, les concentrations en MES peuvent dépasser 500 NTU pendant 1-2 jours en aval de Chancy-Pougny (voir figure 24).

Cette consigne s'applique si le taux de MES, ou la turbidité, en amont des travaux est inférieur à 70 mg/l (NTU). Elle sera par ailleurs appliquée avec un suivi régulier de la turbidité. Le protocole de suivi de la qualité de l'eau sera, le cas échéant précisée dans la fiche d'incidence détaillée transmise à la DREAL.

7.5 Impacts sur la qualité des eaux de nappe

Les opérations de chasse n'ont pas d'influence sur la qualité de l'eau de la nappe d'accompagnement du Rhône. Les eaux chargées du Rhône peuvent en effet être filtrées par les matériaux fluvio-glaciaires constituant le lit et les berges du Rhône.

7.6 Impacts sur la fluviomorphologie et le transport solide

7.6.1 Accompagnement des opérations d'abaissement partiel de la retenue de Verbois

Retenue de Chancy-Pougny

Un stockage de quelques centaines de milliers de mètres cubes de sédiments peut engendrer un exhaussement des lignes d'eau et un risque d'inondation du site de La Plaine, tandis que les niveaux réglementaires des plans d'eau pourraient ne plus être respectés en cas de crue du Rhône. Dans le cadre des opérations d'abaissement partiel de la retenue de Verbois sur la période 2016-2026, il est indispensable que la retenue de Chancy-Pougny soit abaissée afin d'éviter une rétention des matériaux fins provenant de la retenue de Verbois, transportés en suspension.

Nous pouvons néanmoins estimer que 20'000 à 50'000 m³ des sédiments de Verbois seront déposés dans la retenue de Chancy-Pougny, principalement dans le méandre d'Epeisses, comme nous ont montré les vidanges-chasses traditionnelles précédentes (1945 à 2003). Une quantité équivalente de sédiments fins (20'000 à 50'000 m³), accumulée dans la retenue entre deux opérations, quittera la retenue de Chancy-Pougny au cours de l'accompagnement de l'abaissement partiel de Verbois. **La variation de stock sédimentaire de la retenue de Chancy-Pougny est nulle en théorie.**

Dans le cas particulier de l'opération de 2016, il est nécessaire de déstocker les 200'000 m³ de matériaux accumulés lors des opérations de juin 2012. Il s'agit de matériaux grossiers (sables et petits graviers) qui seront majoritairement transportés par charriage. La variation de stock sédimentaire dans la retenue de Chancy-Pougny est donc estimée à -150'000 m³.

En aval de Chancy-Pougny – Site de l'Etournal

a) De la partie aval de l'Etournal au Pont Carnot

Dans le cadre des opérations, il est prévu que le barrage de Génissiat soit abaissé à une cote inférieure à 315 m.ortho, soit au moins 10 mètres en deçà de la cote minimale d'exploitation (à Génissiat). L'abaissement de Génissiat permet le transfert d'une grande partie des sédiments en aval de la zone de l'Etournal. Cette baisse de niveau est bénéfique pour permettre une mise en vitesse des écoulements du fleuve et faciliter le transit des matériaux dans la retenue de Génissiat.

Une partie des sédiments (10 à 20%) est susceptible de se déposer en amont du pont Carnot.

Le volume à déplacer (matières en suspension) au maximum lors des opérations de 2016-2026 sont du même ordre de grandeur que les volumes évacués en 1993 (1'375'000 m³) et en 1997 (1'493'000 m³). De ce fait, les dépôts prévus en amont du Pont Carnot devraient être du même ordre de grandeur que les dépôts constatés en 1993 (210'000 m³) ou en 1997 (360'000 m³), données CNR.

Les profils bathymétriques montrent par ailleurs que les dépôts se forment préférentiellement en aval du PK 182, 2 km en amont du pont Carnot (PK 180). Au niveau du site de l'Etournal (PK 182 à 185), de faibles quantités de dépôts ont été constatées (voir figure ci-après). Au cours de l'opération 2012 par exemple (courbe turquoise), environ 30'000 m³ de sédiments se sont déposés dans la zone de l'Etournal.

Les suivis bathymétriques de la Compagnie Nationale du Rhône indiquent aussi que les dépôts sont remobilisés les mois qui suivent l'opération, avec le jeu des crues naturelles. Dans la zone de l'Etournal, on assiste à un équilibre sédimentaire (courbe orange).

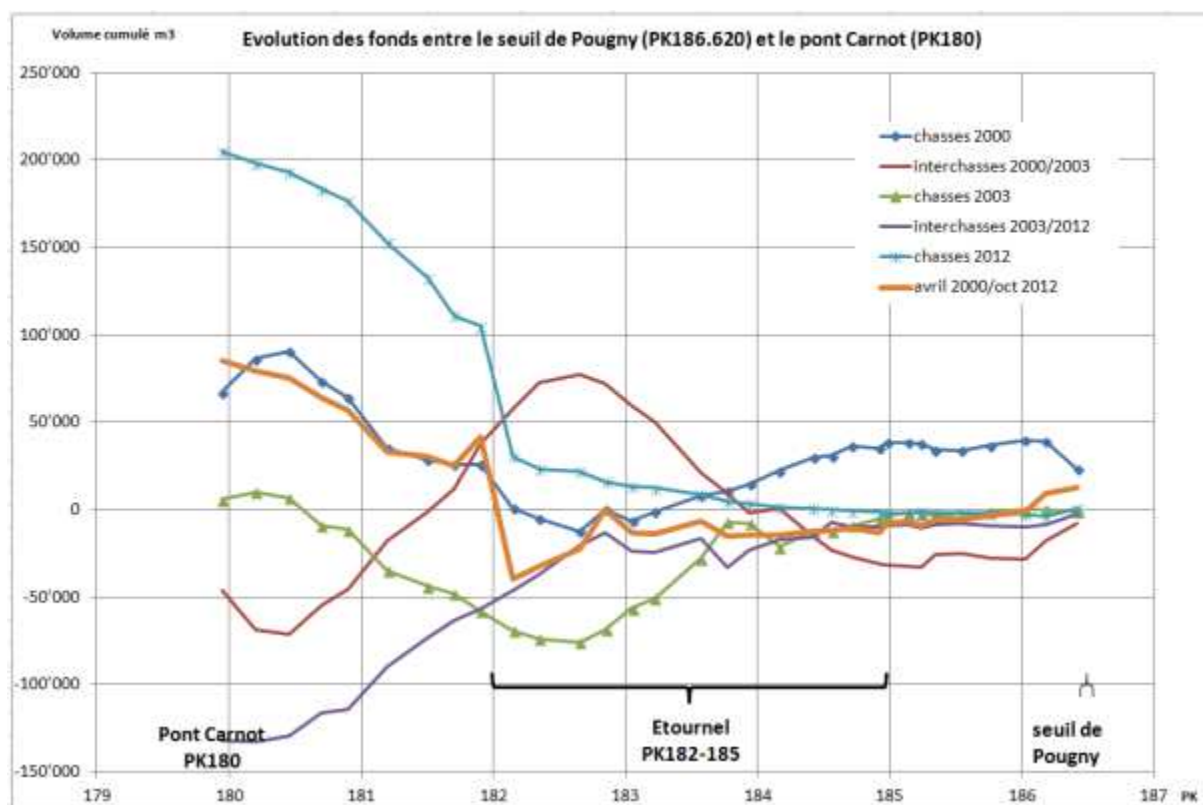


Figure 38 : Evolution bathymétrique entre Pougny et le pont Carnot (d'après CNR)

Les dépôts de sédiments fins s'opèrent de manière naturelle au cours des périodes inter-chasses. Pendant les opérations de chasses, des hauts-fonds graveleux situés dans le lit principal du fleuve peuvent être temporairement colmatés par les sédiments arrivant de l'amont. L'ombre et la truite frayant en hiver, ces espèces ne sont pas impactées en ce qui concerne l'aspect reproduction. Le jeu des crues suivant l'opération de chasse permettra de faire transiter les sédiments fins en aval du pont Carnot.

a) Partie amont de l'Etournel (étangs)

L'abaissement concomitant de la retenue de Génissiat permet aussi d'éviter une pénétration des sédiments dans les étangs de l'Etournel. L'exutoire de la gravière (PK 183.4), situé à la cote de 331 m. ortho, sera en effet déconnecté pendant les opérations, et cela même pour un débit du Rhône de 550 m³/s (simulations CNR).

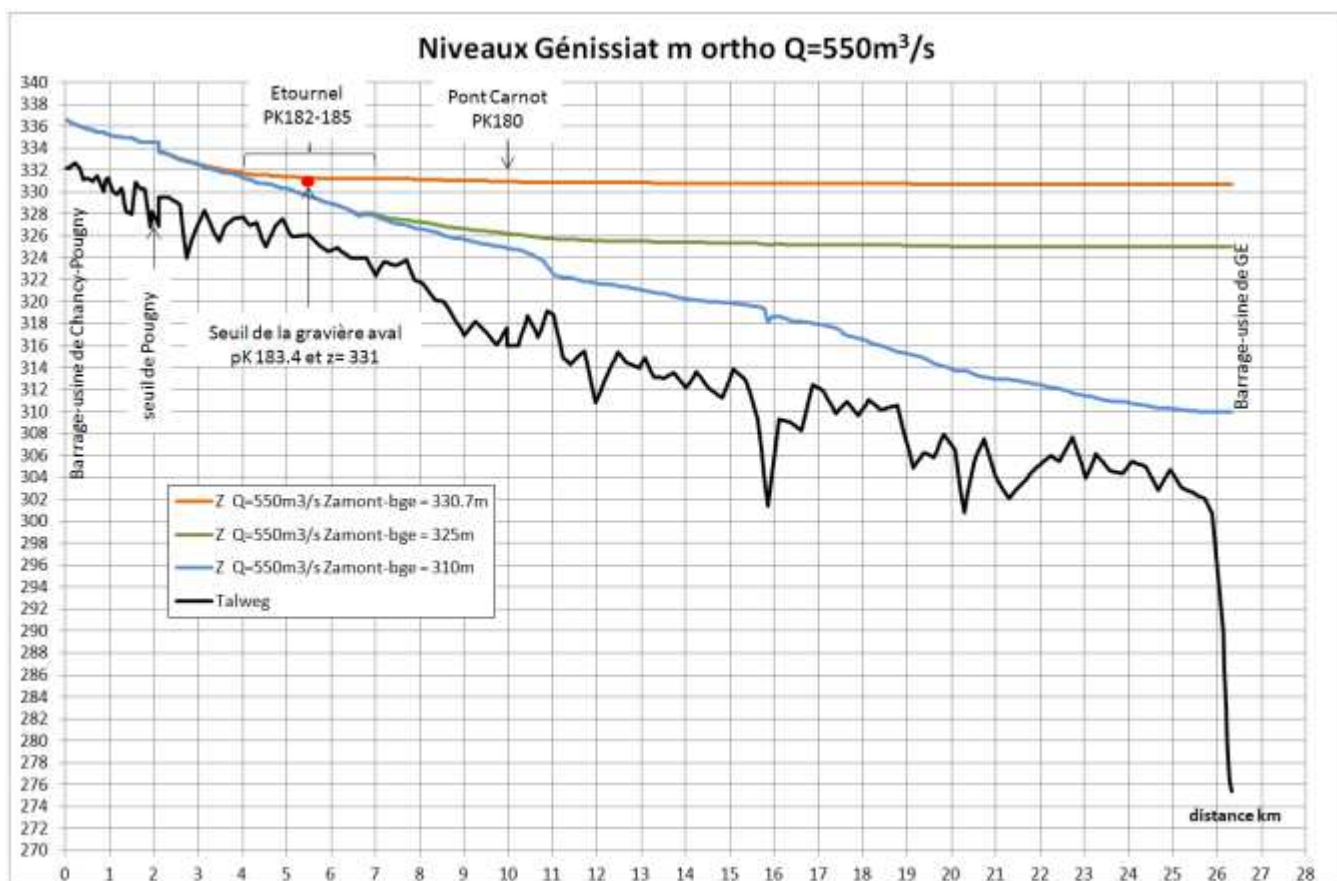


Figure 39 : Profil en long de la ligne d'eau entre Chancy-Pougny et Génissiat (CNR)

L'abaissement de la retenue de Génissiat va permettre d'évacuer plus facilement ces matériaux et ainsi d'éviter un dépôt massif sur le site de l'Etournel. Rappelons que la grande partie des sédiments ne pourra se déposer qu'en aval des étangs de l'Etournel.

Le Rhône au droit des étangs de l'Etournel subit peu de variation du plan d'eau durant les opérations; en effet la courbe de remous du barrage de Génissiat s'étend jusqu'à la partie aval du site de l'Etournel. L'altitude de la nappe est toujours plus élevée que celle de la retenue. Les lagunes intérieures seront donc toujours maintenues en eau.

Les étangs de l'Etournel ne sont pas directement liés au Rhône, mais alimentés par la nappe d'accompagnement. Seul le plan d'eau le plus en aval (étang 8) présente une connexion avec le fleuve (Caille, 2005).

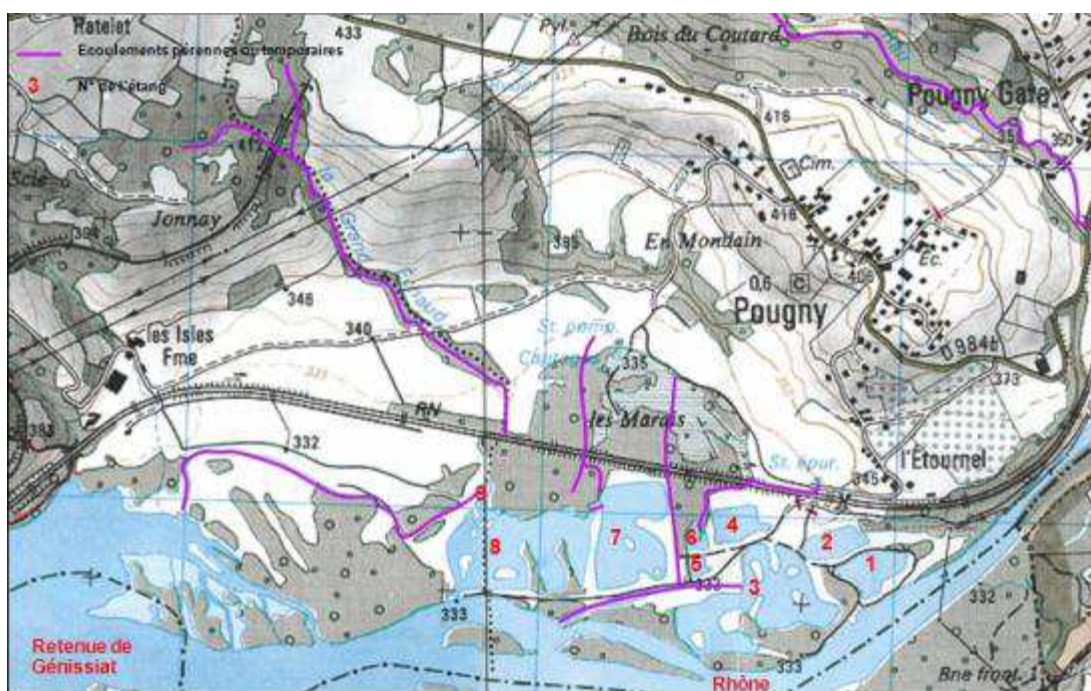


Figure 40 Situation des étangs de l'Etournel

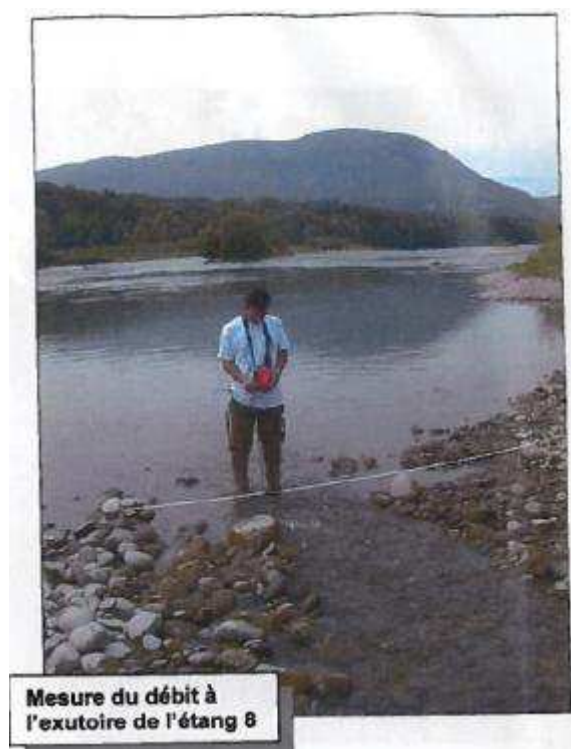


Figure 41 Exutoire de l'étang 8 en situation normale du Rhône (Caille, 2005).

L'étang 7 dont le niveau est 0,40 m plus haut que celui de l'étang 8, communique avec l'étang 8 par une buse installée au nord de la digue qui les sépare, cette digue n'est pas étanche. Seuls des hauts niveaux dans la retenue (> 330,20 m), soit en période de crue et/ou à un niveau de Génissiat élevé, sont en mesure de faire pénétrer l'eau du Rhône dans l'étang 8 par une brèche aménagée dans la berge (Figure 41).



Figure 42 Exutoire de l'étang 8 en hautes eaux (Caille, 2005)

Cette brèche constitue en temps normal l'exutoire des étangs 7 & 8 vers le Rhône. Hors période de crue, seul l'étang 1 est influencé directement par le Rhône et ses fluctuations quotidiennes. Ils sont pour la plupart en relation avec la nappe (étangs 1, 2, 3, 7, 8 & 9). Les étangs 7, 8 & 9 sont en situation de drainage de la nappe à cause du seuil aménagé entre l'étang 8 et le Rhône.

Les sédiments fins ne feront que transiter par ce tronçon du site de l'Etournel. Certains hauts-fonds du lit du Rhône pourront néanmoins accueillir une déposition de matières fines. Un rinçage de ces hauts-fonds avec de l'eau claire envoyée par les ouvrages amont permettra d'éliminer ces dépositions.

7.6.2 Modes de gestion sédimentaire complémentaires

Lors des accompagnements de crues d'Arve et les dragages, les concentrations et volumes de sédiments transportés n'engendrent pas d'impact significatif sur la fluviomorphologie.

7.7 Impacts sur la qualité des sédiments

Les analyses des paramètres physico-chimiques, réalisées à l'Institut F.-A. Forel (notamment granulométrie, teneur en matière organique et en carbone organique), et celles des paramètres chimiques réalisés par le Laboratoire CARSO (notamment métaux As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn, PCB, HAP) ne révèlent aucun dépassement de normes de contamination, ni selon la réglementation suisse ni selon la réglementation française (Forel, 2009).

Les carottes obtenues dans le cadre de ces deux campagnes de prélèvement sont représentatives de l'ensemble des sédiments qui sont mobilisés durant les épisodes de chasses.

Les conclusions du rapport de 2010 peuvent être reprises pour les opérations d'abaissement des retenues et de dragage sur la période 2016-2026. En effet, la typologie et la granulométrie des sédiments dans les retenues de Verbois et Chancy-Pougny ne sont pas susceptibles de varier significativement, la fraction grossière tendant plutôt à augmenter très légèrement.

Les résultats des analyses physico-chimiques réalisées par SIG et SFMCP en 2009 et 2010 sur les sédiments du Rhône en Suisse (PCB, HAP et métaux) montrent que ceux-ci présentent une classe de qualité équivalente ou supérieure à celle des sédiments du Haut-Rhône français. Ces résultats ont par ailleurs été confirmés par les analyses réalisés par l'IRSTEA au cours des opérations de 2012.

Les résultats mettent en avant une qualité globalement bonne à très bonne pour les PCB, moyenne pour les HAP et bonne pour les métaux (sauf quelques valeurs de nickel, d'arsenic et de mercure qui restent toutefois proches du seuil du « bon état »). En ce qui concerne les PCB, les résultats sont compatibles avec les seuils définis dans la recommandation « SNRS » relative à la manipulation des sédiments du Rhône de 10 µg/kg et 60 µg/kg permettant une restitution au fleuve lors des dragages.

Les législations environnementales en vigueur en Suisse et en France conduisent par ailleurs à obliger les industries à des autocontrôles réguliers et au remplacement progressif d'éventuels équipements ou procédés industriels pouvant engendrer des pollutions de l'eau et des sédiments.

Sur le Rhône genevois et ses affluents, il n'y a aucun signe permettant d'envisager une évolution négative de la qualité des sédiments des retenues de Verbois et Chancy-Pougny dans le futur. **Les opérations 2016-2026 (abaissements partiels ou dragages) libéreront des sédiments d'une qualité correspondante à celle des sédiments de la décennie précédente (2003-2012). Les opérations d'accompagnement réalisées par SFMCP n'engendreront aucun impact sur la qualité des sédiments en aval.**

8 MESURES D'ÉVITEMENT, RÉDUCTION, COMPENSATION DES IMPACTS CONCERNANT LES CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES

8.1 Mesures d'évitement

Lors des abaissements partiels de la retenue de Verbois, un abaissement concomitant de la retenue de Chancy-Pougny est nécessaire pour éviter le comblement de la retenue, et permettre au concessionnaire de maîtriser les niveaux d'eau prescrits par la concession.

8.2 Mesures de réduction des impacts

8.2.1 Maintien du transit sédimentaire

Le scénario de gestion proposé par les exploitants SIG, SFMCP et CNR permet le maintien d'un transit sédimentaire sur le Rhône genevois et le Haut-Rhône. Si l'abaissement partiel de la retenue de Verbois ne permet pas de faire transiter une part suffisante de matériaux grossiers, il faudra envisager d'en extraire une partie par dragage. Le scénario proposé remplit ainsi les exigences fixées par la Loi Fédérale sur les Eaux, la Directive Cadre sur l'Eau et le SDAGE.

8.2.2 Maîtrise des taux de MES

Lors des vidanges-chasses précédentes (1945 à 2012), les abaissements des retenues de Verbois et de Chancy-Pougny étaient effectués en respectant un protocole préétabli. Les concentrations en MES mesurées permettaient aux exploitants d'effectuer a posteriori un bilan des opérations.

Dans le cadre des abaissements partiels de la retenue de Verbois, la vitesse et l'amplitude d'abaissement sont pilotées par les concentrations en MES mesurées en quasi-continu. L'abaissement de la retenue de Verbois pourra ainsi être stoppé et la retenue de Verbois pourra être temporairement remontée en cas de risque de dépassement des valeurs limites de MES. Le pilotage des opérations par les MES constitue la principale mesure de réduction des effets des opérations. L'objectif est de ne pas dépasser les valeurs limites suivantes :

- > 15 g/l pendant 30 minutes
- > 10 g/l pendant 6 heures
- 5 g/l pendant la durée de l'opération

Des prélèvements seront effectués au niveau des stations suivantes : aval Verbois, pont de la Plaine, pont de Pougny (voir figure ci-après). Les concentrations en MES seront ensuite déterminées au pycnomètre (mesure en 2 minutes environ).

La fréquence des prélèvements dépendront des concentrations mesurées au niveau des 3 stations :

Au pont de Pougny :

- Si MES < 9 g/l : 30 min

- si $9 \text{ g/l} < \text{MES} < 12 \text{ g/l}$: selon l'évaluation des tendances des MES jusqu'à toutes les 15 min
- si $\text{MES} > 12 \text{ g/l}$: selon l'évaluation des tendances des MES jusqu'à toutes les 5 min

A Verbois et la Plaine :

- Si $\text{MES} < 8 \text{ g/l}$: 1h
- si $8 \text{ g/l} < \text{MES} < 9 \text{ g/l}$: 30 min
- si $9 \text{ g/l} < \text{MES} < 12 \text{ g/l}$: selon l'évaluation des tendances des MES jusqu'à toutes les 15 min
- si $\text{MES} > 12 \text{ g/l}$: selon l'évaluation des tendances des MES jusqu'à toutes les 5 min

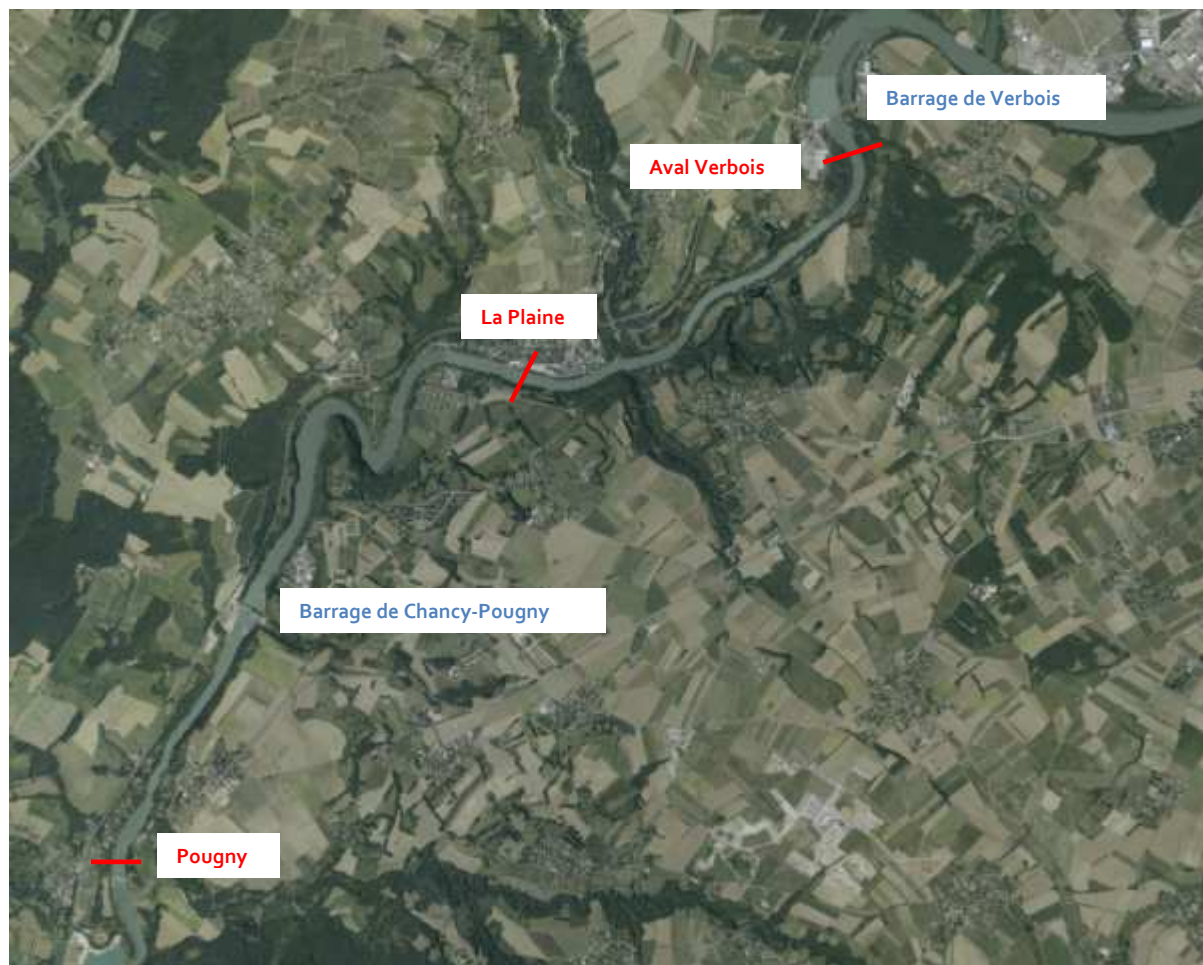


Figure 43 : Situation des stations de prélèvements

Les temps de parcours de l'eau ont été simulés pour une retenue de Chancy-Pougny abaissée (voir ci-après). Le débit du Rhône est fixé à $550 \text{ m}^3/\text{s}$. Le long de la retenue de Chancy-Pougny, les dépôts sédimentaires sont négligeables au cours de l'opération. Les vitesses de déplacement des sédiments sont considérés identiques aux vitesses de déplacement de l'eau.

| Tronçon | Distance [km] | Vitesse moyenne [m/s] | Temps de parcours [min] | Temps de parcours cumulé [min] |
|---|------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|
| Barrage Verbois - Pont de la Plaine | 3.4 | 2.4 | 24 | 24 |
| Pont de la Plaine - Barrage Chancy-Pougny | 3.7 | 2.3 | 27 | 51 |
| Barrage Chancy-Pougny - Pont de Pougny | 2 | 2.8 | 12 | 63 |

Le temps de parcours des sédiments entre Verbois et Chancy-Pougny est estimé à 50 minutes. Il s'agit du temps maximal imparti pour entreprendre des actions correctrices au niveau des aménagements de Verbois et/ou de Chancy-Pougny, en cas de risque de dépassement des taux de MES.

L'évolution des niveaux des retenues de Verbois et de Chancy-Pougny sera piloté par les concentrations en MES mesurées à Pougny.

- 1) Si la différence entre les valeurs mesurées et les valeurs données par la modélisation est :
 - supérieure à 2-4 g/l (selon évaluation de la situation) pour des concentrations situées entre 5 et 8 g/l (selon modèle)
 - ou supérieure à 1-3 g/l (selon évaluation de la situation) pour des concentrations jusqu'à 10 g/l (selon modèle)

⇒ Les abaissments des retenues de Verbois et Chancy-Pougny sont suspendus temporairement.

⇒ Des mesures de MES sont alors effectuées toutes les 15 min au niveau des 3 stations.
- 2) En fonction de l'évolution des concentrations de MES et après analyse de la situation, il est décidé soit:
 - a) un maintien de l'arrêt de l'abaissement, voire une remontée progressive des retenues jusqu'au retour aux conditions de concentrations en MES précisées au point 1.
 - b) une reprise de l'abaissement des retenues de Verbois et de Chancy-Pougny, selon le protocole. Le cas échéant, des mesures MES à effectuer toutes les 15 min au niveau des 3 stations sur une durée fixée en fonction de l'évaluation de la situation.

8.3 Mesures de suivi des caractéristiques physiques

Pendant les opérations d'abaissement partiel de la retenue de Verbois sur la période 2016-2026, il est prévu un suivi de la qualité de l'eau du Rhône :

- La concentration en MES est le paramètre principal ; il permettra de piloter les opérations
- Plusieurs paramètres physico-chimiques seront également suivis

Des suivis doivent aussi permettre de :

- Quantifier la masse et le volume de sédiments évacués de la retenue de Verbois,
- Evaluer l'influence des abaissments sur l'évolution des glissements de berges.

Les suivis physico-chimiques à mettre en œuvre et la fréquence de suivi des différents paramètres feront l'objet d'un protocole détaillé qui sera validé par les autorités avant les opérations de 2016-2026.

8.3.1 Suivi bathymétrique

Des mesures de bathymétrie seront effectuées avant puis après les opérations afin de calculer le volume de sédiments ayant été déstocké des retenues pendant les opérations. Ces levés seront effectués entre la Jonction et le barrage de Chancy-Pougny, soit sur un linéaire de 20 km environ (profils en travers distants de 20 mètres).

La bathymétrie par sondeur ultrasonore est basée sur la mesure de l'amplitude et de la phase de signaux ultrasonores réfléchis sur le fond et émis dans l'eau. Après traitement du signal réfléchi, on peut alors disposer de l'information de distance entre le fond et le capteur dont la position est fixe sous le bateau (coordonnée z). Pour déterminer les coordonnées (x, y) des points sondés, on doit aussi mesurer la position du bateau, via un dispositif DGPS (GPS différentiel). Les mesures sont simultanées.

8.3.2 Suivi de la qualité de l'eau

Des échantillons d'eau brute seront prélevés au niveau des 3 stations indiquées ci-dessus. Les prélèvements se feront de manière automatique (pompes immergées) ou manuellement. Les concentrations en MES seront mesurées sur site (méthode du pycnomètre) tandis que l'eau brute est ensuite acheminée vers un laboratoire de campagne pour y être analysée. Certains échantillons pourront être stabilisés pour des analyses ultérieures.

Matières en suspension

La connaissance immédiate du taux de matières en suspension pendant les opérations d'abaissement est indispensable pour pouvoir limiter les taux de MES et garantir des conditions viables pour la faune piscicole. La méthode utilisée sera celle du pycnomètre, méthode développée par la CNR ayant donné des résultats fiables en 2003 et 2012. Les mesures peuvent être faites en quelques secondes avec suffisamment de précision pour les teneurs supérieures à 0.3 g/L.

Le pycnomètre est un récipient en verre de faible dilatation, d'une contenance d'environ 1 litre à col rodé de 30 mm. Le bouchon se termine par un capillaire, permettant de maintenir le volume constant. Le pycnomètre est rempli d'eau brute puis fermé avec le bouchon capillaire. Après essuyage, il est pesé. La température est également prise avec un thermomètre de précision (à 1/10 de degré). Par différence avec le même volume d'eau sans sédiment, on peut alors déterminer facilement la masse de sédiments ainsi que la concentration.

Au niveau de la station aval Verbois, des échantillons d'eau brute seront réservés toutes les 4 heures en vue d'analyses a posteriori par la méthode de la filtration. A la station de Pougny, les prélèvements seront effectués toutes les 4 heures en vue d'analyses par la CNR des concentrations en MES par la méthode de la « crêpe ». Des sondes MES et/ou turbidimètres seront également installés afin de compléter les mesures au pycnomètre. Les mesures obtenues par pycnomètre feront foi.

Autres paramètres physico-chimiques

En même temps que les matières en suspension, les paramètres suivants seront mesurés pendant l'opération, au pont de Pougny: pH, conductivité, température, oxygène dissous, azote ammoniacal.

L'azote ammoniacal (NH_4) est un indice de la qualité du cours d'eau. La mesure est effectuée avec un kit rapide permettant l'obtention de résultats fiables en peu de temps. Les mesures de NH_4 seront effectuées directement au laboratoire, dans la mesure du possible.

L'azote ammoniacal sera aussi mesuré en aval du barrage de Verbois, toutes les 4 heures.

Le carbone organique dissous (COD) sera mesuré a posteriori en aval du barrage de Verbois, à partir de prélèvements effectués toutes les 4 heures.

Les mesures de métaux lourds seront effectuées a posteriori par ICP-MS à partir de prélèvements effectués toutes les 12 heures en aval de Verbois.

Les tableaux ci-dessous présentent le protocole prévisionnel des prélèvements et paramètres analysés au niveau des 3 stations de mesures SIG/SFMCP.

Aval Verbois

| <i>Paramètres mesurés</i> | | Fréquence prélèvement | Commentaires |
|---------------------------|---|------------------------------|--------------------------------------|
| <i>MES pycnomètre</i> | X | 1h (15 min pendant pics) | |
| <i>MES filtration</i> | X | 4h | Effectué si nécessaire, a posteriori |
| <i>pH</i> | | | |
| <i>Conductivité</i> | | | |
| <i>Température</i> | | | |
| <i>Oxygène dissous</i> | | | |
| <i>COD</i> | X | 4h | Analyses a posteriori |
| <i>Azote ammoniacal</i> | X | 4h | |
| <i>Métaux lourds</i> | X | 12h | Analyses a posteriori |

Pont de la Plaine

| <i>Paramètres mesurés</i> | | Fréquence prélèvement | Commentaires |
|---------------------------|---|------------------------------|---------------------|
| <i>MES pycnomètre</i> | X | 1h | |
| <i>MES filtration</i> | | | |
| <i>pH</i> | | | |
| <i>Conductivité</i> | | | |
| <i>Température</i> | | | |
| <i>Oxygène dissous</i> | | | |
| <i>COD</i> | | | |
| <i>Azote ammoniacal</i> | | | |
| <i>Métaux lourds</i> | | | |

Pont de Pougny

| <i>Paramètres mesurés</i> | | Fréquence prélèvement | Commentaires |
|---------------------------|---|------------------------------|------------------------------|
| <i>MES pycnomètre</i> | X | 1h (15 min pendant pics) | |
| <i>MES "crêpe"</i> | X | 4h | Analyse effectuée par la CNR |
| <i>pH</i> | X | | |
| <i>Conductivité</i> | X | | |
| <i>Température</i> | X | | |
| <i>Oxygène dissous</i> | X | | |
| <i>COD</i> | | | |
| <i>Azote ammoniacal</i> | X | 1h | |
| <i>Métaux lourds</i> | | | |

Tableau 16 : Protocole prévisionnel des prélèvements et analyses physico-chimiques

Autres suivis environnementaux abiotiques

Les différents niveaux d'eau le long du Rhône genevois et les débits seront mesurés en continu au Centre de Conduite des Centrales sis au barrage de Verbois.

Un suivi de l'activité des glissements de Chancy et Chancy-Pougny est prévu dans le cadre des opérations de 2016-2026. Le suivi de certaines zones actives est réalisé annuellement par un bureau de géomètre et validé par le Service cantonal de géologie.

8.4 Mesures de compensation des impacts

L'effet des concentrations de MES et de l'abaissement des retenues sur les habitats et biocénoses du Rhône est traité dans le tome 2 de l'étude d'impact qui s'intéresse particulièrement aux aspects écologiques. Des mesures compensatoires sont prévues en cas d'atteinte aux milieux.

8.5 Chiffrage des coûts (mesures de réduction, de suivi et de compensation des impacts)

Pour chaque opération d'abaissement partiel, les coûts des mesures de minimisation, de suivi et de compensation des impacts sur les retenues de Verbois et Chancy-Pougny sont estimés ci-dessous. Les mesures de suivi biologique et de réduction des impacts au niveau des plans d'eau connexes ainsi que les mesures compensatoires prévues sont détaillées dans le tome 2 de l'étude d'impact.

La mesure de réduction principale des opérations d'abaissement partiel de la retenue de Verbois est la modification importante du protocole d'abaissement, visant à une diminution des concentrations en matières en suspension. La conséquence de ce protocole est une durée plus longue des opérations (deux fois plus) et donc une perte de production électrique pour les ouvrages de Verbois et de Chancy-Pougny.

| | |
|---|----------------------------|
| Mesures de réduction des impacts | 1'120'000 CHF |
| Adaptation du protocole des opérations (surcoût pour SIG et SFMCP par rapport aux vidanges complètes, en termes de pertes de production : | 1'000'000 CHF ⁴ |
| Travaux lagunes, embouchures, sauvetages : | 120'000 CHF |
| Mesures de suivis des impacts | 450'000 CHF |
| Suivis biologiques : | 200'000 CHF |
| Suivis abiotiques (dont MES) : | 250'000 CHF |
| Mesures compensatoires (le cas échéant) | 50'000 CHF |
| Total pour 1 opération d'abaissement | 1'620'000 CHF |
| Dont environ 1/3 à la charge de SFMCP. | |

⁴ Les pertes de production en cas d'abaissement partiel (2016-2026) sont estimées à 2 millions de CHF, alors qu'elles étaient de 1 million de CHF lors des vidanges triennales historiques (jusqu'en 2003).

9 ANALYSE DES IMPACTS SUR LE PAYSAGE, LE PATRIMOINE ET LE MILIEU HUMAIN

9.1 Impacts sur le paysage

L'abaissement en amont des retenues entraîne une modification du paysage sur le cours du fleuve confiné à son lit originel (avant la construction des ouvrages hydroélectriques). Nous pouvons en effet assister à une augmentation des vitesses d'écoulement ; les hauts-fonds se sédiments fins pourront par endroits se montrer aux yeux du public (en aval du méandre de Challex principalement). Cette modification de l'impact visuel sera significative entre l'embouchure de l'Allondon et le barrage de Chancy-Pougny ; l'impact au niveau des zones lotiques en amont et en aval du barrage sont réduite.

La coloration des eaux du fleuve, induite par le transport de matières en suspension, peut également modifier la perception paysagère, sachant que les concentrations seront plus importantes que pendant les périodes de crue.

L'impact sur le paysage reste ainsi très localisé : le lit du fleuve. Sachant que les activités nautiques seront interdites et que les activités le long du Rhône seront réglementées pendant les opérations, cet impact ne sera vécu que par une partie réduite de la population habituellement présente sur le Rhône. A contrario, des personnes intéressées par le phénomène des chasses pourront affluer le long des ponts ou à proximité des ouvrages hydroélectriques.

9.2 Impacts sur le patrimoine

Les opérations de gestion sédimentaire proposées n'engendrent pas d'impact sur le patrimoine.

9.3 Agriculture et pêche professionnelle

Il n'y a pas d'activité d'agriculture ou de pêche professionnelle qui pourrait être durablement impactée par un arrêt de production durant la durée des opérations de 10 à 11 jours.

Il n'y a pas de pêcheur professionnel exerçant sur le Rhône genevois. Le pêcheur professionnel exerçant sur le tronçon Pougny-Génissiat devra suspendre son activité durant les opérations d'abaissement partiel.

L'impact des chasses est concentré sur le lit du Rhône, les terres agricoles ne sont pas atteintes par le projet.

9.4 Activités industrielles

L'accompagnement de la chasse de Verbois entraîne automatiquement un arrêt de la production de l'usine de Chancy-Pougny. Pendant cette période d'abaissement du plan d'eau, des travaux de maintenance seront effectués. Pendant les dragages, la production de l'usine n'est pas impactée.

L'activité de l'usine de Firmenich (sise en aval du barrage de Verbois) est impactée pendant l'abaissement de la retenue de Chancy-Pougny. Cette usine pompe de l'eau du Rhône pour assurer le refroidissement de certains process. Pour que la station de pompage puisse fonctionner, le niveau du Rhône doit se situer au dessus de la cote de 346.50 msm. Dans le cas contraire, c'est l'ensemble de la production du site qui est interrompue. Les opérations engendrent ainsi un manque à gagner important pour l'usine de Firmenich, mais l'entreprise profite de l'arrêt de la production pour inspecter la station de pompage et effectuer des travaux de maintenance.

Les dragages sur la retenue de Chancy-Pougny sont prévus principalement en aval du Nant des Charmilles et n'engendreront donc pas d'impact pour l'usine Firmenich (taux de MES nécessitant un arrêt du pompage).

9.5 Impacts sur les Réseaux de communication

Les opérations n'entraînent pas d'effets sur les réseaux de communication.

9.6 Captages et prises d'eau

L'usine hydroélectrique de Chancy-Pougny prélève l'eau de la nappe pour le refroidissement de l'usine. L'usine sera arrêtée pendant les opérations.

Entre Chancy-Pougny et le pont Carnot, le niveau d'eau est principalement contrôlé par le débit ; au niveau du pont Carnot, le niveau d'eau sera abaissé jusqu'à 3.5 m lors des opérations d'accompagnement des chasses suisses, soit un marnage de 1.5 m en plus que dans le cas d'une exploitation normale du barrage de Génissiat. L'influence sur la nappe phréatique sera donc négligeable. Notons que l'eau chargée du Rhône ne peut contaminer les eaux de la nappe, le substrat du lit du fleuve pouvant filtrer les eaux chargées du Rhône.

9.7 Loisirs

9.7.1 Pêche de loisirs

La pêche amateur est pratiquée sur tout le Rhône genevois ainsi que sur les affluents Allondon et Laire. Le Rhône est la rivière la plus pêchée sur Genève suivi de l'Allondon. Deux secteurs sont définis en aval du barrage de Verbois : Aval barrage de Verbois - amont barrage de Chancy-Pougny et Aval barrage de Chancy-Pougny – Frontière. Le tronçon français est également très attractif (catégorie 2) et les rivières annexes comme l'Allondon (catégorie 1) sont très fréquentées. Le bassin de l'Annaz est fréquenté.

Les impacts des abaissements des retenues sur la pêche sont dans un premier temps provoqués par l'interdiction de pêche qui sera vraisemblablement prononcée par les autorités cantonales suisses.

Cette interdiction s'étend à Genève du pont Butin (en aval de la jonction de l'Arve et du Rhône) à la sortie du territoire genevois et concerne également tous les affluents du Rhône au niveau de leurs embouchures.

A plus long terme, des impacts sont occasionnés par la dévalaison d'une partie des stocks qui entraîne une diminution du rendement de la pêche. Comme la principale espèce recherchée est la truite, cet impact peut être en partie compensé par des mises à l'eau de truites qui sont généralement effectuées à la fin des opérations.

Les impacts sur le rendement de la pêche concernent également toutes les autres espèces qui subissent les effets des abaissements des retenues, notamment les brochets qui sont recherchés dans les retenues de Verbois et de Chancy-Pougny d'où ils disparaissent dans un premier temps. Une recolonisation depuis le Léman et le Rhône ville en amont (voire depuis la retenue de Génissiat en aval) atténue progressivement ces impacts mais, pour cette espèce, la baisse du rendement de la pêche perdure sur plusieurs mois.

En revanche, certaines autres espèces comme le gardon et la perche recolonisent rapidement le Rhône depuis le Léman et les impacts des abaissements des retenues sur leurs effectifs et sur le rendement de leur pêche ne durent que quelques semaines à quelques mois après la fin des opérations.

9.7.2 Activités nautiques

Le tronçon du Rhône étudié dans le présent rapport n'est pas dédié à la navigation motorisée.

La société Opikanoa a été créée en 1998 propose la location de Canoë et des parcours en aval du Rhône genevois. Sa base se situe en aval du pont de Pougny. Le parcours navigable s'étend du village de Chancy, en Suisse à Bellegarde (département de l'Ain, France), en passant par le site de l'Etournel et le défilé du Fort– l'Ecluse. L'activité sera suspendue pendant la durée des opérations.

9.7.3 Impacts sur la baignade

Le tronçon à l'étude ne dispose pas d'infrastructure particulière pour la baignade. Quoiqu'il en soit cette activité devra être suspendue pendant toute la durée des opérations d'abaissement des plans d'eau.

9.7.4 Impacts sur le Véloroute et la randonnée pédestre

Aucun impact imputable aux opérations n'est prévu concernant la randonnée pédestre et le véloroute. Il sera demandé au public de ne pas s'écarter des chemins longeant le Rhône pendant les opérations.

9.8 Impacts sur la santé humaine

Les manœuvres d'accompagnement par SFMCP des opérations de gestion sédimentaire de la retenue de Verbois n'ont pas d'effet significatif sur la santé humaine:

- absence de remobilisation de polluants dans les sédiments ;

- remobilisation de sédiments provenant du Rhône genevois de qualité identique voire meilleure qu'en aval, avec notamment des concentrations en PCB très faibles.
- absence d'influence significative sur les captages d'eau potable ou sur la qualité des eaux de baignade.

10 MESURES DE REDUCTION DES IMPACTS CONCERNANT LE MILIEU HUMAIN

10.1 Sécurité des populations

En l'absence de mesures d'information spécifiques, certains risques peuvent être identifiés lors des opérations d'abaissement :

- Risques de glissade et/ou d'enlèvement le long des berges : les abaissements de plans d'eau, notamment entre Pougny et Génissiat exposent d'éventuels promeneurs maladroits à des risques d'embourbements ou de glissades le long des berges limoneuses du Rhône et peuvent compliquer la remontée sur la berge d'une personne étant tombée à l'eau.
- Risques de noyade : la densité du mélange eau/sédiment rend la nage plus difficile et le repérage par les secours est lui aussi complexifié.

Afin de limiter le plus possible ce type de risques, la baignade, les activités nautiques et la pêche sont interdites sur tout le Rhône genevois (Suisse) et entre Pougny et Sault-Brénaz (France). Les secteurs les plus sensibles font l'objet d'une signalisation et si nécessaire d'un balisage et/ou d'une interdiction d'accès.

Sur le Rhône genevois, le Conseil d'Etat genevois publiera un arrêté relatif à l'interdiction temporaire de circuler en bateau, d'accéder aux berges et de pêcher en corrélation avec les opérations. Si besoin, certaines routes communales et chemins pédestres seront fermés pour limiter les risques de dégâts et blessures liés à des mouvements de terrains rendus instables.

Il faut rappeler que l'objectif principal des opérations de gestion sédimentaire est d'assurer la maîtrise des lignes d'eau lors des crues du Rhône, et ainsi assurer la sécurité des riverains pendant l'exploitation normale des ouvrages hydroélectriques.

La gestion sédimentaire par dragage n'engendre pas de risque particulier pour la population.

10.2 Information et communication

Plusieurs actions doivent être mises en œuvre dans le cadre de la communication sur les opérations d'abaissement des retenues de Verbois et de Chancy-Pougny. Nous pouvons noter notamment :

- Lettre d'information aux usagers du Rhône et autres parties prenantes : OFEV, OFEN, CFF, SNCF, communes (F + CH), CERN, pompiers, SIS, TCS, canoë club, Firminich, Givaudan, entreprises de Génie civil, riverains, etc.,.
- Séances d'information aux destinataires de la lettre d'information.
- Publication des arrêtés par le Conseil d'Etat (CH) et par le Préfet de Région (F)

- Communiqués dans la presse genevoise afin d'informer le public : Le Courrier, Feuille d'avis officielle, Tribune de Genève, et dans les journaux locaux français.
- Aménagement d'un point d'accueil pour le public avec panneaux d'exposition au barrage de Verbois, expliquant la procédure des opérations d'abaissement, des mesures compensatoires qui sont prises durant les opérations.
- Distribution de fiches d'observation environnementales aux partenaires et associations, afin de récolter les informations intéressantes de l'évènement.

11 SOLUTIONS DE SUBSTITUTION ETUDIEES

11.1 Présentation succincte des scénarios étudiés

11.1.1 Scénario V3 : Vidanges complètes triennales

Sur le Rhône genevois

Ce mode de gestion prévoit des vidanges complètes des retenues de Verbois (-18 mètres) et Chancy-Pougny (-9 mètres), telles que pratiquées entre 1945 et 2003 (l'opération de 2012 étant particulière dans sa durée et la quantité de sédiments remobilisés). En maîtrisant la vitesse d'abaissement de la retenue de Verbois comme lors de la vidange-chasse de 2003 et en respectant le rythme triennal, les concentrations maximales en MES peuvent être limitées à 25 g/l. Sur le Rhône genevois, la durée de l'opération est de 5 jours, comprenant une phase de chasse (débit de 600 m³/s) de 48 heures. L'objectif d'une vidange complète triennale est de déstocker environ 1 Mm³ de sédiments.

Sur le Haut-Rhône français

La CNR assure un accompagnement de la vidange complète de Verbois afin d'éviter un comblement de la retenue de Génissiat susceptible de remettre en cause la stabilité du barrage et sa capacité à évacuer les crues du Rhône.

L'importance des concentrations en MES provenant de la vidange complète de Verbois et les fortes sensibilités écologiques en aval de Seyssel (Vieux-Rhône en particulier) peuvent induire le stockage d'une partie du flux de MES au niveau du barrage de Génissiat lors des opérations d'accompagnement. La concentration moyenne en MES d'environ 10 à 20 g/l pendant 3 jours à la frontière franco/suisse est ainsi abaissée à 5 g/l au pont de Seyssel en moyenne pendant la durée des opérations (10 km en aval du barrage de Génissiat).

La durée des opérations d'accompagnement de la vidange complète de Verbois au niveau des aménagements de la CNR est allongée à 9 jours. Une phase d'abaissement préalable d'environ 20 m de la retenue de Génissiat est notamment nécessaire pour faire de la place pour les sédiments qui sont stockés pendant la vidange complète de Verbois.

Une consigne vis-à-vis des teneurs en MES doit être respectée à la station de Seyssel, pendant toute la durée des opérations : 15 g/l maximum pendant 30 mn, 10 g/l moins de 6 h consécutives, 5 g/l en moyenne pendant l'opération. Le barrage de Seyssel est effacé. Les retenues des aménagements en aval sont légèrement abaissées (Chautagne -1,00 m, Belley -0,50 m, Brégnier-Cordon -0,50 m et Sault-Brénaz -1,20 m) pour limiter les dépôts. Les Vieux-Rhône de Chautagne et Belley sont isolés afin de les préserver du flux de MES. Ces mesures ont été définies à partir du retour d'expérience sur les dysfonctionnements survenus lors de la chasse de 1978 où des taux de MES non maîtrisés ont entraîné des mortalités piscicoles.

En cas de non-respect des consignes d'exploitation lors des mesures d'accompagnement de la vidange complète de Verbois, l'opération est interrompue au niveau du barrage de Génissiat (remplissage de la retenue).

11.1.2 Scénarios V5 ou V10 : Vidanges complètes quinquennales ou décennales

Sur le Rhône genevois

Ce scénario prévoit des vidanges complètes des retenues de Verbois (-18 mètres) et Chancy-Pougny (-9 mètres). Le retour d'expérience des vidanges complètes (la vidange-chasse de 2012 en particulier) montre que l'état de comblement de la retenue est réversible et que les sédiments de la retenue de Verbois sont peu cohésifs. Il est ainsi possible de maintenir la retenue de Verbois à un niveau de comblement d'environ 3 à 4 Mm³, permettant de contrôler le risque d'inondation en ville de Genève, en appliquant un protocole de chasse adapté (vitesse d'abaissement, débit de chasse, durée des opérations).

Pour les vidanges quinquennales, il est nécessaire de déstocker environ 1.8 Mm³ de sédiments. Pour une fréquence décennale, il faut déstocker le double, soit environ 3.5 Mm³. Le déstockage de telles quantités de sédiments en une seule opération rend la maîtrise des concentrations en MES difficile et les impacts sur l'environnement importants ; les taux de MES peuvent donc être importants (plus de 40 g/l en pointe pour un scénario V10).

Sur le Haut-Rhône français

La quantité annuelle de sédiments se déposant dans les retenues de Verbois et Génissiat est globalement constante (350 000 m³/an à Verbois, environ 50 000 m³/an à Génissiat). Une réduction de la fréquence des opérations de vidange se traduira donc par une augmentation du volume des dépôts à remobiliser à chaque opération. Cet accroissement par rapport aux vidanges triennales est de près de 70 % pour des vidanges quinquennales (scénario V5) et de 230 % pour des vidanges décennales (scénario V10).

Pour évacuer les volumes provenant de Verbois et pour respecter la consigne des teneurs en MES à Seyssel, les opérations devraient durer environ 17 jours pour une vidange quinquennale et 33 jours pour une vidange décennale (ces durées sont obtenues en augmentant de 70 % ou de 230 % la durée des opérations d'accompagnement des vidanges complètes de Verbois). Cela impliquerait une fermeture des Vieux-Rhône de Chautagne et de Belley pendant des durées du même ordre, ce qui est incompatible avec la capacité de résilience des milieux naturels sur ces tronçons.

En outre, la réduction de la fréquence et l'allongement de la durée des opérations de vidanges, ainsi que l'augmentation du volume de sédiments à évacuer accroissent le risque d'interruption des opérations (épisode de crue, non-respect des consignes MES, défaillance matérielle), ce qui entraînerait des dépôts massifs dans la retenue de Génissiat, potentiellement au niveau de secteurs sensibles du barrage (parement amont, prises d'eau des vannes de fond et de demi-fond).

11.1.3 Scénario AC : Abaissements lors des crues d'Arve

Sur le Rhône genevois

Le principe de ce scénario consiste à abaisser les retenues de Verbois et de Chancy-Pougny lors des crues de l'Arve, afin d'éviter le comblement des retenues. Les opérations ne peuvent ainsi pas être programmées. L'objectif est de déstocker la quantité accumulée durant l'année, soit environ 360'000 m³.

Sur le Haut-Rhône français

Ce scénario consisterait à profiter des crues du Rhône (débit supérieur à 620 m³/s à la station de Pougny, valeur dépassée 15 j/an en moyenne) pour baisser la retenue de Génissiat en-dessous de la cote d'exploitation normale (325,00 m ortho) afin d'avoir des vitesses suffisantes pour évacuer les sédiments arrivant de Suisse et remobiliser une partie des sédiments déposés dans la retenue.

Les principales contraintes à des opérations d'abaissements non programmées lors des crues sont :

- la consigne d'exploitation de l'ouvrage établie dans le cadre du cahier des charges spécial de l'aménagement de Génissiat qui limite l'abaissement autorisé de la retenue à la cote 325 m ortho au minimum ;
- l'anticipation, le plus en amont possible des épisodes de crues pour permettre l'abaissement de la retenue de Génissiat. Cela passe par une collaboration étroite entre les équipes CNR et SIG et la nécessité de disposer de modèles de prévisions hydrométéorologiques fiables ;
- la faisabilité d'un abaissement de 10 m minimum de la retenue du barrage de Génissiat pendant un épisode de crue sans provoquer de surdébits ni amplifier la pointe de crue à l'aval. Malheureusement, compte tenu de l'étendue et de la complexité du bassin du Haut-Rhône, des écarts importants entre les débits prévus et les débits réels peuvent survenir pendant les phases d'abaissements de la retenue de Génissiat, ce qui pourrait amplifier les inondations à l'aval.

D'autre part, la maîtrise des concentrations en MES ne peut pas être assurée comme dans le cadre d'abaissements programmés du fait de la fluctuation des débits du Rhône en crue. Dans ces conditions, il existe un risque important d'observer des concentrations en MES à l'aval de Génissiat très largement supérieures à la consigne MES lors des vidanges complètes. Ces pics de MES sont susceptibles de dégrader les milieux naturels sensibles des Vieux-Rhône et d'entraîner un colmatage des annexes fluviales au passage de la crue, dans la mesure où les barrages en amont des Vieux-Rhône sont ouverts pour assurer l'écoulement des débits de crue au-delà des débits transitant par les usines.

11.1.4 Scénario C : Accompagnement des crues d'Arve

Sur le Rhône genevois

L'objectif est de favoriser le transit sédimentaire le long des retenues genevoises lors des crues de l'Arve. Il s'agit d'augmenter le débit du Léman (barrage du Seujet) pendant ces épisodes de crue afin d'atteindre au moins le débit d'équipement de Verbois (620 m³/s). Ces accompagnements des crues d'Arve sont réalisés avec une légère baisse des plans d'eau dans les limites fixées par les concessions. Ce mode de gestion permet d'éviter le stockage de 10 à maximum 15% des sédiments déposés annuellement dans la retenue de Verbois. L'accompagnement des crues d'Arve sans abaissement important du niveau de la retenue de Verbois ne peut donc pas à lui seul atteindre les objectifs de gestion sédimentaire ; ce mode de gestion peut néanmoins être combiné à d'autres modes comme dans le cas du scénario mixte (M).

Sur le Haut-Rhône français

Sur le Haut-Rhône français, l'accompagnement des crues de l'Arve concerne les débits du Rhône à Pougny inférieurs à 620 m³/s. L'accompagnement des crues de l'Arve a une efficacité très limitée sur la retenue de Génissiat car les vitesses d'écoulement sont trop faibles pour laisser passer tous les

sédiments arrivant de l'amont (cote de la retenue restant dans le cadre de sa consigne d'exploitation contractuelle >325.00m ortho). Seule une partie des 30 000 à 50 000 m³ de sédiments provenant de Verbois parviendrait à franchir la retenue de Génissiat. Ce mode de gestion ne peut donc pas être envisagé seul car il concerne moins de 15% des sédiments se déposant dans les retenues de Verbois et Génissiat.

11.1.5 Scénario A1 : Abaissements partiels annuels avec gestion coordonnée des taux de MES

Sur le Rhône genevois

Les modèles ont calculé qu'un abaissement d'environ 4 m à Verbois pendant 8 jours avec l'injection d'un débit de 500 m³/s permettrait de déstocker 400'000 m³. L'abaissement de Chancy-Pougny devrait être de 3 à 4 m. Le taux de MES serait de 4 g/l au maximum à l'aval de l'aménagement de Chancy-Pougny.

Dans le cadre de ce mode de gestion, l'objectif prioritaire pour SIG et SFMCP est de respecter au pont de Pougny (en aval de Chancy-Pougny), les contraintes imposées à CNR au pont de Seyssel : 15 g/l maximum pendant 30 min, 10 g/l moins de 6 h consécutives, 5 g/l en moyenne pendant l'opération.

Sur le Haut-Rhône français

Le respect dès le pont de Pougny des consignes de teneurs en MES applicables à la station du pont de Seyssel permet d'envisager un transfert direct des sédiments provenant des opérations de Verbois et Chancy Pougny en aval de Génissiat, sans stockage d'une partie dans la retenue de Génissiat. Il est également envisagé de déstocker les sédiments déposés dans la retenue de Génissiat sur la période inter-chasses. L'évacuation de ces sédiments supplémentaires (entre 50 et 150 000 m³/an) sera étudiée précisément pendant le second semestre 2014 au travers de la thèse de recherche en cours. Le dragage constitue la solution par défaut.

La cote de la retenue de Génissiat est abaissée d'une quinzaine de mètres. Le barrage de Seyssel est effacé. Les retenues des aménagements en aval sont légèrement abaissées et les Vieux-Rhône de Chautagne et de Belley sont fermés, comme lors des opérations d'accompagnement de la vidange complète de Verbois.

Ce scénario permet de mieux maîtriser les risques de dysfonctionnement en aval de Génissiat. En effet, en cas de non-respect des taux contractuels ou de crues des affluents, les chasses seraient arrêtées conjointement côté suisse et français. Les risques de dysfonctionnement sont également limités du fait de concentrations en MES moindres que pour le scénario de vidanges complètes.

11.1.6 Scénario A3 : Abaissements partiels biennaux à triennaux, gestion coordonnée taux MES

Sur le Rhône genevois

Lors de l'opération de 2012 (vidange complète après 9 années d'accumulation dans la retenue de Verbois), les grilles de protection des turbines de l'usine hydroélectrique de Verbois ont pu être complètement remplacées. L'entretien du barrage de Verbois ne nécessite donc plus, à court et moyen termes, un abaissement complet du plan d'eau. Des abaissements partiels de la retenue de Verbois permettent d'envisager un déstockage sédimentaire important, tout en réduisant sensiblement les concentrations en MES par rapport à des vidanges complètes. Puisque l'amplitude

d'abaissement est réduite par rapport à une vidange complète, il est ainsi nécessaire d'augmenter le débit et la durée de l'opération pour pouvoir déstocker une quantité équivalente de sédiments.

Dans le cadre de ce mode de gestion, l'objectif prioritaire pour SIG et SFMCP est de respecter au pont de Pougny (en aval de Chancy-Pougny), les contraintes imposées à CNR au pont de Seyssel : 15 g/l maximum pendant 30 min, 10 g/l moins de 6 h consécutives, 5 g/l en moyenne pendant l'opération. Du côté suisse, les opérations sont pilotées par les taux de MES. Un débit de 500 à 600 m³/s est injecté grâce au lac Léman pendant toute la durée de l'opération pour assurer des contraintes d'entraînement des sédiments suffisantes et la retenue de Verbois est remontée progressivement en cas de dépassement des concentrations de MES fixées. Une gestion coordonnée des débits sera réalisée à l'échelle du Rhône pour tenir compte des apports des affluents en aval et des capacités maximales de turbinages des usines françaises. En tenant compte de l'abaissement et de la remontée des retenues de Verbois et de Chancy-Pougny, il faut prévoir une durée de l'opération de 9 jours.

Dans le cadre du scénario A3, la période entre deux abaisséments partiels est fixée à 2 ans au minimum. Les modélisations hydrauliques montrent la possibilité d'effectuer des abaisséments partiels à un rythme biennal à triennal, tout en garantissant les temps d'exposition prescrits ci-dessus. Pour permettre un déstockage suffisant lors de ces opérations, le volume de comblement de la retenue de Verbois serait maintenu entre 4 et 5 Mm³ (il est situé entre 3 et 4 Mm³ dans le cadre des vidanges complètes). Ce niveau de comblement semble acceptable; il engendre un exhaussement des lignes d'eau et de la nappe phréatique en ville de Genève de 10 cm pour un débit moyen du Rhône, permettant de limiter le risque d'inondation.

Sur le Haut-Rhône français

Le principe de ce scénario de gestion sédimentaire est similaire à celui du scénario A1 présenté ci-dessus. La fréquence des opérations est réduite (tous les 2 à 3 ans au lieu d'abaisséments annuels) mais les concentrations en sédiments relargués sont plus importantes, tout en restant compatibles avec la consigne actuelle de MES au pont de Seyssel en période de chasses.

11.1.7 Scénario M : Gestion mixte

Pour rappel, ce scénario a été choisi comme le scénario de gestion sédimentaire à mettre en œuvre à cours et moyen termes.

Sur le Rhône genevois

Du côté suisse, un tel mode de gestion est composé de plusieurs opérations :

- Un accompagnement des crues d'Arve : ouverture du Seujet lors des crues d'Arve afin de minimiser les dépôts de sédiments dans la retenue de Verbois. Ces opérations permettraient l'évacuation de 10 à éventuellement 20 % du stock annuel accumulé dans la retenue de Verbois.
- Des abaisséments partiels triennaux (fréquence maximale) de la retenue de Verbois et un accompagnement de ceux-ci par le barrage de Chancy-Pougny, avec l'objectif prioritaire de respecter au pont de Pougny les exigences prescrites actuellement à CNR par la DREAL.
- Le dragage complémentaire des zones de la retenue de Verbois qui ne peuvent pas être érodées lors des abaisséments partiels, et des zones de dépôts résiduels qui ne peuvent pas être transférés de la retenue de Chancy-Pougny lors de l'abaissement partiel triennal.

Dans le cadre du scénario M, la période entre deux abaissements partiels est fixée à 3 ans au minimum. Les volumes de sédiments à déstocker par dragage pourront être estimés à partir des retours d'expérience des premières opérations d'abaissement partiel.

Sur le Haut-Rhône français

Ce mode de gestion permet de largement réduire les risques de dysfonctionnement en aval de Génissiat. Ce scénario M est composé de plusieurs opérations :

- Un accompagnement des sédiments provenant des crues de l'Arve au travers des organes d'évacuation des débits de Génissiat. Cependant les premiers essais, calculs et analyses conduisent à un espoir limité.
- Le transfert des sédiments pendant l'abaissement triennal des retenues de Verbois et Chancy-Pougny. Pour cela la cote de la retenue de Génissiat est abaissée d'une dizaine de mètres minimum. Le barrage de Seyssel est effacé. Les retenues des aménagements en aval de Seyssel sont légèrement abaissées et les Vieux-Rhône de Chautagne et de Belley sont fermés.
- Le dragage des sédiments déposés devant le barrage et qui ne seront passés ni pendant le transfert, ni pendant l'accompagnement des crues de l'Arve.

11.1.8 Scénario D : Dragage continu

Sur le Rhône genevois

Ce scénario de gestion sédimentaire prévoit l'excavation systématique des matériaux accumulés dans les retenues de Verbois puis de Chancy-Pougny pendant 220 jours par année. Les matériaux extraits sont pompés et refoulés en aval dans le lit principal du Rhône. La composition granulométrique des matériaux (limons en grande majorité) ne permet pas leur valorisation dans la construction par exemple. En fonction du lieu du rejet et des vitesses d'écoulement, les matériaux se redéposent plus ou moins rapidement dans les retenues. Il est donc nécessaire d'associer à l'équipement de dragage, des conduites de rejet suffisamment longues pour minimiser les opérations de reprise de matériaux (3 km sur la retenue de Verbois et 2.5 km sur la retenue de Chancy-Pougny). Une drague permettant un rendement d'extraction de 500 à 600 m³/h travaillant 220 jours par année est nécessaire pour assurer l'extraction des sédiments stockés dans les retenues de Verbois puis de Chancy-Pougny.

En tenant compte des reprises de matériaux, des concentrations situées entre 0,5 et 1 g/l seront observées en continu 8 heures par jour. Lors de périodes de débit très réduit, ou pendant les crues de l'Arve, les concentrations pourront dépasser 2 g/l pendant plusieurs jours sur le Rhône genevois.

Sur le Haut-Rhône français

La retenue de Génissiat se comble progressivement. L'alluvionnement du secteur de l'Étournal, en queue de retenue, est limité par les variations de niveau du plan d'eau (jusqu'à 5 m), qui induisent des mises en vitesse permettant l'entraînement des matériaux plus en aval.

Une partie des opérations de dragage se situerait au niveau du parement amont et des prises d'eau des vannes de fond et de demi-fond, soit jusqu'à 500 m en amont du barrage.

Les dragages en amont immédiat du barrage impliquent une durée de chantier, des cadences et des concentrations en MES à l'aval du barrage, entre 0,5 et 1 g/l en continu (chantier de 8 h/j pendant 6 mois pour préserver les enjeux piscicoles en évitant les périodes les plus sensibles). Les quantités

annuelles de sédiments à rejeter à l'aval du barrage de Génissiat (de 450 000 à 500 000 t/an) représentent à peu près l'ensemble du volume annuel dragué par CNR (660 000 m³/an) sur l'ensemble du Rhône (500 km).

Draguer de telles quantités ne serait pas possible aux conditions actuelles des dragages sur le Rhône. En effet, l'encadrement actuel prévoit un taux de MES autorisé à l'aval du chantier de 10 mg/l en plus de la charge qui arrive en amont, ce qui ne permettrait le dragage que de quelques dizaines de milliers de mètres cubes de sédiments par an. Le dragage des 500 000 m³/an nécessite de rejeter en aval du chantier des concentrations moyenne de 500 à 700 mg/l. Les taux de MES serait 70 fois plus importants qu'actuellement (de l'ordre de 10 mg/l observés en période courante).

11.1.9 Scénario P : Gestion passive

Sur le Rhône genevois

Ce scénario prévoit que les retenues de Verbois et de Chancy-Pougny se combinent jusqu'à leur équilibre morphologique. Il n'est pas prévu d'actions permettant de dégager ces sédiments. Le comblement de la retenue de Verbois entraînerait un exhaussement significatif des lignes d'eau le long des deux retenues et une forte augmentation du risque d'inondation notamment en ville de Genève. Une gestion passive à Verbois et Chancy-Pougny ne peut être mise en œuvre qu'avec la garantie de protéger préalablement la ville de Genève et la zone de la Plaine (retenue de Chancy-Pougny). Une modification des concessions et/ou des règlements d'application serait également nécessaire.

Des études concernant la protection de la ville de Genève permettent d'appréhender les dangers pour différentes situations de comblement de la retenue de Verbois en termes de débordements directs des cours d'eau, de conséquences sur le réseau de canalisations de la ville de Genève et sur les nappes phréatiques. En fonction du niveau de comblement de la retenue de Verbois, un certain niveau de protection de la ville doit être mis en œuvre. Dans le cas de la gestion passive, le niveau de protection maximal doit être envisagé.

Sur le Haut-Rhône français

Les sédiments arrivent dans la retenue de Génissiat au gré des crues du Rhône et se déposent en amont du barrage de Génissiat. Une gestion passive complète de cette retenue n'est pas envisageable pour des raisons de risque d'aggravation des inondations le long de la retenue et de sûreté du barrage. En effet, l'accumulation de sédiments sur plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur au niveau des prises d'eau des vannes de fond et de demi-fond rendrait ces organes inutilisables pour l'évacuation des débits de crue. Par ailleurs, des dépôts de sédiments contre le parement amont du barrage de Génissiat sur une épaisseur supérieure à 10 m sont incompatibles avec les calculs relatifs à la stabilité du barrage. Or une gestion passive de la retenue entraînerait des dépôts de plus de 20 m d'épaisseur contre le parement amont.

L'évacuation des sédiments (500 000 m³/an) n'est pas envisageable pendant une crue du Rhône (risque d'aggravation des inondations en aval et perte de maîtrise des taux de MES en sortie de vanne de fond, cf. scénario AC). Restent les solutions dragage (scénario D) ou abaissements partiels de Génissiat (scénario A3 sur le Haut-Rhône français).

11.1.10 Synthèse sur les concentrations en MES maximales

Les concentrations en MES et les déstockages sédimentaires prévisionnels en aval de Chancy-Pougny sont indiquées ci-dessous pour les différents scénarios de gestion sédimentaire.

| Scénario | Mode opératoire | Fréquence | Concentrations max. en MES à Pougny | Déstockage sédimentaire Verbois |
|----------|-------------------------------------|----------------------|---------------------------------------|--|
| V3 | Vidange complète | triennale | 25 g/l | 1 100 000 m ³ /3 ans |
| V5 | Vidange complète | quinquennale | 30-35 g/l | 1 800 000 m ³ /5 ans |
| V10 | Vidange complète | décennale | > 40 g/l | 3 600 000 m ³ /10 ans |
| AC | Abaissements non programmés en crue | Aléatoire | < 10 g/l | Aléatoire |
| C* | Accompagnement des crues d'Arve | aléatoire | < 1-2 g/l | objectif : 360'000 m ³ /an max : 50'000 m ³ /an |
| A1 | Abaissement partiel programmé | annuelle | 15 g/l, respect des normes françaises | 360 000 m ³ |
| A3 | Abaissement partiel programmé | biennale à triennale | 15 g/l, respect des normes françaises | 1 100 000 m ³ /3 ans |
| M | Gestion mixte | triennale | 15 g/l, respect des normes françaises | 1 100 000 m ³ /3 ans |
| D | Dragage continu | en continu | 0.5 à 2 g/l | 360 000 m ³ /an, |
| P | Gestion passive | - | - | - |

Tableau 17 : Comparaison des scénarios de gestion sédimentaire sur le Rhône genevois, en termes de MES

Sur le Haut-Rhône français, les concentrations attendues sont les suivantes :

| Scénario | Mode opératoire | Fréquence | Concentrations max. en MES à Seyssel | Déstockage sédimentaire Génissiat |
|----------|--|----------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|
| V3 | Accompagnement des vidanges + dragage | triennale | 15 g/l, respect des normes françaises | 1 500 000 m ³ /3 ans |
| V5 | Accompagnement des vidanges + dragage | quinquennale | 15 g/l, respect des normes françaises | 2 500 000 m ³ /5 ans |
| V10 | Accompagnement des vidanges + dragage | décennale | 15 g/l, respect des normes françaises | 5 000 000 m ³ /10 ans |
| AC | Abaissements non programmés en crue | aléatoire | possible plus de 15g/l | aléatoire |
| C* | Accompagnement des crues d'Arve | aléatoire | <1g/l | Inf. à 50 000m ³ /an |
| A1 | Transfert + dragage | annuelle | 15 g/l, respect des normes françaises | 500 000 m ³ /an |
| A3 | Transfert + dragage | biennale à triennale | 15 g/l, respect des normes françaises | 1 500 000 m ³ /3 ans |
| M | Transfert + dragage + accompagnement crues | triennale | 15 g/l, respect des normes françaises | 1 500 000 m ³ /3 ans |
| D | Dragage continu | en continu | 0.5 à 1 g/l | 500 000 m ³ /an, |
| P | Dragage continu | en continu | 0.5 à 1 g/l | 500 000 m ³ /an, |

Tableau 18 : Comparaison des scénarios de gestion sédimentaire sur le Haut-Rhône français, en termes de MES

Remarque : la ligne relative à l'accompagnement des crues d'Arve ne constitue pas un scénario dans la mesure où ce mode de gestion seul ne permet pas d'atteindre une capacité d'évacuation annuelle de 360'000 m³.

11.2 Méthodologie utilisée pour l'évaluation des scénarios

L'évaluation des scénarios de gestion sédimentaire du Rhône genevois et du Haut-Rhône français demandée par les autorités françaises et suisses s'est décomposée en six volets indépendants :

- une évaluation des incidences environnementales de chaque scénario vis-à-vis du scénario de référence (vidange complète triennale de la retenue de Verbois organisée au printemps avec accompagnement par le barrage de Chancy-Pougny et les aménagements de la CNR) ;
- une évaluation des coûts directs ;
- une évaluation de l'impact des opérations sur les tiers (industriels en particulier) ;
- une évaluation des risques induits sur les enjeux humains et écologiques par territoire ;
- une évaluation de la faisabilité technique de chaque scénario.

Certains scénarios ont été évalués en fonction de la période à laquelle ils sont programmés (fin mai ou début octobre).

11.2.1 Découpage du Rhône

Afin de mener à bien cette évaluation, le secteur du Rhône compris entre le Léman et Lyon, long de 205 km, a été décomposé en tronçons globalement homogènes d'un point de vue hydraulique, hydrologique, écologique et en matière d'usages socio-économiques. Au total, le Rhône a été découpé en 16 tronçons, 4 tronçons pour la partie suisse (Rhône genevois) et 12 tronçons pour la partie française (Haut-Rhône français) :

- la retenue de Verbois (12 km) ;
- le tronçon lotique en aval de Verbois (4 km) ;
- la retenue de Chancy-Pougny (4 km) ;
- le tronçon lotique en aval de Chancy-Pougny, jusqu'au seuil de Pougny (2 km) ;
- du seuil de Pougny au Pont Carnot (7 km) ;
- du Pont Carnot au barrage de Génissiat (18 km) ;
- du barrage de Génissiat au barrage de Seyssel (retenue de Seyssel) (10 km) ;
- du barrage de Seyssel à la restitution de l'aménagement de Brégnier-Cordon, hors Vieux-Rhône (60 km) ;
- le Vieux-Rhône de Chautagne (9 km) ;
- le Vieux-Rhône de Belley (17 km) ;
- le Vieux-Rhône de Brégnier-Cordon (11 km) ;
- de la restitution de l'aménagement de Brégnier-Cordon au défilé de Malarage (13 km) ;
- du défilé de Malarage à Sault-Brénaz (16 km) ;
- de Sault-Brénaz à l'amont du confluent de l'Ain (28 km) ;
- du confluent de l'Ain à Lyon, hors canal de Jonage (26 km) ;
- le canal de Jonage (18 km).

11.2.2 Évaluation environnementale

Dans un premier temps, l'évaluation environnementale a nécessité de déterminer l'ensemble des paramètres impactés par les différents scénarios envisagés, pour chaque tronçon. 30 paramètres ont été distingués et regroupés en 10 compartiments. L'incidence des scénarios sur chacun des paramètres retenus a ensuite été comparée, pour chaque tronçon, à celle du scénario de référence (une vidange complète triennale de la retenue de Verbois programmée au printemps, avec accompagnement de Chancy-Pougny et des aménagements de la CNR). L'évaluation se fait sur une échelle à 5 niveaux, allant d'une très nette amélioration de la situation (+2) à une très nette détérioration (-2). Les 3 derniers tronçons ainsi que ceux du bief de Sault-Brénaz ont été regroupés du fait de leur éloignement.

11.2.3 Évaluation économique coûts directs

L'évaluation des coûts directs des opérateurs (SIG, SFMCP et CNR), prend en compte les pertes de production engendrées, le coût des études à engager, la mobilisation de personnel pour les différents suivis, les coûts des opérations de dragages, les investissements en matériels, les prestations de sous-traitants, les travaux de sécurisation des ouvrages, les mesures de minimisation des impacts.

11.2.4 Évaluation économique pour les tiers

L'évaluation de l'impact économique pour les tiers est qualitative. Elle prend en compte la perturbation des activités touristiques et de loisirs, la déconnexion ou l'arrêt des prises d'eaux industrielles et agricoles, l'interruption de la navigation.

11.2.5 Évaluation des risques induits

Quatre enjeux ont été retenus pour l'évaluation des risques induits par chacun des scénarios de gestion sédimentaire : la sécurité et la stabilité des barrages, les usages de l'eau (CNPE Bugey et champs captants), les inondations et les milieux naturels. Dans un premier temps, la vulnérabilité vis-à-vis de chacun des enjeux a été estimée pour chaque tronçon, sur une échelle de 0 (vulnérabilité très faible à nulle) à 4 (très forte vulnérabilité). Ensuite, une note de 0 à 4 a été attribuée à chacun des enjeux sur les 16 tronçons afin de caractériser l'importance de l'aléa induit par chaque scénario en cas de dysfonctionnement. Un croisement de la vulnérabilité par l'aléa pour chaque tronçon et chaque scénario permet d'obtenir un niveau d'intensité du risque. Il n'est pas pris en compte un éventuel transfert de risque entre les exploitants SIG, SFMCP et CNR.

11.2.6 Évaluation de la faisabilité technique

La faisabilité technique est estimée en fonction de la ressource en eau disponible, de la capacité à évacuer les matériaux déposés dans les retenues dans le laps de temps autorisé et l'application de méthodes nouvelles ou éprouvées par les opérateurs.

11.3 Évaluation des modes de gestion sédimentaire

Le tableau suivant permet de comparer les scénarios les uns par-rapport aux autres, selon les différents critères proposés, sur le Rhône genevois (CH) et sur le haut-Rhône français (F).

| période | | V3 | V5 | V10 | AC | C | A1 | A1' | A3 | A3' | M | M' | D | P |
|-------------------------------------|----|-----|-----|-----|-------|-------|-----|------|-----|------|-----|------|----------|---|
| | | mai | mai | mai | aléa. | aléa. | mai | oct. | mai | oct. | mai | oct. | conti-nu | - |
| Environnement | CH | | | | | | | | | | | | | |
| | F | | | | | | | | | | | | | |
| Hausse du coût pour les exploitants | CH | | | | | | | | | | | | | |
| | F | | | | | | | | | | | | | |
| Impacts sur les tiers | CH | | | | | | | | | | | | | |
| | F | | | | | | | | | | | | | |
| Risques | CH | | | | | | | | | | | | | |
| | F | | | | | | | | | | | | | |
| Difficulté technique | CH | | | | | | | | | | | | | |
| | F | | | | | | | | | | | | | |

Sensibilité du scénario :

| | | | | |
|-------------|--------|-------|------|-----------|
| très faible | faible | moyen | fort | très fort |
|-------------|--------|-------|------|-----------|

Tableau 19 : Comparaison des scénarios de gestion sédimentaire sur le Rhône genevois et le Haut-Rhône français, selon les critères d'évaluation

La synthèse des évaluations pour chaque domaine est présentée ci-dessous.

11.4 Analyse de la période de réalisation des opérations de gestion sédimentaire

11.4.1 Aspects écologiques

Sur le Rhône genevois

Les opérations programmées en mai-juin provoquent de nombreux impacts sur la faune du Rhône, principalement sur l'avifaune et les castors mais également sur la reproduction de certains poissons. Les évaluations montrent des gains environnementaux si les opérations se déroulaient plus tard dans la saison (fin septembre ou octobre).

L'hypothèse selon laquelle les géniteurs d'ombre seraient dans les affluents du Rhône au mois de mai et seraient ainsi épargnés lors des abaissments des retenues, n'a pas été confirmée par les spécialistes. Cet aspect peut aujourd'hui difficilement constituer un facteur en défaveur d'un abaissement à fin septembre ou en octobre.

La température dans les plans d'eau connexes au Rhône (lagunes, embouchures) est plus importante au mois de septembre qu'au mois de mai, raison du choix de fin septembre ou en

octobre. Comme la durée des opérations dans le cas d'abaissements partiels est doublée, le risque d'atteindre des mauvaises conditions physico-chimiques dans les lagunes est augmenté. Le cas échéant, un apport d'eau fraîche à l'aide d'hydrantes peut aider à maintenir de bonnes conditions dans ces plans d'eau connexes.

Sur le Haut-Rhône français

Dans le contexte du Haut-Rhône français, les Vieux-Rhône de Chautagne, Belley et Brégnier-Cordon constituent des réservoirs de biodiversité essentiels. Des consignes de gestion spécifiques sont mises en place pendant les opérations afin de les préserver : les barrages de Motz et de Lavours sont fermés de manière préventive pour ne pas colmater les habitats aquatiques lors des pics de concentrations en MES ; le barrage de Champagneux est également consigné en cas de taux de MES excessifs.

Ces mesures de protection des Vieux-Rhône ont cependant pour conséquence un abaissement du niveau de la nappe d'accompagnement et la déconnexion de certaines annexes fluviales qui deviennent dès lors très sensibles aux conditions climatiques. Une augmentation trop importante de la température de l'eau peut avoir des conséquences dramatiques sur la faune aquatique.

La réalisation des opérations pendant la période estivale est donc à proscrire. Une intervention à l'automne, hors période de reproduction piscicole, paraît plus adaptée qu'une intervention au printemps. Cependant, le mois de mai reste un choix pertinent du point de vue écologique dans la mesure où les suivis des différentes opérations d'accompagnement des vidanges précédentes de Verbois, notamment lors de celles de 2003 et de 2012, n'ont pas montré d'incidence significative sur la faune aquatique au niveau des Vieux-Rhône de Chautagne, Belley et Brégnier-Cordon.

11.4.2 Aspects hydrologiques

Sur le Rhône genevois

Les opérations de vidanges-chasses ont historiquement été programmées à fin mai, début juin afin de pouvoir bénéficier d'apports suffisant du Léman, afin d'assurer un débit de chasse (fixé à 600 m³/s pendant 2 jours lors des opérations passées) et le remplissage des retenues après l'opération.

En analysant les données historiques des apports du Léman durant 30 ans (1974-2004), on constate qu'à la fin du mois de mai, les apports au Léman sont évalués à 350 m³/s en moyenne ; ils ne sont que de 250 m³/s en moyenne à fin septembre.

En considérant que les débits de l'Arve sont également réduits au mois de septembre/octobre par rapport au mois de mai, il faut envisager un creusement très significatif du niveau du Léman dans le cas où des opérations ont lieu en septembre.

Par ailleurs, les opérations d'abaissement partiel nécessitent un volume d'eau supplémentaire car elles ont une durée plus longue que les vidanges complètes (10 jours ou lieu de 5 jours). En prenant l'exemple d'une opération d'abaissement partiel avec une phase abaissée de 8 jours avec un débit du Rhône de 500 m³/s :

- le niveau du Léman est réduit de 4 cm en moyenne (18 cm pour un quantile 25% des apports du Léman) en cas d'opération programmée à la fin du mois de mai ;
- le niveau du Léman est réduit de 23 cm en moyenne (35 cm pour un quantile 25%) en cas d'opération programmée à la fin du mois de septembre.

A ce volume, il faut encore ajouter les demandes de l'aval pour le remplissage des retenues de la CNR.

En priorisant la remontée des retenues aval, les temps de reconstitution du volume du Léman sont multipliés par 4 à 5 par rapport à des chasses printanières pour une hydraulité moyenne. Pour une hydraulité faible (quantile 25 % des apports du Léman) il faudrait près de 40 jours pour que le lac Léman retrouve une cote conforme à la consigne en cas d'abaissement partiel à l'automne, contre environ 10 jours pour une opération ayant lieu en mai. Avec une hydraulité forte (quantile 75 %), le temps de remontée du Léman en automne est de 10 jours alors que l'impact n'est pas perceptible au mois de mai.

Sur le Haut-Rhône français

La principale contrainte sur le plan hydrologique est le maintien d'un débit minimal de 150 m³/s au droit de la centrale nucléaire du Bugey, afin de garantir le bon fonctionnement des systèmes de refroidissement.

L'analyse des débits montre que la durée pendant lesquelles la situation restera critique vis-à-vis de ce débit n'est en moyenne que de 4 jours au printemps, contre 20 jours à l'automne.

11.4.3 Conclusions

La période de réalisation des opérations de gestion sédimentaire a une influence plus marquée sur l'écologie du Rhône genevois que du Haut-Rhône français. La période estivale est à proscrire sur le Haut-Rhône français pour empêcher une élévation de la température de l'eau qui aurait des conséquences dramatiques sur la faune aquatique. Bien qu'une intervention en automne paraisse globalement plus favorable sur le Rhône Genevois, le déroulement des opérations au printemps reste acceptable.

Concernant les activités touristiques la période estivales (juin à mi-septembre) est à éviter.

D'un point de vue hydrologique (disponibilité de la ressource en eau), l'avantage d'une intervention au printemps est bien plus déterminant, la probabilité de survenue d'un étiage sévère à l'automne étant importante.

Même pour une année à hydraulité moyenne, les débits à l'automne sont insuffisants pour assurer le refroidissement du CNPE du Bugey pendant trois semaines avec une marge de sécurité acceptable.

Ce dernier argument conduit les exploitants CNR à préconiser de réaliser les opérations au printemps.

Ce choix est renforcé par la volonté de sécuriser l'adoption d'un nouveau mode de gestion en préférant une intervention à la même période printanière plutôt que l'expérimentation d'une intervention à l'automne.

11.5 Synthèse de l'évaluation environnementale des scénarios pour le Rhône genevois

11.5.1 Impacts sur la faune aquatique

L'analyse des impacts des différents scénarios de gestion sédimentaire met en évidence les points suivants.

Le scénario d'un abaissement partiel programmé annuel (A1) ou triennal (A3) permet de réduire sensiblement les impacts piscicoles, en particulier si les opérations sont réalisées au mois de septembre (hors période de reproduction). En effet, l'abaissement partiel en comparaison avec une

vidange complète permet de conserver une partie plus importante des retenues en eau, il augmente les zones refuges, il limite la dévalaison des stocks et les risques de mortalité. Si cet abaissement est réalisé fin septembre, l'impact sur la reproduction des poissons et sur les juvéniles est encore plus positif et le seul impact négatif concerne le poisson fourrage (gardon, ablette et perches 0+) qui est présent dans le Rhône à cette période de l'année et qui est absent en mai-juin.

A ce stade des études et sur la base des données à disposition, l'évaluation des impacts piscicoles ne permet pas de déterminer clairement si un abaissement partiel annuel avec un abaissement de 4 à 6 m au barrage de Verbois et 2 à 3 m au barrage de Chancy-Pougny (A1) serait préférable à un abaissement partiel triennal avec un abaissement plus important - 8 à 10 m à Verbois et -6 à 8 m à Chancy-Pougny (A3). On note toutefois qu'au niveau des retenues, la variante triennale est préférable à la variante annuelle.

Les impacts sur la macrofaune benthique des milieux riverains, des herbiers de macrophytes et des roselières sont créés par les exondations lors des abaissements, même partiels, ou par l'augmentation de la dérive lors des chasses. L'espacement des fréquences des opérations est donc positif.

Le dragage (D) permet de réduire sensiblement les impacts piscicoles au niveau des retenues par rapport à la vidange triennale. En revanche la remise en suspension de sédiments 220 jours par an provoquera des impacts globalement négatifs sur le peuplement piscicole ainsi que sur la macrofaune benthique des tronçons situés en aval des barrages (turbidité permanente entraînant potentiellement une perturbation de la reproduction et à terme une baisse de la productivité du Rhône).

La gestion passive des retenues de Verbois et de Chancy-Pougny (P) supprime les impacts directs sur les poissons (mortalité, dévalaison). Au niveau des retenues, l'impact global sur la faune piscicole est toutefois jugé comme neutre par rapport à la situation actuelle avec vidange. En effet, l'absence de mortalité et de dévalaison de poissons ainsi que l'augmentation de la reproduction sont positifs pour le peuplement piscicole, tandis que la réduction de l'habitat aquatique et la baisse de la ressource alimentaire sont négatifs. Au niveau des secteurs lotiques situés en aval des barrages, la gestion passive est positive pour les poissons, mais la plus value est comparable à celle des vidanges partielles programmées au mois de septembre.

11.5.2 Impacts sur l'avifaune

L'analyse des impacts sur l'avifaune montre que quel que soit le scénario d'abaissement, la période est significative. En fin septembre / début octobre, les abaissements n'impactent quasiment plus ni les nicheurs, ni les sternes pierregarins, et pas encore les hivernants (de toute manière mobiles). Cela présente un net avantage comparé à la situation de référence, même lors d'opérations annuelles. Pour l'avifaune, les impacts à l'aval des barrages sont non significatifs, les espèces de milieux lotiques (cincle plongeur...) n'étant quasiment plus présentes dans le Rhône.

Les impacts des dragages sont faibles car l'avifaune s'habitue globalement bien à ce type de dérangement (sauf peut-être le martin-pêcheur). La période de dragage sur les quelques zones concernées pourrait le cas échéant être ajustée.

Le développement des milieux riverains dans le cas d'une gestion passive est très positif pour l'avifaune.

11.5.3 Impacts globaux sur les milieux riverains

Les impacts sur les milieux riverains sont de deux types : les déconnexions et les apports de sédiments. Les déstabilisations des berges et des pentes sont également prévisibles, notamment en cas de pluie. Certains mécanismes de mise en accélération des grands glissements présents le long de la retenue de Verbois sont liés aux fluctuations du plan d'eau conjointement à des fortes pluies. Ainsi des fluctuations régulières du plan d'eau dans le cas d'une gestion par accompagnement des crues d'Arve pourrait avoir un impact sur la stabilité de ces pentes.

Les milieux riverains d'intérêts des retenues de Verbois et Chancy sont principalement des lagunes bordées de roselières et les embouchures de rivières. Ces milieux subissent des déconnexions lors des abaissements des plans d'eau. Ces milieux peuvent rester en eau si le substrat est imperméable comme dans les lagunes de Verbois ou s'assécher.

Les lagunes de Verbois ont la capacité de conserver un volume d'eau viable durant 9 jours, comme observé lors de la vidange de 2012. Des apports d'eau fraîche ont été nécessaires dans certains cas.

Les milieux de la retenue de Chancy-Pougny sont plus sensibles car leur substrat est graveleux. Les étangs de la Touvière et de l'éperon de Bilet peuvent subir de gros dommages car ils sont complètement asséchés et l'impact est fort sur la macrofaune aquatique ainsi que sur les petits poissons et alevins qui ne peuvent pas être pêchés. Des opérations d'abaissements partiels annuels ou non programmés dans le cas du scénario AC seraient catastrophiques pour ces deux milieux.

Les milieux en aval des retenues sont des embouchures de rivières qui sont aménagées pour servir de milieu refuge pour les poissons lors des opérations de chasse. Les opérations d'abaissements partiels avec des taux de MES moindre que lors des vidanges n'auraient que peu d'impact sur ces zones. L'espacement des vidanges seraient également bénéfique.

Le dragage en continu des retenues apportera des MES sans que les débits importants des crues les fasse transiter. On peut s'attendre à un colmatage rapide des substrats des zones annexes des milieux aval.

11.5.4 Impacts sur les castors

Globalement, l'ensemble du Rhône est considéré comme occupé en permanence par les castors. Néanmoins, leur présence à l'aval du barrage de Verbois (jusqu'à l'embouchure de l'Allondon) est essentiellement liée aux milieux annexes et peu connectés au fleuve (Teppes et Moulin-de-Vert). En aval du barrage de Chancy-Pougny (jusqu'à l'embouchure de la Laire), les relevés indiquent une présence faible de l'espèce. Les évaluations pour cette espèce concernent donc essentiellement les retenues (Verbois : de la Jonction au barrage ; Chancy-Pougny : de la Touvière à Epeisses).

Les abaissements partiels ou complets sont dommageables pour les castors mais l'augmentation de la fréquence, de la durée et la période accentue encore les impacts. L'impact annuel est clairement négatif, notamment en mai-juin car le pic des naissances est en mai. En septembre, les juvéniles de 2 ans sont en erratisme, donc relativement sensibles aux perturbations. Pour les castors il est donc préférable d'espacer les opérations.

11.5.5 Synthèse de l'évaluation

Pour chaque tronçon (retenue de Verbois, secteur lotique en aval de Verbois, retenue de Chancy-Pougny, secteur lotique en aval de Chancy-Pougny), une « note » est calculée, résultant de la somme des notes obtenues en tenant compte des pondérations ci-dessous pour les domaines évalués.

Une « note » moyenne synthétique indicative est ensuite proposée pour chacun des scénarios de gestion, en faisant la moyenne des quatre tronçons étudiés.

Le tableau ci-après récapitule les notes obtenues par tronçon pour les 13 scénarios évalués, ainsi que la note moyenne indicative pour chaque scénario. Les notes de cette évaluation sont indicatives et ne doivent pas sortir du contexte de cette étude.

Le scénario le mieux noté selon les critères environnementaux est la gestion passive (P) avec une note de 16. Le scénario mixte avec abaissement en octobre (M') et le scénario d'accompagnement des crues d'Arve avec abaissement non programmé (C) se situent dans la même gamme de notation entre 7 et 8. Viennent ensuite le dragage (D) et l'abaissement partiel triennal planifié en début octobre (A3') qui ont des notes comprises entre 5 et 6. Les scénarios de vidanges ou d'abaissements en mai sont moins bien notés avec des notes entre 2 et 4. Les scénarios les plus mal notés sont l'abaissement non programmé lors des crues (-8) et l'abaissement annuel en mai (- 3) ; ces scénarios de gestion sont considérés comme entraînant plus d'impacts que le scénario de référence (V3). La vidange complète triennale en octobre (V3') a une note équivalente au scénario mixte en mai (M).

| | V3 | V3' | V5 | V10 | AC | C | A1 | A1' | A3 | A3' | M | M' | D | P |
|----------------|---|-----|--------|--------|-------------------------------|--------------------------------|---|------|-----------|------|-----------|------|------------------|-----------------|
| | Scénarios de vidanges complètes programmées | | | | Abais. non programmés (crues) | Accompagnem ent lors des crues | Scénarios d'abaissements partiels stricts avec respect des normes FR (max 15 g/l) | | | | Mixte | | Scénario Dragage | Gestion passive |
| Fréquence | 3 ans | | 5 ans | 10 ans | 10 à 15 fois/an | 10 à 15 fois/an | annuels | | 2 à 3 ans | | 3 à 4 ans | | | |
| Période | mai | oct | mai | mai | aléatoire | aléatoire | mai | oct. | mai | oct. | mai | oct. | | |
| MES en pointe | 25 g/l | | 35 g/l | 45 g/l | < 10 g/l | 2 g/l | < 10 g/l | | < 15 g/l | | < 15 g/l | | 1 g/l | |
| Verbois | 0.0 | 4.4 | 1.1 | 3.8 | -12.1 | 11.7 | -10.7 | -5.3 | 0.8 | 5.8 | 2.3 | 7.9 | 11.7 | 19.3 |
| Aval Verbois | | 3.0 | -1.5 | 0.7 | -5.2 | 6.7 | 7.3 | 11.8 | 5.1 | 7.3 | 5.1 | 8.8 | 1.7 | 11.8 |
| Chancy-Pougny | | 2.7 | 3.6 | 4.2 | -8.1 | 8.9 | -13.4 | -4.6 | 0.8 | 4.5 | 2.3 | 7.6 | 7.9 | 24.3 |
| Aval CP | | 3.0 | -1.5 | 0.0 | -5.2 | 6.0 | 2.8 | 7.3 | 3.5 | 5.8 | 3.7 | 6.7 | 0.9 | 8.1 |
| Rhône genevois | | 3 | 0 | 2 | -8 | 8 | -3 | 2 | 3 | 6 | 3 | 8 | 6 | 16 |

| |
|--------------------------------|
| Très nette amélioration : > 12 |
| Nette amélioration : 8 à 12 |
| Amélioration : 3 à 7 |
| Neutre : -2 à +2 |
| Péjoration : < -2 |

Tableau 20 : Synthèse de l'évaluation environnementale des scénarios de gestion sédimentaire

11.6 Justification du scénario de gestion mixte proposé

Le scénario de « gestion mixte » combine les avantages principaux suivants :

- Elle évite l'impact environnemental négatif principal lors des vidanges complètes pratiquées précédemment, soit les taux importants de MES en aval des retenues suisses. SIG s'engage à remonter le plan d'eau de la retenue de Verbois dans le cas où les taux de MES au pont de Pougny dépassent les exigences prescrites ou de problèmes de crue sur les Vieux-Rhône nécessitant leur réouverture ;
- Du côté suisse, il permet de limiter le risque d'inondation lors des crues en Ville de Genève ;
- Du côté français, il permet de réduire les risques de dysfonctionnement liés aux vidanges complètes de Verbois (obstruction des organes d'évacuation des crues de Génissiat, dégradation des milieux naturels sensibles des Vieux-Rhône ou baisse du débit au droit de la centrale nucléaire de Bugey) et améliore la situation environnementale à l'amont de Génissiat (zone naturelle sensible de l'Étournal) ;
- Il est supportable en termes financiers, malgré des coûts globaux plus importants pour les exploitants ;
- Sa faisabilité technique est jugée bonne.

Finalement, ce nouveau mode de gestion sédimentaire doit être considéré comme à optimiser. Les retours d'expérience des opérations d'accompagnement des crues d'Arve et de l'abaissement partiel de 2016 permettront d'optimiser le mode de gestion proposé ci-dessous, et éventuellement d'augmenter la périodicité des opérations d'abaissement partiel de trois à quatre ans, en fonction de l'efficacité de déstockage sédimentaire constatée lors des premières opérations.

12 COMPATIBILITE DU SCENARIO DE GESTION SEDIMENTAIRE AVEC LE SDAGE ET LA DCE

Document de planification pour l'eau et les milieux aquatiques à l'échelle du bassin, le SDAGE Rhône-Méditerranée 2010-2015 est entré en vigueur le 17 décembre 2009. Il fixe pour une période de 6 ans les orientations fondamentales d'une gestion équilibrée de la ressource en eau et intègre les obligations définies par la directive européenne sur l'eau (DCE), ainsi que les orientations du Grenelle de l'environnement pour un bon état des eaux d'ici 2015.

Les actions prévues par masse d'eau sont rappelées ci-dessous.

| HR_06_01 Arve | |
|-----------------------------|---|
| Problème à traiter : | Gestion locale à instaurer ou développer |
| Mesures : | 1A10 Mettre en place un dispositif de gestion concertée |
| Problème à traiter : | Substances dangereuses hors pesticides |
| Mesures : | 5A32 Contrôler les conventions de raccordement, régulariser les autorisations de rejets 5A50 Optimiser ou changer les processus de fabrication pour limiter la pollution, traiter ou améliorer le traitement de la pollution résiduelle |
| Problème à traiter : | Dégradation morphologique |
| Mesures : | 3C14 Restaurer les habitats aquatiques en lit mineur et milieux lagunaires 3C16 Reconnecter les annexes aquatiques et milieux humides du lit majeur et restaurer leur espace fonctionnel 3C30 Réaliser un diagnostic du fonctionnement hydromorphologique du milieu et des altérations physiques et secteurs artificialisés 3C43 Etablir un plan de restauration et de gestion physique du cours d'eau |
| Problème à traiter : | Problème de transport sédimentaire |
| Mesures : | 3C09 Mettre en œuvre des modalités de gestion des ouvrages perturbant le transport solide 3C32 Réaliser un programme de recharge sédimentaire |
| Problème à traiter : | Altération de la continuité biologique |
| Mesures : | 3C13 Définir une stratégie de restauration de la continuité piscicole |
| Problème à traiter : | Déséquilibre quantitatif |
| Mesures : | 3C01 Adapter les prélèvements dans la ressource aux objectifs de débit 3C02 Définir des modalités de gestion du soutien d'étiage ou augmenter les débits réservés |
| HR_06_11 Pays de Gex, Leman | |
| Problème à traiter : | Gestion locale à instaurer ou développer |
| Mesures : | 3D16 Poursuivre ou mettre en œuvre un plan de gestion pluriannuel des zones humides |
| Problème à traiter : | Dégradation morphologique |
| Mesures : | 3C43 Etablir un plan de restauration et de gestion physique du cours d'eau 3C48 Mettre en œuvre des actions de restauration physique du plan d'eau |
| Problème à traiter : | Déséquilibre quantitatif |
| Mesures : | 3A10 Définir des objectifs de quantité (débits, niveaux piézométriques, volumes mobilisables) 3A32 Améliorer les équipements de prélèvements et de distribution et leur utilisation 5F28 Mettre en œuvre une solution de sécurisation de l'approvisionnement |

Les 8 orientations fondamentales du SDAGE et les compatibilités avec le projet sont listées ci-dessous. Chacune d'entre-elles est discutée dans la perspective du projet d'accompagnement des opérations de gestion sédimentaire de Verbois par la SFMCP.

1. Privilégier la prévention et les interventions à la source pour plus d'efficacité

L'Arve prend sa source dans les montagnes du massif du Mont-Blanc, en Haute-Savoie et conflue avec le Rhône en ville de Genève, après un parcours de 104 kilomètres, dont les 9 derniers kilomètres sont en territoire genevois. L'Arve est le principal contributeur au flux de sédiments du Rhône genevois. Le flux de MES entrant en territoire suisse est en moyenne de 700'000 m³/an. Des mesures de réduction de ces apports sédimentaires peuvent difficilement être envisagées sur le bassin versant de l'Arve. Par ailleurs, l'accompagnement des crues d'Arve (par augmentation du débit du Léman) est prévu par SIG et SFMCP afin de limiter l'accumulation dans les retenues ; ce mode de gestion n'apporte qu'une part marginal dans le déstockage sédimentaire de la retenue de Verbois.

2. Concrétiser la mise en œuvre du principe de non dégradation des milieux aquatiques

Une étude d'impacts a été introduite dans la procédure de demande d'autorisation pour des opérations de gestion sédimentaire à mener sur la période 2016-2026, permettant d'identifier les conséquences environnementales durant les opérations et à moyen terme. Les mesures d'accompagnement visant à les minimiser ou les compenser peuvent ainsi être mieux ciblées et renforcées.

3. Intégrer les dimensions sociales et économiques dans la mise en œuvre des objectifs environnementaux

Une évaluation multicritères des scénarii de gestion a été menée dans le cadre du comité technique franco-suisse sur la gestion sédimentaire du Rhône genevois et du Haut-Rhône français.

- La pratique des chasses répond avant tout à une préoccupation de sécurité pour certains quartiers à Genève (SIG) et la Plaine (SFMCP).
- La gestion sédimentaire fait partie intégrante de l'exploitation des ouvrages hydroélectriques du Haut-Rhône, depuis leur construction. Ces opérations participent à la pérennisation de la production d'une énergie renouvelable et locale.
- La période choisie pour les opérations d'abaissement des retenues résulte d'un compromis entre les intérêts de la navigation, de la pêche, de la nature, du tourisme, des exploitants du Rhône hors hydroélectricité, et de la disponibilité en eau

4. Renforcer la gestion locale de l'eau et assurer la cohérence entre aménagement du territoire et gestion de l'eau

La coordination franco-suisse a été renforcée entre les exploitants du Haut-Rhône et leurs autorités de tutelle. Par ailleurs, la procédure intègre une série de présentations devant les acteurs locaux, un dépôt des dossiers dans les mairies et se conclut par une enquête publique, permettant de confronter les usages et la cohérence en matière d'aménagement du territoire et de la gestion de la ressource eau.

5. Lutter contre les pollutions, en mettant la priorité sur les pollutions par les substances dangereuses et la protection de la santé

Une analyse de la qualité des matériaux qui seront remobilisés a été présentée dans les pages précédentes. Elle permet d'exclure un risque de pollution. Les opérations précédentes corroborent cette affirmation. Un suivi de différents paramètres physico-chimiques est mis en place durant les opérations.

La procédure d'abaissement des plans d'eau des retenues de Verbois et de Chancy-Pougny a été adaptée afin de contenir les taux de MES. Cette réduction des concentrations de MES constitue la réduction d'impact majeure proposée par SIG dans le cadre des opérations à mener sur la période 2016-2026.

6. Préserver et re-développer les fonctionnalités naturelles des bassins et des milieux aquatiques

- Transit sédimentaire (OF 6A) : La gestion sédimentaire de la retenue de Chancy-Pougny participe à la préservation d'un certain état d'équilibre. Le transit de matériaux plus grossier provenant de l'Allondon ou de la retenue de Verbois (après abaissement ou dragage) à travers la retenue abaissée peut contribuer à diminuer l'incision du lit à l'aval de l'ouvrage hydroélectrique.
- Préservation des zones humides (OF 6B) : différentes mesures concourent au maintien de l'eau dans les zones humides recensées, malgré l'effondrement du toit de la nappe d'accompagnement du Rhône. Dans les zones où cela n'est pas possible, des actions de sauvetage de la faune seront entreprises.
- Préservation des réservoirs biologiques (6C) : Afin de préserver les milieux annexes du Rhône, la plupart créés à des fins de compensation écologique, des actions seront entreprises. Elles viseront la séparation des eaux claires des eaux chargées en MES et le maintien des conditions propres à la vie (oxygène dissous, température....)

7. Atteindre l'équilibre quantitatif en améliorant le partage de la ressource en eau et en anticipant l'avenir

Le mode de gestion sédimentaire proposé permet un transfert complet des matériaux à travers la retenue, tout en garantissant des conditions de production et de sécurité suffisantes. Dans le cadre des opérations 2016-2026, la gestion de l'eau est coordonnée entre les exploitants (SIG, SFMCP et CNR) afin de fixer des débits minimaux et maximaux. Le remplissage des retenues s'effectuera par ailleurs de manière concomitante (partage de la ressource en eau) afin que les ouvrages de Verbois, Chancy-Pougny et Génissiat puissent reprendre leur fonctionnement en même temps.

8. Gérer les risques d'inondations en tenant compte du fonctionnement naturel des cours d'eau

Cette orientation du SDAGE constitue la motivation principale de la présente demande d'autorisation de procéder à des opérations de gestion sédimentaire sur le Rhône genevois et le Haut-Rhône. En effet, le comblement progressif des retenues de Verbois et de Chancy-Pougny, dont les courbes de remous remontent dans des zones habitées parfois très denses, provoque un rehaussement inéluctable des lignes d'eau à l'amont des ouvrages.

Selon notre lecture de ces actions sur chaque masse d'eau, aucune d'entre-elles n'est susceptible d'être remise en question par la tenue des opérations de gestion sédimentaire sur la période 2016-2026. En conclusion, **les mesures d'accompagnement par la SFMCP sont compatibles en divers points avec le SDAGE**. Elles le sont également au regard des objectifs des masses d'eau de la DCE aux horizons 2015 et 2021.

13 ANALYSE DES METHODES UTILISEES, DESCRIPTION DES DIFFICULTES RENCONTREES

13.1 Méthodes utilisées

13.1.1 Hydraulique fluviale

Les études de l'hydraulique et du transport solide se sont fondées sur des modèles mathématiques de cours d'eau (couplage hydraulique et transport solide). Les objectifs de ces études ont été principalement de proposer des protocoles d'abaissement adaptés et de déterminer les concentrations en MES libérées lors des opérations de dragage et d'abaissement partiel de la retenue de Verbois. Des modélisations 1D et 2D ont été réalisées par un mandataire spécialisé (bureau Aquavision). Les résultats obtenus lors des opérations précédentes ont permis de caler les modèles hydrauliques.

Les résultats obtenus par modélisation et les retours d'expérience des opérations précédentes nous confortent dans l'idée que les opérations à réaliser sur la période 2016-2026 peuvent être menées à bien dans le respect des contraintes environnementales fixées.

13.1.2 Milieu naturel

L'expertise écologique a été réalisée par des mandataires spécialisés (bureaux Ecosphère et Hydrosphère) et fait l'objet du tome 2 de cette étude d'impact. Les spécialistes environnementaux de SIG, qui connaissent bien la région et les impacts prévisionnels de telles opérations de gestion sédimentaire ont également collaboré à cette expertise.

L'inventaire de la flore est basé sur l'analyse des données bibliographiques transmises par le Conservatoire Botanique National Alpin (France) et Inter Flora (Suisse). Dans le cadre du dossier CNPN (espèces protégées), des visites du site ont ensuite été réalisées afin de préciser la carte des habitats sur certains secteurs non renseignés. 8 jours de terrain sont prévus principalement en mai et juin 2015. Tous les taxons de plantes vasculaires seront notés, une attention particulière sera portée aux espèces protégées.

Concernant la faune, les espèces décrites dans cet état initial sont des données analysées, issues de différents rapports et banques de données transmis par la CNR, SIG, Acer Campestre, la LPO 01 et 74, la FRAPNa, ECOTEC, le PNR du Haut-Jura, Asters, CSCF. Des sorties de terrain ont été réalisées pour l'analyse de la fonctionnalité des habitats, le repérage de traces et indices de mammifères et l'observation de la faune migratrice et hivernale.

Les principaux inventaires de terrain auront lieu en 2015, 6 jours sont prévus pour l'inventaire des oiseaux. L'accent sera mis sur les espèces ayant un lien direct ou indirect avec le Rhône (rousserolles, canards, ardéidés...). 3 jours sont dédiés aux mammifères terrestres, principalement au Castor. 6 jours sont dédiés aux amphibiens, principalement au Sonneur à ventre jaune, mais également aux autres amphibiens liés au fleuve Rhône. Des prospections diurnes et nocturnes sont prévues. 1 jour est dédié aux reptiles, pour la pose de plaques ainsi que pour des prospections ciblées. En ce qui concerne les insectes, les inventaires sont concentrés sur l'Agrion de Mercure, seule espèce protégée

susceptible d'être concernée par les impacts liés aux abaissements partiels du Rhône. Les autres taxons seront notés en parallèle. 1 jour étant dédié à ce groupe.

L'évaluation de l'impact environnementale est basée sur une méthodologie décrite dans le tome 2 de ce rapport.

13.2 Difficultés rencontrées

Le retour d'expérience des opérations précédentes permettent aux responsables de ce projet d'appréhender sans difficulté particulière les opérations de gestion sédimentaire sur la période 216-2026. La zone d'étude faisant l'objet de suivis (abiotiques et biologiques) réguliers, cette étude d'impact a été rédigée en disposant de suffisamment de données bibliographiques. Des campagnes d'inventaires sont prévues au courant de l'année 2015 dans le cadre du dossier CNPN (espèces protégées) pour affiner le diagnostic et les actions éventuelles de suivis et de réduction des impacts. La planification de ces inventaires est précisée dans le tome 2 de cette étude d'impact.

BIBLIOGRAPHIE

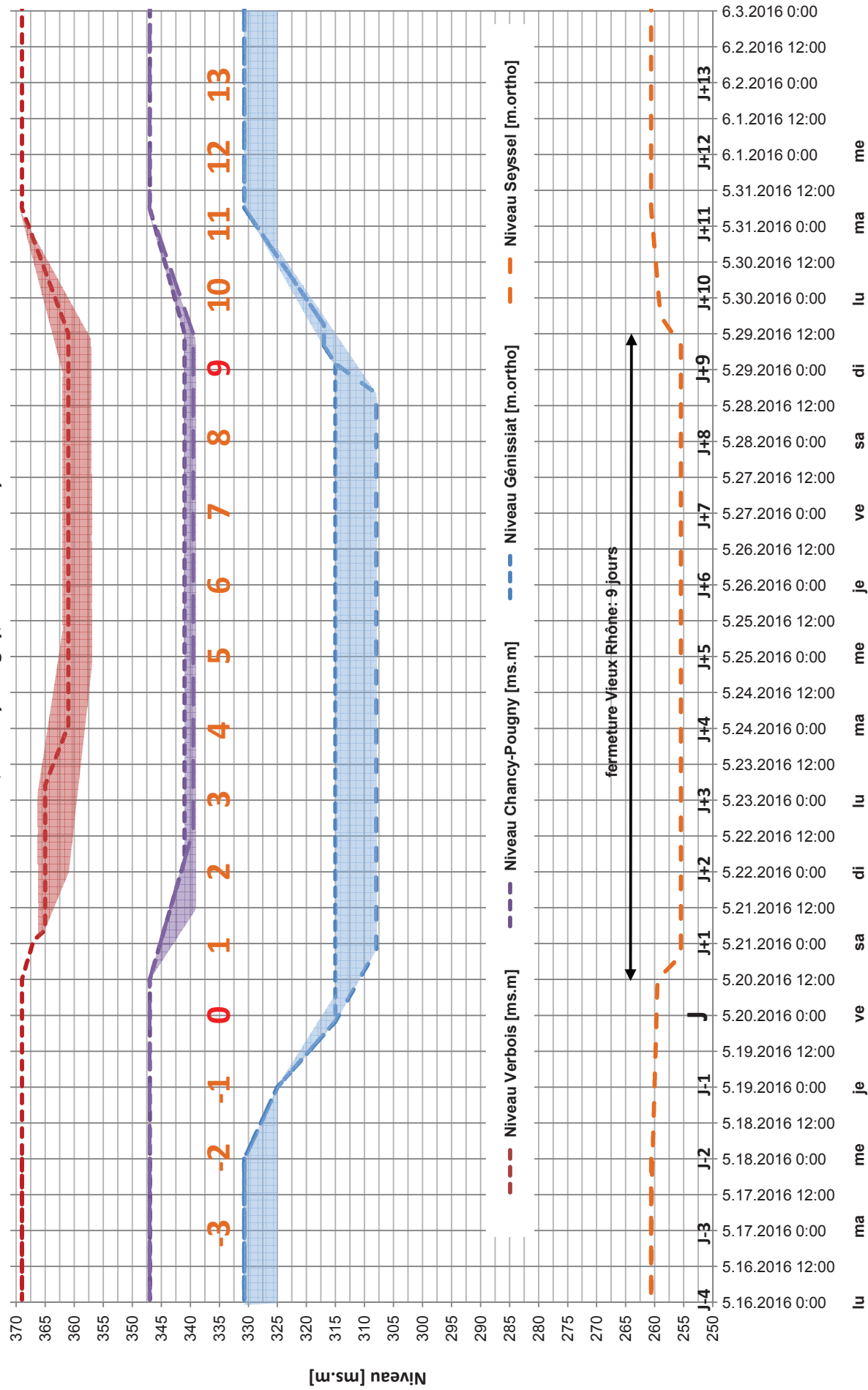
- Aquavision. (2006). Barrage de Verbois: Etude hydraulique et morphologique, tome I.
- Aquavision. (2009). Protocole de vidange 2010.
- Aquavision et SIG. (2015). Abaissement partiel mai 2016 - Résultats prévisionnels (déstockage et concentrations en MES), Présentation
- BRGM. (1997). Carte géologique de la France, feuille Saint-Julien-en-Genevois. BRGM.
- Caille, C. (2005). Etude hydrogéologique, zone humide de l'Etournel - anciennes gravières de Pougny, Rapport final.
- CCPG. (2009). Etude sur l'état des lieux qualitatif et quantitatif ainsi que de la vulnérabilité des différentes ressources en eau potable de la CCPG. Secteur Pougny. Étude 07-052/01d.
- CNR. (2009). Bilan bathymétriques des chasses précédentes, annexe 2 du dossier de demande d'autorisation pour une chasse en 2010.
- CNR. (2014). Comité technique franco-suisse sur la gestion sédimentaire du Rhône genevois et du Haut-Rhône français – Gestion sédimentaire du Haut-Rhône français
- CNR. (2014). Fiche d'incidence dragage détaillée - Fosse Amont du barrage de Génissiat
- CNR. (2015). Analyse des conditions favorables au transit des flux sédimentaires dans la retenue de Génissiat, Présentation.
- COHEN. (2008). Renaturation de la zone alluviale de Vers-Vaux en rive gauche du Rhône (GE). EPFL.
- CSD. (2005). Glissement des berges du Rhône.
- CSD. (2008). Glissements des berges du Rhône - Suivi annuel 2007 des mesures de déplacements.
- DGNP. (2009). Plan de gestion du Vallon de la Laire et de Vers-Vaux, ECOTEC Environnement. Genève.
- Donzeau, R. W. (1997). Carte géologique de Saint-Julien-en-Genevois. BRGM.
- EAWAG, BUWAL. (2005). Impact des rejets pluviaux urbains sur les milieux récepteurs
- ECOTEC. (1999). Etude d'impact sur l'Environnement, SFMCP. Genève.
- ECOTEC. (2009). Plan de gestion du Vallon de la Laire et de Vers-Vaux. Genève.
- FAPPMA. (2006). Fédération de l'Ain pour la pêche et la protection des milieux aquatiques.
- Forel, I. (2009). Echantillonnage et analyse de sédiments du réservoir de Verbois.
- Forel, I. (2010). Echantillonnage et analyse des sédiments du réservoir de Verbois, complément d'investigations.
- GEOS. (1995). Etude des glissements de terrain et de l'érosion du lit et des berges du Rhône à l'aval de l'aménagement de Chancy-Pougny, SFMCP. Genève.
- MAYSTRE D.H. & VERGAIN, J. (1992). Les dépôts glaciaires et proglaciaires dans la partie occidentale du bassin genevois: genèse et chronologie. *Eclogae Geologicae Helvetiae*, pp. 169-194.
- MeteoSuisse. (2015). MeteoSuisse Genève-Cointrin.
- OFEV. (2015). Données et base hydrologique: <http://www.hydrodaten.admin.ch/f/2174.htm>

- Perfetta, J. (2006, Décembre). Evolution de la macrofaune benthique du Rhône genevois (Genève-Suisse) de 1962 à 2002. Archives des Sciences , pp. 209-224.
- SECOE. (2008). Qualité des eaux du Rhône et de ses affluents, bilan 2008. Etat de Genève.
- SECOE, E. d. (2009). PCB dans les poissons des cours d'eau genevois.
- SFMCP. (2010). Barrage de Chancy-Pougny – Manœuvres d'accompagnement de la chasse de Verbois 2012
- Sidler D., D. S. (2006). Gestion des retenues genevoises: morphologie et monitoring. Archives des sciences , 173-184.
- SIG. (2003). Vidange des retenues de Verbois et Chancy-Pougny.
- SIG. (2014). Comité technique franco-suisse sur la gestion sédimentaire du Rhône genevois et du Haut-Rhône français – Evaluation des scénarios de gestion sédimentaire pour le Rhône genevois
- SIG. (2013). Vidange-chasse des retenues de Verbois et de Chancy-Pougny, Bilan des opérations 2012.
- SIG. (2010). Barrage de Verbois – Vidange & Chasse 2012 – Dossier de demande d'autorisation
- SIG et SFMCP. (2012). Vidange-chasse des retenues de Verbois et de Chancy-Pougny - Bilan des opérations 2012
- Sogreah. (2000). Etude des transports solides de l'Arve - Rapport d'étude, Syndicat mixte d'aménagement de l'Arve et de ses abords. Syndicat mixte d'aménagement de l'Arve et de ses abords.
- Soluval. (2010). Estimation du potentiel écotoxique des sédiments de la retenue de Verbois.
- Tullen, P. (2002). Thèse de doctorat EPFL.

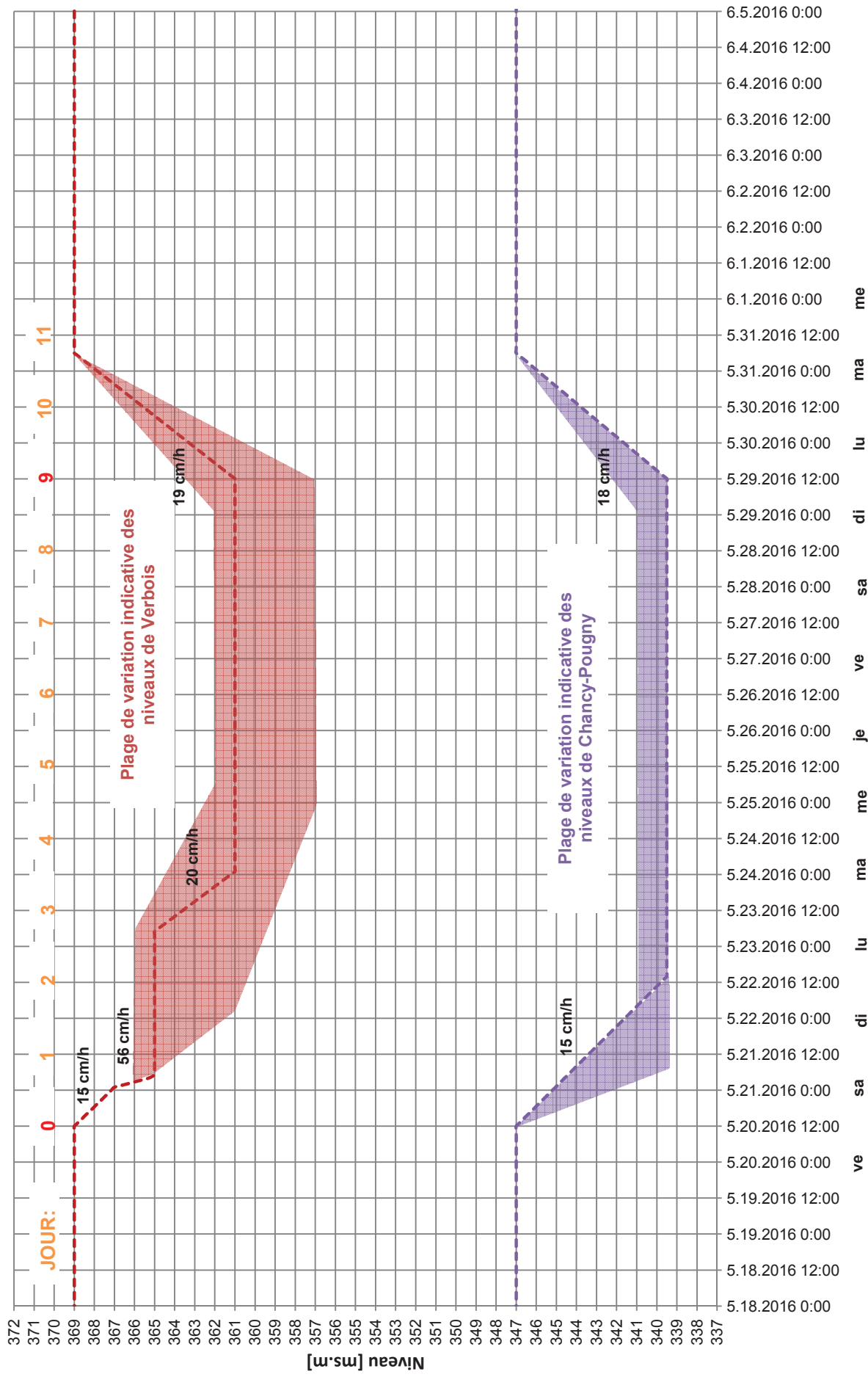
ANNEXES

- Protocoles d'abaissement des retenues de Verbois, Chancy-Pougny et Génissiat
- Evolution des débits maximaux au cours des opérations d'abaissement des retenues
- Protocoles d'abaissement des retenues de Verbois, Chancy-Pougny et Génissiat, cas d'un report maximal de 7 jours
- Evolution du niveau du lac Léman au cours des opérations d'abaissement des retenues
- Evolution des concentrations prévisionnelles en MES à Pougny au cours des opérations d'abaissement des retenues

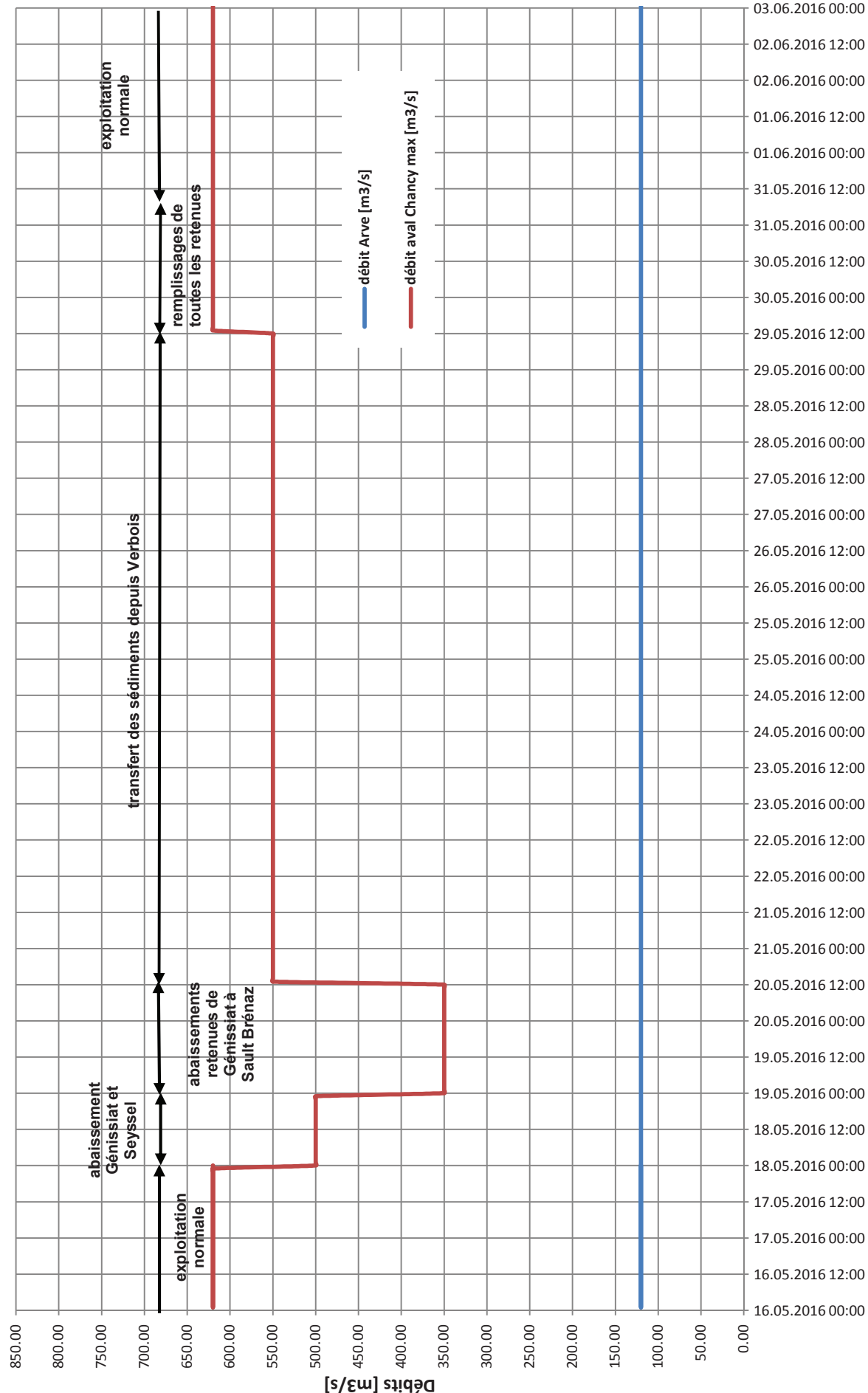
Abaissements partiels 2016-2026 : Evolution prévisionnelle des niveaux des retenues de Verbois, Chancy-Pougny, Génissiat et Seyssel



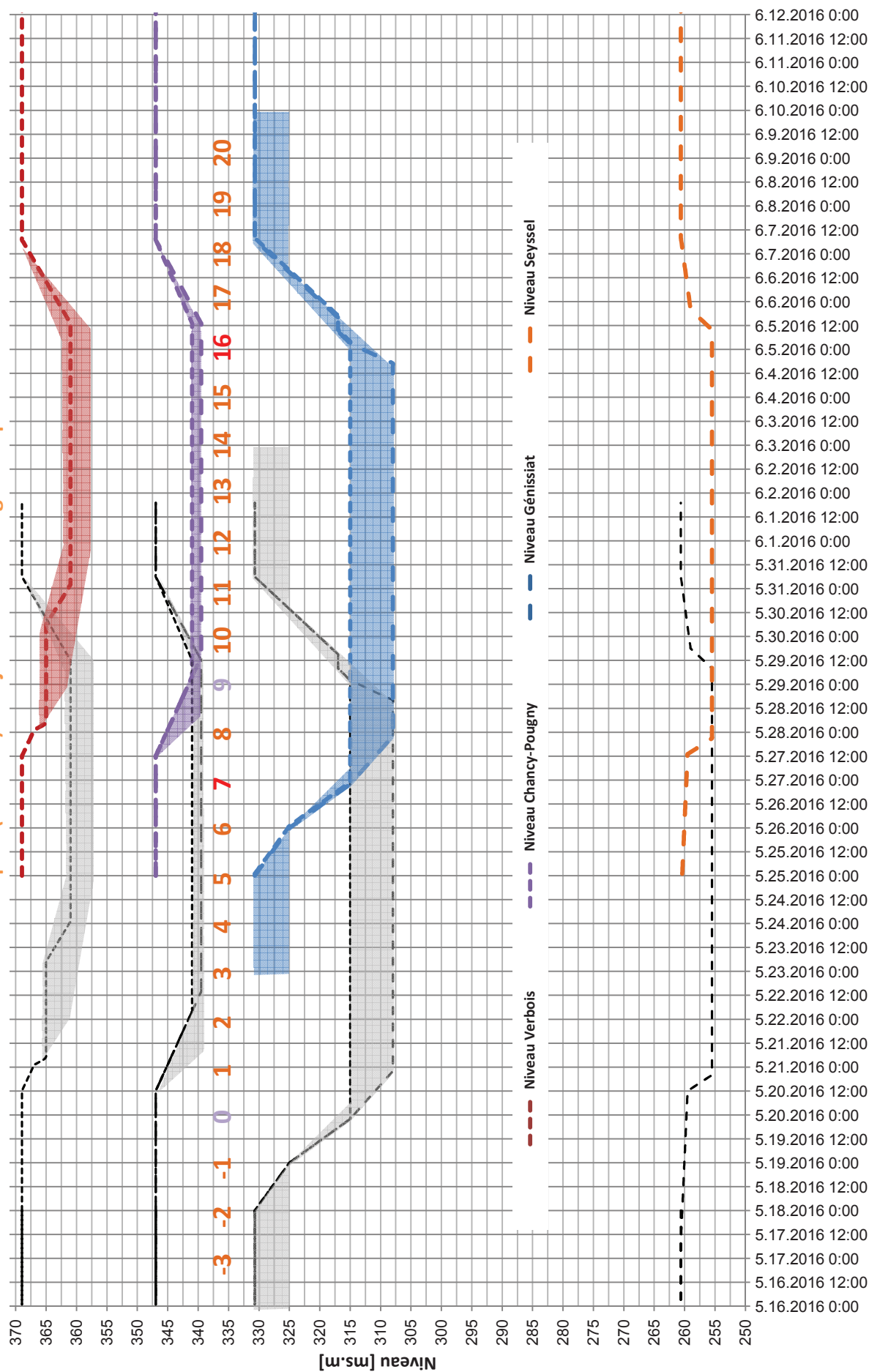
Abaissements partiels 2016-2026 de la retenue de Verbois: Plages d'évolution des niveaux d'eau



Abaisssement partiel mai 2016-2026: Débits maximum en aval de Chancy-Pougny

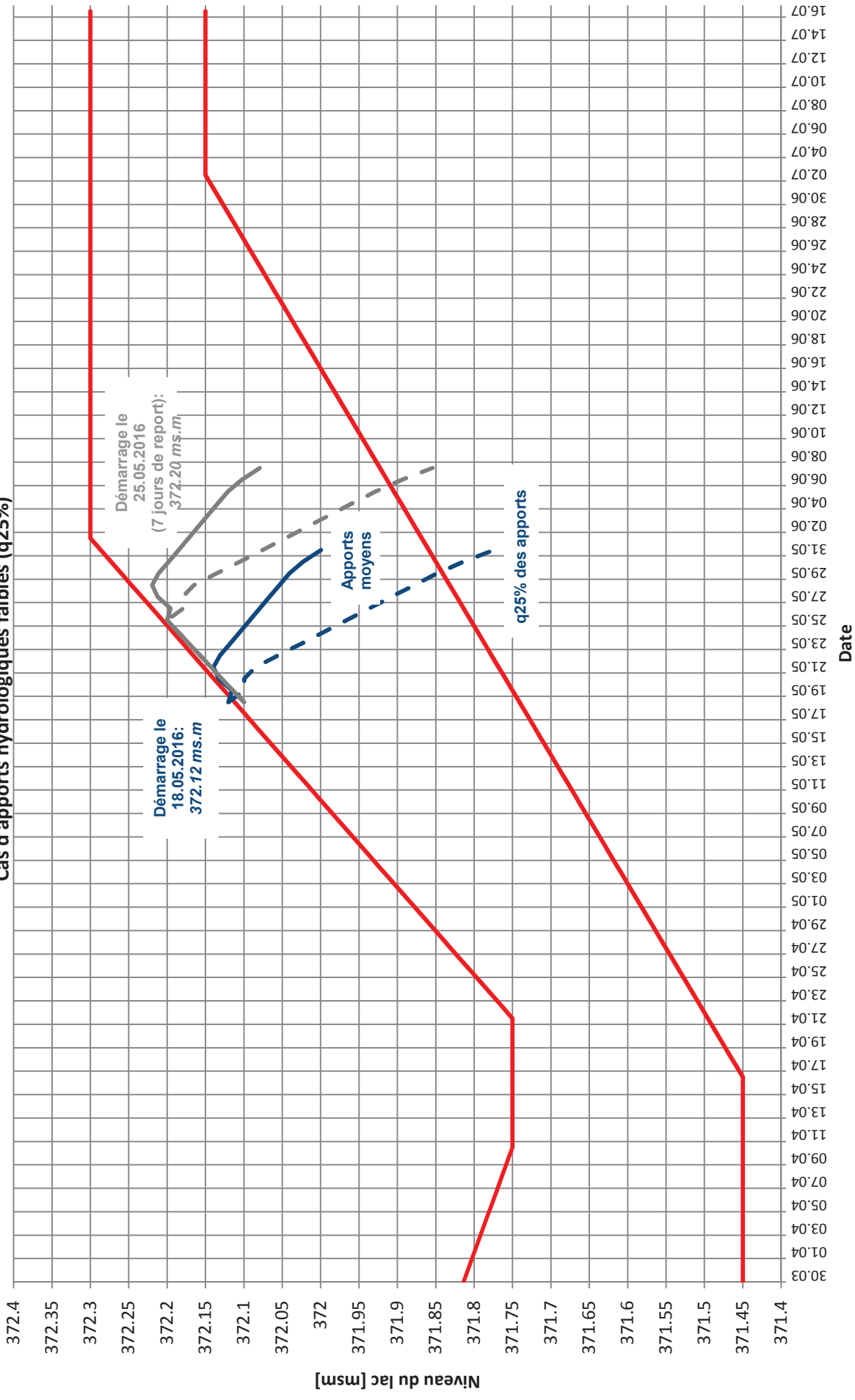


Abaissements partiels 2016-2026 : Evolution prévisionnelle des niveaux des retenues
Cas d'un report (maximal) de 7 jours du démarrage des opérations

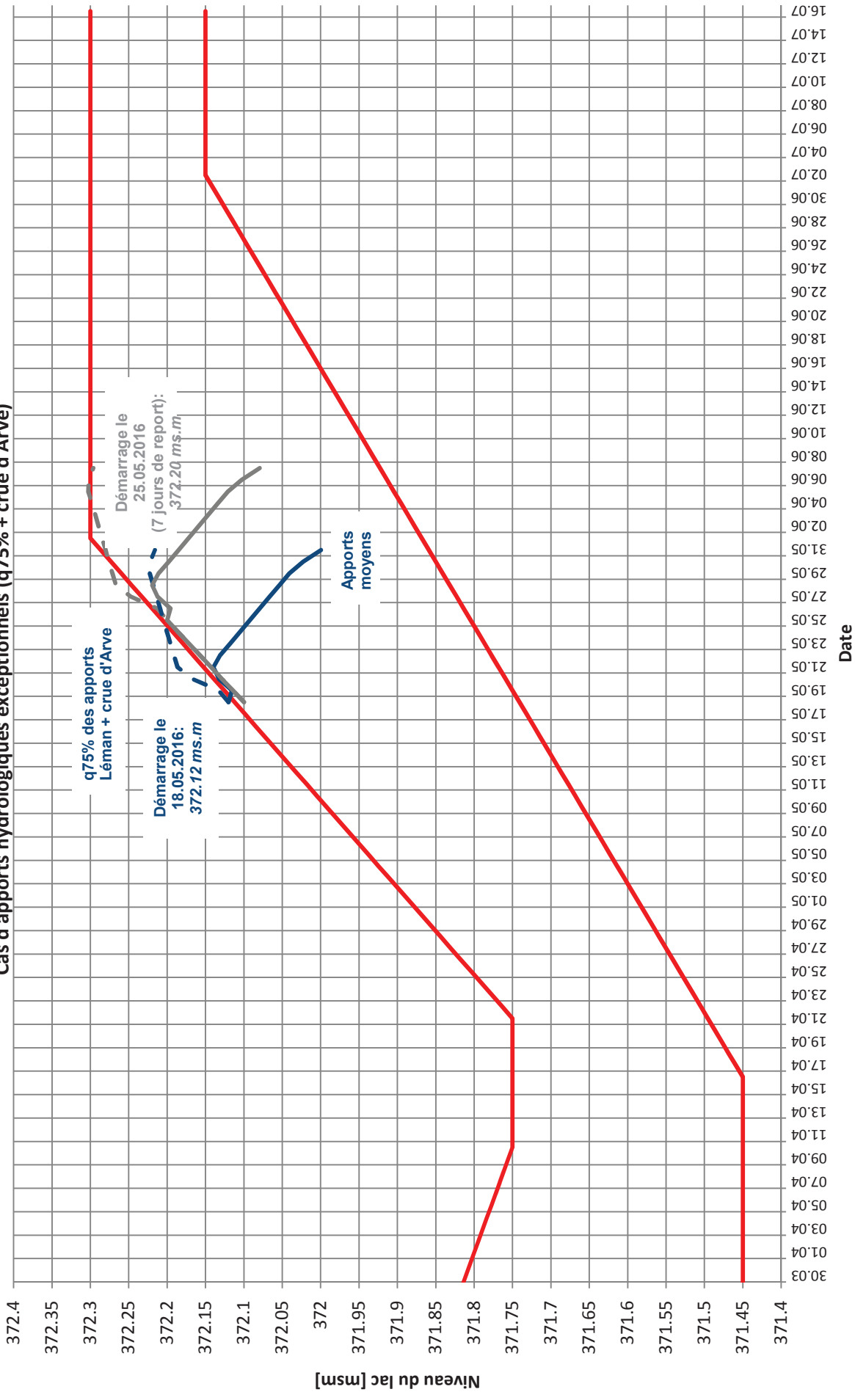


Evolution prévisionnelle du niveau du Léman lors des opérations 2016-2026

Cas d'apports hydrologiques faibles (q25%)



Evolution prévisionnelle du niveau du Léman lors des opérations 2016-2026
 Cas d'apports hydrologiques exceptionnels (q75% + crue d'Arve)



Opérations 2016-2026: Evolution prévisionnelle des concentrations en MES en aval de Verbois et Chancy-Pougny

