

# **Nouvelle gestion sédimentaire du Rhône genevois et du Haut-Rhône français**



*La confluence du Rhône et de l'Arve, à Genève*



*Le Vieux-Rhône de Chautagne*

**Comité technique franco-suisse**

**Rapport de synthèse**

**20 octobre 2014**

## Préambule

Les autorités suisse et française ont décidé de créer un groupe de travail chargé d'examiner la gestion des sédiments à partir des modalités d'exploitation des différents ouvrages situés sur le linéaire du Rhône, de l'aménagement suisse de Verbois à celui français de Sault-Brénaz. Ce groupe de travail était notamment chargé d'évaluer les alternatives aux opérations de vidanges-chasses hydrauliques telles qu'elles se déroulent 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 devaient notamment être pris en compte.

Ce groupe de travail était composé des organismes suivants :

- Pour la partie française : la direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement de Rhône-Alpes, la direction départementale des territoires de l'Ain, l'Office national de l'eau et des milieux aquatiques, la Compagnie nationale du Rhône, la société des forces motrices de Chancy-Pougny.
- Pour la partie suisse : la direction générale de la Direction générale de l'eau de l'État de Genève, la Direction générale de la nature et du paysage de l'État de Genève, l'Office fédéral de l'énergie, les Services industriels de Genève, la société des forces motrices de Chancy-Pougny.

Ce groupe de travail a été co-présidé par le Directeur Régional de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement de Rhône-Alpes ou son représentant ainsi que le Directeur général de la Direction générale de l'eau de l'État de Genève ou son représentant.

Il s'est réuni de janvier 2013 à juillet 2014.

Les conclusions de ce groupe de travail sont présentées dans le présent rapport.

## Table des matières

Préambule .....	2
1 Introduction .....	5
2 Cadre législatif et réglementaire .....	6
2.1 Cadre législatif et réglementaire suisse .....	6
2.2 Cadre législatif et réglementaire français .....	6
2.3 Cadre législatif et réglementaire international .....	7
3 Rappel des enjeux et objectifs du transit sédimentaire .....	8
3.1 Rappels sur le transit sédimentaire du Haut-Rhône .....	8
3.2 Synthèse historique des vidanges-chasses .....	9
3.3 Exposition de la ville de Genève aux inondations .....	12
3.4 Synthèse des enjeux liés au transit sédimentaire .....	12
3.5 Objectifs-cadres de la gestion sédimentaire .....	13
4 Présentation des scénarios .....	14
4.1 Scénario V3 : Vidanges complètes triennales .....	14
4.2 Scénarios V5 ou V10 : Vidanges complètes quinquennales ou décennales .....	15
4.3 Scénario AC : Abaissements lors des crues d'Arve .....	15
4.4 Scénario C : Accompagnement des crues d'Arve .....	17
4.5 Scénario A1 : Abaissements partiels annuels avec gestion coordonnée des taux de MES .....	17
4.6 Scénario A3 : Abaissements partiels biennaux à triennaux, gestion coordonnée taux MES .....	18
4.7 Scénario M : Gestion mixte .....	19
4.8 Scénario D : Dragage continu .....	19
4.9 Scénario P : Gestion passive .....	20
4.10 Synthèse sur les concentrations en MES maximales .....	22
5 Méthodologie utilisée pour l'évaluation des scénarios .....	23
5.1 Découpage du Rhône .....	23
5.2 Évaluation environnementale .....	23
5.3 Évaluation économique coûts directs .....	24
5.4 Évaluation économique pour les tiers .....	24
5.5 Évaluation des risques induits .....	24
5.6 Évaluation de la faisabilité technique .....	24
6 Évaluation des modes de gestion sédimentaire .....	25
6.1 Scénario V3 : Vidanges complètes triennales .....	25
6.2 Scénario V5-V10 : Vidanges complètes quinquennales et décennales .....	26
6.3 Scénario AC: Abaissement lors des crues d'Arve .....	27
6.4 Scénario C : Accompagnements des crues d'Arve .....	28
6.5 Scénario A1 : Abaissements partiels annuels .....	29
6.6 Scénario A3 : Abaissements partiels biennaux à triennaux .....	30

6.7	Scénario M : Gestion mixte .....	31
6.8	Scénario D : Dragage continu .....	32
6.9	Scénario P : Gestion passive .....	33
7	Analyse de la période de réalisation des opérations de gestion sédimentaire .....	35
7.1	Aspects écologiques.....	35
7.2	Aspects hydrologiques .....	35
8	Position commune des exploitants .....	37

# 1 Introduction

L'Arve transporte environ 700 000 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/an. Le volume de sédiments accumulés (hors période de chasse) annuellement dans Génissiat est compris entre 50 000 et 150 000 m<sup>3</sup>/an.

Un comblement trop important de la retenue de Verbois entrainerait 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 entrainerait 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.

Les différents concessionnaires ont produit des rapports sectoriels séparés à destination du COTECH. Le présent document se propose de synthétiser l'évaluation de différents modes de gestion sédimentaire entre Genève et Lyon. Cette évaluation prend en compte des critères environnementaux, sociaux, économiques, de faisabilité technique et de maîtrise des risques.

## **2 Cadre législatif et réglementaire**

### **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 pluriannuel. Le SDAGE Rhône-Méditerranée préconise une gestion durable des plans d'eau et la formalisation de « plans de gestion pluriannuel » 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, en tant que de besoin, 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.

### 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.

### 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.

### 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 vidange-chasses de 2012 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 sédimentaire**

#### **3.1 Rappels sur le transit sédimentaire du Haut-Rhône**

##### 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 m<sup>3</sup>/an. Le comblement moyen annuel de la retenue de Verbois est estimé à 360'000 m<sup>3</sup>/an ; celui de la retenue de Chancy-Pougny est évalué à 20'000 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/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.

##### 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

### 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 une quinzaine d'années jusqu'à l'atteinte d'un équilibre dynamique morphologique situé à un niveau de comblement de 8.5 Mm<sup>3</sup> 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 Mm<sup>3</sup>. 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 m<sup>3</sup>/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 en fin juin-début juillet jusqu'en 1989, puis en 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.

A l'heure actuelle, la qualité des sédiments du Rhône genevois est bonne, comme l'indiquent les mesures 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.

## 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 39Mm<sup>3</sup> 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 vidange–chasses triennales historiquement mis en place a permis de limiter le comblement de la retenue aux environs de 3.5 Mm<sup>3</sup> 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 Mm<sup>3</sup> 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 synthétisés au chapitre 6.9.

En l'état actuel des connaissances, il semble possible de pouvoir garantir un niveau de protection adéquat pour un comblement allant jusqu'à environ 5 Mm<sup>3</sup>. Les scénarios développés dans ce rapport ont donc pour objectif de garantir au moins ce niveau de sécurité. 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

#### 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).

#### 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 SIFAGE 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 transporté 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 m<sup>3</sup>/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 Présentation des scénarios

### 4.1 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 remobilisées). 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 m<sup>3</sup>/s) de 48 heures. L'objectif d'une vidange complète triennale est de déstocker environ 1 Mm<sup>3</sup> 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.

Cependant, malgré ces mesures, des risques de dysfonctionnement lors de l'accompagnement de la vidange complète de Verbois demeurent. Ils sont susceptibles de provoquer une obstruction des organes d'évacuation des crues du barrage de Génissiat (suite à une déstabilisation des dépôts en amont du barrage ou à une déposition massive de sédiments pour maintenir les 5 g/l à Seyssel) et/ou une dégradation des milieux naturels sensibles des Vieux-Rhône (suite à la perte de maîtrise des taux de MES à Seyssel et l'ouverture des Vieux Rhône). L'expérience des chasses de 2000 et 2012 montre qu'il est possible de faire sédimenter une partie des alluvions en amont de Seyssel, en réduisant fortement le débit sortant de Génissiat (100 m<sup>3</sup>/s). Mais cette pratique (qui permet de préserver les Vieux-Rhône) conduit à réduire le débit au droit de la centrale nucléaire du Bugey, dont le bon fonctionnement des systèmes de refroidissement devient incompatible avec un débit du Rhône

inférieur à 150 m<sup>3</sup>/s. En cas de réduction du débit sortant de Génissiat, un engravement de la retenue peut apparaître. Ce risque d'engravement est d'autant plus marqué que la date de la précédente vidange des aménagements amont est éloignée (volumes arrivant dans Génissiat très importants).

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).

## **4.2 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 Mm<sup>3</sup>, 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 Mm<sup>3</sup> de sédiments. Pour une fréquence décennale, il faut déstocker le double, soit environ 3.5 Mm<sup>3</sup>. Le déstockage de telles quantités de sédiments en une seule opération, rend la maîtrise des concentrations en MES difficile ; 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 m<sup>3</sup>/an à Verbois, environ 50 000 m<sup>3</sup>/an à Génissiat). Une réduction de la fréquence des opérations de vidanges 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).

## **4.3 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 crues d'Arve sont également

accompagnées par le Léman afin d'augmenter les vitesses d'écoulement (voir scénario C présenté ci-après). Les opérations ne peuvent ainsi pas être programmées.

Selon une modélisation numérique, des abaissements de 2 m à Verbois lors des crues d'Arve mènent à un état de comblement à l'équilibre après 50 ans situé à 7 Mm<sup>3</sup> (contre 8.5 Mm<sup>3</sup> dans le cas d'une gestion passive). Des abaissements à des amplitudes si faibles ne permettent pas d'assurer la sécurité de la ville de Genève. Le scénario AC nécessite donc un abaissement du plan d'eau aux barrages de Verbois et de Chancy-Pougny entre 2 et 6 m pendant la durée de la crue. Les eaux chargées en MES seront transférées à travers les retenues à des vitesses et contraintes d'écoulement supérieures aux valeurs actuelles, minimisant ainsi les dépôts dans les retenues. Ces abaissements se feraient de manière non programmée. L'objectif est de déstocker la quantité accumulée durant l'année, soit environ 360'000 m<sup>3</sup>.

### Sur le Haut-Rhône français

Ce scénario consisterait à profiter des crues du Rhône (débit supérieur à 620 m<sup>3</sup>/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.

La baisse préliminaire du plan d'eau nécessiterait une journée pour atteindre une cote suffisamment basse (315 m ortho ou inférieure), qui devrait être maintenue pendant toute la durée de la crue. Il est nécessaire que le débit reste soutenu pendant 3 à 5 jours pour que cette gestion soit efficace. Il est à noter qu'un abaissement inférieur à la cote 320 m ortho de la retenue de Génissiat nécessite l'arrêt de la production d'électricité à cause de l'apparition du phénomène de cavitation qui ne permet plus le fonctionnement des turbines. Ce mode de gestion induirait donc une perte de production sur la durée de la crue mais également pendant les phases d'abaissement préalable et de remplissage post-opération.

Les principales contraintes à des opérations d'abaissements non programmés 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 sur-débites 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.



## 4.4 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 m<sup>3</sup>/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 inférieur à 620 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup> 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.

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

### Sur le Rhône genevois

Le contexte réglementaire est similaire à celui des chasses avec vidange complète, puisque les ouvrages de Verbois et Chancy-Pougny doivent s'écarter de leurs consignes courantes d'exploitation. Etant donné la complexité de ces procédures et des moyens mis en œuvre dans le cadre de l'accompagnement de ces manœuvres, un transit sédimentaire minimal (360'000 m<sup>3</sup>, soit l'accumulation dans la retenue de Verbois sur une année moyenne par exemple) doit être atteint.

Les modèles ont calculé qu'un abaissement d'environ 4 m à Verbois pendant 8 jours avec l'injection d'un débit de 500 m<sup>3</sup>/s permettrait de déstocker 400'000 m<sup>3</sup>. 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.

Il faut noter que les exploitants ne disposent pas de retour d'expérience pour ce type de protocole. L'amplitude d'un abaissement annuel dépendra du déstockage sédimentaire atteint lors des premières opérations.

### 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 m<sup>3</sup>/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.

#### **4.6 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 terme, un abaissement complet du plan d'eau. Des abaissements partiels des retenues de Verbois et de Chancy-Pougny 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 : la retenue de Verbois est remontée progressivement en cas de dépassement des concentrations de MES fixées. Un débit de 500 à 600 m<sup>3</sup>/s est injecté grâce au lac Léman pendant toute la durée de l'opération pour assurer des contraintes d'entraînement des sédiments suffisantes. 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 abaissements partiels est fixée à 2 ans au minimum. Les modélisations hydrauliques montrent la possibilité d'effectuer des abaissements 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 Mm<sup>3</sup> (il est situé entre 3 et 4 Mm<sup>3</sup> 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 en ville de Genève.

#### 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'abaissements annuels) mais les concentrations en sédiments relarguées sont plus importantes, tout en restant compatible avec la consigne actuelle de MES au pont de Seyssel en période de chasses.

### **4.7 Scénario M : Gestion mixte**

#### 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 abaissements partiels triennaux (fréquence maximale) des retenues de Verbois et 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 abaissements 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

Comme pour les scénarios A1 et A3, ce mode de gestion permet de largement réduire les risques de dysfonctionnement en aval de Génissiat. Ce scénario 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.

### **4.8 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 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/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).

## **4.9 Scénario P : Gestion passive**

### Sur le Rhône genevois

Ce scénario prévoit que les retenues de Verbois et de Chancy-Pougny se comblent 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 sureté 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 m<sup>3</sup>/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).

#### 4.10 Synthèse sur les concentrations en MES maximales

Les concentrations en MES et les déstockages sédimentaires prévisionnels en aval de Chancy-Pouigny 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 <sup>3</sup> /3 ans
V5	Vidange complète	quinquennale	30-35 g/l	1 800 000 m <sup>3</sup> /5 ans
V10	Vidange complète	décennale	> 40 g/l	3 600 000 m <sup>3</sup> /10 ans
AC	Abaissements non programmés en crue	Aléatoire	< 10 g/l	Aléatoire objectif : 360'000 m <sup>3</sup> /an
C*	Accompagnement des crues d'Arve	aléatoire	< 1-2 g/l	max : 50'000 m <sup>3</sup> /an
A1	Abaissement partiel programmé	annuelle	15 g/l, respect des normes françaises	360 000 m <sup>3</sup>
A3	Abaissement partiel programmé	biennale à triennale	15 g/l, respect des normes françaises	1 100 000 m <sup>3</sup> /3 ans
M	Gestion mixte	triennale	15 g/l, respect des normes françaises	1 100 000 m <sup>3</sup> /3 ans
D	Dragage continu	en continu	0.5 à 2 g/l	360 000 m <sup>3</sup> /an,
P	Gestion passive	-	-	-

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 <sup>3</sup> /3 ans
V5	Accompagnement des vidanges + dragage	quinquennale	15 g/l, respect des normes françaises	2 500 000 m <sup>3</sup> /5 ans
V10	Accompagnement des vidanges + dragage	décennale	15 g/l, respect des normes françaises	5 000 000 m <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup> /an
A1	Transfert + dragage	annuelle	15 g/l, respect des normes françaises	500 000 m <sup>3</sup> /an
A3	Transfert + dragage	biennale à triennale	15 g/l, respect des normes françaises	1 500 000 m <sup>3</sup> /3 ans
M	Transfert + dragage + accompagnement crues	triennale	15 g/l, respect des normes françaises	1 500 000 m <sup>3</sup> /3 ans
D	Dragage continu	en continu	0.5 à 1 g/l	500 000 m <sup>3</sup> /an,
P	Dragage continu	en continu	0.5 à 1 g/l	500 000 m <sup>3</sup> /an,

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 m<sup>3</sup>.

## 5 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 se décompose 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).

### 5.1 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).

### 5.2 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.

### **5.3 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.

### **5.4 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.

### **5.5 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.

### **5.6 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.



## 6 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
	<i>mai</i>	<i>mai</i>	<i>mai</i>	<i>aléa.</i>	<i>aléa.</i>	<i>mai</i>	<i>oct.</i>	<i>mai</i>	<i>oct.</i>	<i>mai</i>	<i>oct.</i>	<i>conti- nu</i>	-
Environnement	CH	orange	orange	orange	orange	orange	orange	orange	orange	orange	orange	orange	orange
	F	orange	orange	orange	orange	orange	orange	orange	orange	orange	orange	orange	orange
Hausse du coût pour les exploitants	CH	orange	orange	orange	orange	orange	orange	orange	orange	orange	orange	orange	orange
	F	orange	orange	orange	orange	orange	orange	orange	orange	orange	orange	orange	orange
Impacts sur les tiers	CH	orange	orange	orange	orange	orange	orange	orange	orange	orange	orange	orange	orange
	F	orange	orange	orange	orange	orange	orange	orange	orange	orange	orange	orange	orange
Risques	CH	orange	orange	orange	orange	orange	orange	orange	orange	orange	orange	orange	orange
	F	orange	orange	orange	orange	orange	orange	orange	orange	orange	orange	orange	orange
Difficulté technique	CH	orange	orange	orange	orange	orange	orange	orange	orange	orange	orange	orange	orange
	F	orange	orange	orange	orange	orange	orange	orange	orange	orange	orange	orange	orange

Sensibilité du scénario :

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

### 6.1 Scénario V3 : Vidanges complètes triennales

#### Sur le Rhône genevois

Les vidanges complètes des retenues de Verbois et de Chancy-Pougny engendrent un impact important sur l'environnement. Elles entraînent la déconnexion des milieux annexes et l'assèchement des berges, des hauts-fonds et des roselières. Les oiseaux nicheurs aquatiques et leurs nichées sont principalement impactés dans les retenues de Verbois et de Chancy du fait de l'abaissement des lignes d'eau et de l'exposition à la prédation. Au niveau des zones lotiques, les niveaux ne varient pas mais les eaux sont chargées en MES pouvant provoquer des asphyxies des poissons n'ayant pas réussi à gagner les zones refuges des rivières annexes. En particulier, le Rhône en amont de Génissiat subit des concentrations en MES très importantes. Un avantage des vidanges complètes est de favoriser le charriage d'éléments grossiers et de limiter la durée des opérations.

Le choix de la période des opérations constitue un enjeu important. Sur le Rhône genevois l'impact est fort en mai/juin ; il peut être réduit au mois de septembre ou en octobre, notamment pour les oiseaux et les castors mais également pour les espèces piscicoles lenticques dont la reproduction est impactée en mai. Le choix de la période doit cependant également être fixé en fonction des critères hydrologiques (voir chapitre 7.2).

Ce mode de gestion est bien accepté par les industriels du Rhône genevois car ils profitent de l'opération (5 jours) pour maintenir leurs installations. Le maintien du gabarit hydraulique des retenues de Verbois et Chancy-Pougny permet de contrôler le risque d'inondation en ville de Genève et dans la retenue de Chancy.

Pour les exploitants hydroélectriques (ouvrages de Verbois et Chancy-Pougny), le coût des opérations de vidanges complètes triennales est estimé à 0.6 MCHF/an.

#### Sur le Haut-Rhône français

Bien que les 9 opérations menées depuis 1981 n'aient pas révélé d'impacts significatifs sur l'environnement en aval de Génissiat, l'accompagnement des vidanges complètes du barrage de Verbois présente des risques de dysfonctionnement susceptibles d'induire :

- un dépassement des taux de MES prescrits à Seyssel, très dommageable pour la faune aquatique en aval de Génissiat ;
- l'ouverture des barrages de Motz et de Lavours malgré des concentrations en MES supérieures aux taux contractuels, remettant en cause la préservation des milieux naturels sensibles des Vieux-Rhône ;
- un débit du Rhône inférieur à 150 m<sup>3</sup>/s au droit de la centrale nucléaire de Bugey, posant des problèmes de fonctionnement du système de refroidissement des réacteurs ;
- un engravement massif de la retenue de Génissiat comme observé lors des opérations de 2012.

Le coût de ces opérations est estimé à 3 millions d'euro par an pour CNR. Ce scénario ne présente pas suffisamment de garantie en termes de maîtrise des risques.

## **6.2 Scénario V5-V10 : Vidanges complètes quinquennales et décennales**

#### Sur le Rhône genevois

Le retour d'expérience de la vidange-chasse 2012 (vidange complète après 9 années de comblement) montre que le déstockage de quantités importantes de sédiments est techniquement possible (sédiments peu cohésifs).

Les impacts sur l'environnement sont similaires à une vidange triennale au niveau des milieux annexes des retenues de Verbois et de Chancy-Pougny. Les taux de MES sont très élevés pour les vidanges décennales compromettant la survie de la faune piscicole. L'intérêt des vidanges complètes est de favoriser le charriage d'éléments grossiers et de limiter la durée des opérations. Les vidanges complètes décennales conduisent à des taux de MES maximaux supérieurs à 40 voire 45 g/l. Dans le cas d'opérations tous les 5 ans, les taux de MES maximaux seraient situés entre 30 et 35 g/l.

Dans le cas du scénario V5, le niveau de comblement de la retenue de Verbois se situerait (entre deux opérations) entre 3 et 4.7 Mm<sup>3</sup>, tandis que dans le cas du scénario V10, il se situerait entre 3 et 6 Mm<sup>3</sup>. Au cours des 3 années précédant une vidange décennale, SIG estime que le niveau de comblement de la retenue de Verbois ne permet pas de maîtriser suffisamment l'exhaussement des lignes d'eau en ville de Genève.

Du point de vue financier, ce mode de gestion est positif pour les industriels genevois et exploitants hydroélectriques, car il permet de réduire les pertes de production par rapport au scénario de gestion de référence (V3). Le coût des scénarios V5 et V10 sont respectivement de 0.4 MCHF et 0.22 MCHF/an.

#### Sur le Haut-Rhône français

Ces scénarios présentent les mêmes facteurs de risque que le scénario V3 (vidanges complètes triennales). Ces risques sont cependant accrus du fait de l'allongement de la durée des opérations.

Leur impact sur la faune aquatique au niveau du tronçon compris entre la frontière franco-suisse et le barrage de Génissiat sera amplifié en raison de l'augmentation des concentrations en MES provenant de la vidange de Verbois et de l'allongement de la durée de la vidange. En aval de Génissiat, les

scénarios V5 et V10 accroissent les risques de dommages environnementaux sur les Vieux-Rhône, du fait de leur fermeture nécessaire pendant 17 j pour une vidange quinquennale et 33 j pour une vidange décennale (contre 10 jours pour le scénario V3). Ces durées de fermeture des Vieux-Rhône ne sont pas compatibles avec la capacité de résilience des écosystèmes. La réduction de la fréquence des opérations ne permet pas de compenser le renforcement des incidences environnementales.

Les concentrations en MES bien plus fortes que pour une vidange complète triennale du barrage de Verbois imposent une dilution plus importante au niveau du barrage de Génissiat. Cela accroît le risque de dépassement des consignes en MES à la station de Seyssel et par conséquent l'arrêt des opérations d'accompagnement et un stockage massif des sédiments dans la retenue de Génissiat. Ce cas de figure a été observé en 2012 avec une vidange complète de Verbois survenant après 9 ans d'interruption.

Le coût de ces opérations est estimé à 2 millions d'euros par an pour CNR pour le scénario V5 et 1 million d'euros par an pour le scénario V10.

Ces scénarios ne présentent pas suffisamment de garantie en termes de maîtrise des risques.

### **6.3 Scénario AC: Abaissement lors des crues d'Arve**

#### Sur le Rhône genevois

Le scénario AC prévoit des abaissements non programmés (amplitude de 2 à 6 m) qui entraîneraient de manière régulière la déconnexion des plans d'eau annexes le long de la retenue de Verbois et de Chancy-Pougny mais pour de relativement courtes durées. Les lagunes qui ont une bonne capacité de rétention d'eau ne seraient pas ou très peu affectées, par contre l'alimentation de certains aménagements (Bief de Tabary) serait régulièrement interrompue, sans possibilité d'envisager des sauvetages préalables. La répétition des abaissements et déconnexions pourrait avoir un impact important sur le long terme sur certaines populations de poissons des retenues.

Les impacts environnementaux seront importants pour les milieux à l'amont des retenues, selon la période d'abaissement du plan d'eau, l'amplitude de l'abaissement et la fréquence des opérations. Des abaissements printaniers auront des impacts sur l'avifaune nicheuse et les castors, ainsi que sur la reproduction des espèces piscicoles lenticques présentes dans les herbiers et les roselières.

Les concentrations en MES seraient faibles (entre 2 et 6 g/l) et peu dommageables pour la faune piscicole mais en cas de fréquences trop élevées des débits et pointes de crues, une modification des milieux lotiques pourrait être induite avec des conséquences pour la faune piscicole et la macrofaune par rapport à la situation actuelle.

Certains glissements de berges sont sensibles à de variations rapides du niveau du plan d'eau. Des déstabilisations pourraient survenir conjointement à de fortes précipitations si le niveau baisse au-delà du mètre de façon brutale.

Le fait que ces abaissements se déroulent de manière non programmée rend sa mise en œuvre difficile voire impossible pour les utilisateurs du Rhône comme les industriels et l'usine d'incinération des Cheneviers, de même pour la navigation (Swissboat, transport des déchets par barges, loisirs). Un tel scénario ne peut pas être envisagé en l'état (coûts élevés, problèmes de planification et de logistique).

Pour les exploitants hydroélectriques, les coûts sont importants (une dizaine d'abaissements par année pouvant nécessiter un arrêt d'usine) et sont estimés à 1.8 MCHF/an.

### Sur le Haut-Rhône français

Le scénario AC qui profite des crues du Rhône ( $>620\text{m}^3/\text{s}$ ) en abaissant notablement la cote de la retenue et accélérant la vitesse des écoulements (gestion type EDF sur l'Isère) est incompatible avec les enjeux d'inondation en aval et les zones d'expansion de crue. En effet il n'est pas possible d'anticiper suffisamment à l'avance la survenue d'une crue pour permettre un abaissement préalable de la retenue sans provoquer l'aggravation des débits à l'aval de Génissiat.

Dans le cadre de vidanges complètes, la dilution du flux de MES provenant de Verbois au niveau du barrage de Génissiat est pilotée grâce au suivi en continu des débits entrants et des taux de MES en aval de Verbois. La forte variabilité de ces paramètres pendant les crues entraîne un risque très important de remobilisation massive de sédiments fins, potentiellement pénalisante pour le milieu naturel.

Le coût de ce mode de gestion est très élevé puisqu'il implique l'arrêt de la production d'hydroélectricité au barrage de Génissiat plusieurs jours par an. Il est estimé à 6 millions d'euros par an.

Par ailleurs, une adaptation de la prise d'eau de l'usine d'incinération SIDEFAGE de Bellegarde-sur-Valserine serait nécessaire afin de permettre son fonctionnement en permanence.

Le fait de favoriser le transit de sédiments pendant les crues du Rhône (scénario AC) augmente la proportion de sédiments passant par les Vieux-Rhône et risque d'augmenter les phénomènes d'atterrissement des marges alluviales et des annexes fluviales, remettant en cause la durabilité des restaurations de l'ônes réalisées au début des années 2000.

Ce scénario ne présente pas suffisamment de garantie en termes de maîtrise des risques.

## **6.4 Scénario C : Accompagnements des crues d'Arve**

### Sur le Rhône genevois

Pour qu'un scénario soit retenu, il doit pouvoir permettre de limiter le comblement de la retenue de Verbois à un maximum de  $5\text{ Mm}^3$ . L'accompagnement des crues d'Arve sans abaissement n'atteint pas cet objectif ; il peut être assimilé à terme au scénario P « Gestion passive ». Le scénario C n'est donc pas un scénario en tant que tel.

L'évaluation environnementale montre que les impacts sont faibles et que les exondations des roselières aquatiques en période de nidification (nids flottants) seraient de courte durée et peu fréquentes. L'augmentation des débits et des pointes de crue en aval des retenues pourraient entraîner des impacts négatifs sur la faune piscicole et la macrofaune par rapport à une crue tamponnée au Seujet. Toutefois, ces événements sont peu nombreux au cours d'une année.

Certains glissements de berges (ex. Peney) sont sensibles à de variations rapides du niveau du plan d'eau, comme cela a été observé jusqu'en 1995 lorsque la consigne d'exploitation permettait d'abaisser au-delà de 368 msm en cas de crue. Mais l'accompagnement des crues d'Arve ne prévoit pas de descendre en dessous de la limite prévue par la Concession, qui est d'environ 368.30 msm à Verbois (soit -70 cm).

Du point de vue financier, la désoptimisation énergétique entraîne des coûts supplémentaires qui restent négligeables par rapport à ceux engendrés par une vidange triennale par exemple.

### Sur le Haut-Rhône français

Comme sur le Rhône genevois, l'accompagnement des crues d'Arve sans abaissement (débit du Rhône  $<620\text{m}^3/\text{s}$ ) ne permet pas de faire transiter l'ensemble des sédiments arrivant dans Génissiat. Ce scénario ne peut donc pas être retenu seul.

L'accompagnement des crues d'Arve (scénario C) ne pose pas les mêmes problèmes d'atterrissement des marges que le AC, car les débits restent suffisamment faibles ( $<620\text{ m}^3/\text{s}$ ) pour être absorbé par les usines hydro-électriques CNR en aval de Seyssel et ne pas provoquer de déversement dans les Vieux Rhône.

L'application de ce scénario seul ne présente pas suffisamment de garantie en termes de maîtrise des risques de comblement de la retenue de Génissiat. Il peut par contre être appliqué en complément du scénario M.

## **6.5 Scénario A1 : Abaissements partiels annuels**

### Sur le Rhône genevois

L'impact environnemental d'un abaissement partiel programmé est globalement moins fort que pour une vidange complète, car il y a une maîtrise des concentrations de MES sur le Rhône en aval du barrage de Verbois. 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 en automne, l'impact sur la reproduction des poissons et sur les juvéniles est moins dommageable.

Les abaissements partiels annuels sont moins dommageables pour la faune piscicole (MES faibles) mais les impacts sur les milieux annexes sont très significatifs car ceux-ci sont déconnectés même pour des amplitudes d'abaissement faibles. Ce sont ces zones qui abritent les espèces d'eau calme comme les carpes, les tanches ou les brochets. Les alevins issus des pontes de nombreuses autres espèces (ablette, perche, chevaine) qui se déroulent entre février et juin dans les herbiers ou les roselières, seront entraînés dans le lit principal. La répétition des abaissements et déconnexions (opérations annuelles) pourrait avoir un impact important sur le long terme sur certaines populations de poissons de la retenue de Verbois.

Les impacts de ce mode de gestion seront importants pour les milieux situés en amont des retenues, selon la période d'abaissement du plan d'eau et/ou sa fréquence. Un abaissement en automne pourrait être bénéfique pour les migrateurs limicoles qui trouveraient des vasières exondées alors que des abaissements printaniers auront des impacts sur l'avifaune et les castors, ainsi que sur la reproduction des espèces piscicoles lenticques présentes dans les herbiers et les roselières. Les impacts à long terme sur les milieux annexes, l'avifaune et le castor peuvent être très élevés si les abaissements devaient avoir lieu annuellement et systématiquement en mai.

L'impact économique est beaucoup plus fort que lors des chasses avec vidanges complètes. En effet ces opérations doivent être pratiquées de manière plus fréquente et sur une durée plus longue pour assurer un déstockage équivalent à celui d'une vidange complète, réduisant ainsi la production électrique annuelle. Les coûts de gestion sédimentaire pour Verbois et Chancy-Pougny sont estimés à 2.3 MCHF/an. Pour ce scénario, nous formulons l'hypothèse qu'il n'y a pas de production possible au niveau des aménagements de Verbois et Chancy-Pougny au cours des abaissements partiels.

Pour les tiers industriels, ce mode de gestion n'est pas souhaitable car il nécessiterait un arrêt de leurs installations chaque année pendant 9-10 jours.

### Sur le Haut-Rhône français

Par rapport à des vidanges complètes triennales, ce scénario présente l'avantage de mieux maîtriser les risques en amont (pics de MES compris entre 10 et 15 g/l contre plus de 25 g/l pour le scénario V3) et en aval de Génissiat (pas de nécessité de dilution du flux de MES).

En revanche, ce scénario nécessite de réaliser des opérations à un rythme annuel. Le gain environnemental et pour les tiers obtenu à l'amont de Génissiat (du fait de la baisse des concentrations en MES) est très largement déprécié par cette augmentation de fréquence des opérations.

Le coût de ce scénario est beaucoup plus élevé pour la CNR (plus de deux fois supérieur au coût des vidanges complètes triennales), soit plus de 7 millions d'euros par an.

La perturbation des activités socio-économiques (tourisme, navigation, prélèvements d'eau) induites par les opérations devient annuelle au lieu de triennale.

## **6.6 Scénario A3 : Abaissements partiels biennaux à triennaux**

### Sur le Rhône genevois

L'impact environnemental est moindre que pour les abaissements annuels du fait de l'espacement des opérations mais reste élevé pour les milieux annexes qui subiront des déconnexions régulières. Le taux de MES dans l'eau pour un abaissement biennal ou triennal reste acceptable pour la faune piscicole et se situe en dessous des normes françaises.

L'acceptabilité d'un scénario par abaissements partiels biennaux à triennaux est meilleure que pour les vidanges complètes triennales si les exploitants suisses et français respectent les mêmes contraintes en termes de concentrations en MES. Il faut relever que ces opérations nécessitent un volume d'eau important du lac Léman pour assurer l'évacuation des sédiments. Le retour à une cote normale du Léman est beaucoup plus long si les opérations sont organisées en septembre ou octobre (voir chapitre 7.2), ce qui rend la faisabilité technique très difficile. Dans ce cas, une dérogation devra être obtenue de la part des autorités cantonales pour pouvoir s'écarter (de manière importante en septembre ou octobre) de l'enveloppe des niveaux prescrits du Léman.

L'impact économique pour les exploitants est plus important que lors des vidanges complètes triennales. En effet ces opérations doivent être pratiquées de manière plus fréquente et sur une durée plus longue pour assurer un déstockage équivalent à celui d'une vidange complète triennale. Les coûts supplémentaires sont estimés à 1 MCHF/an,.

Les coûts pour les tiers deviennent également plus importants notamment si les opérations doivent être programmées à un rythme biennal.

### Sur le Haut-Rhône français

Ce scénario présente l'avantage de mieux maîtriser les risques en amont et en aval de Génissiat : la situation environnementale en amont de Génissiat est largement améliorée (flux de MES moins concentré, risque de déstockage massif supprimé) et la protection du milieu en aval de Génissiat est garantie (dilution assurée dès l'aval de Verbois).

Le risque de défaillance est limité du fait de ne plus avoir besoin de diviser par trois les concentrations en MES au travers de Génissiat (par-rapport à V3) et de la possibilité d'arrêter simultanément les chasses côté suisse et français.

Une gestion coordonnée des débits à l'échelle du Rhône permet de tenir compte des apports des affluents et des débits capables d'être évacués par les usines des aménagements CNR. Cela permet de limiter les risques vis-à-vis des autres usages de l'eau.

Par contre, le scénario A3 peut nécessiter de réaliser des opérations à un rythme plus fréquent que tous les trois ans. Le gain environnemental et pour les tiers obtenu à l'amont de Génissiat (du fait de la baisse des concentrations en MES) serait dégradé sur les autres tronçons en cas d'augmentation de la fréquence des opérations. En effet, des opérations plus fréquentes induisent des perturbations plus fréquentes et le raccourcissement du délai entre deux opérations durant lequel s'effectuent la régénération des écosystèmes dégradés et la reconquête des secteurs les plus touchés à partir des zones refuges.

En raison d'une fréquence d'intervention plus soutenue, le coût de ce scénario est plus élevé pour CNR et est estimé à 4 millions d'euros par an.

## **6.7 Scénario M : Gestion mixte**

### Sur le Rhône genevois

L'évaluation environnementale du scénario mixte (M) est jugée légèrement meilleure qu'un scénario triennal A3, du fait d'un espacement de la fréquence à trois voire quatre ans si les opérations sont concluantes contre deux à trois ans pour le scénario A3. Au cours des abaissements partiels, les concentrations en MES sont maîtrisées (maximum 15 g/l).

Les impacts des dragages sont faibles et ponctuels du fait de leur durée et du taux de MES émis, en comparaison avec une gestion exclusivement basée sur des dragages. Les impacts des accompagnements de crues sont également jugés faibles.

Les zones de dragage sont réduites et concentrées dans les zones mortes de la partie amont de la retenue de Verbois et le méandre d'Epeisses sur la retenue de Chancy-Pougny. Un équipement d'extraction moins puissant que pour le scénario « dragage continu » (D) peut être envisagé, avec des concentrations en MES entre 0.2 et 0.5 g/l pendant cinq à dix semaines par année, selon le retour d'expérience des abaissements partiels.

Pour les tiers industriels, ce scénario est moins coûteux que le mode de gestion par abaissements partiels triennaux à biennaux (A3), et plus coûteux que pour des vidanges complètes triennales (V3) car la durée de la phase abaissée est plus longue (neuf jours au lieu de cinq jours). Pour les exploitants hydroélectriques, ce scénario est aussi coûteux que le scénario A3 car des dragages sont nécessaires pour assurer un déstockage complet des retenues de Verbois et de Chancy-Pougny. L'accompagnement des crues d'Arve par le Léman pour faciliter le transit sédimentaire, entraîne par ailleurs une désoptimisation énergétique supplémentaire. Les coûts sont estimés à 1 MCHF/an.

La faisabilité technique pour des opérations programmées en automne est faible car elles nécessitent de s'éloigner considérablement de l'enveloppe réglementaire des niveaux du Léman. Par un scénario mixte, le niveau de comblement de la retenue de Verbois peut être maintenu entre 4 et 5 Mm<sup>3</sup>, permettant de maîtriser le risque d'inondation en ville de Genève.

### Sur le Haut-Rhône français

Ce scénario tend à combiner les avantages des scénarios A3 et D.

Il permet une meilleure maîtrise des risques que le scénario V3 grâce à la possibilité d'arrêt simultané des opérations côté suisse et français et au fait qu'il ne soit plus nécessaire de diviser par trois les concentrations en MES au travers de Génissiat (respect des consignes de MES dès l'aval de Verbois).

Une gestion coordonnée des débits à l'échelle du Rhône permet de tenir compte des apports des affluents et des usines françaises. Une contractualisation avec les SIG sera réalisée pour encadrer les opérations. Ce scénario limite le risque sur les autres usages de l'eau.

Par rapport au scénario A3, une efficacité de transfert seulement partielle des matériaux évacués de la retenue de Verbois est moins pénalisante puisque les éventuels dépôts pourront être remobilisés rapidement lors des opérations d'accompagnement des crues d'Arve (C) et de dragages ce qui permet de garantir une fréquence tous les 3, voire 4 ans.

La CNR dispose du savoir-faire tant pour les opérations d'accompagnement des abaissements partiels de Verbois que pour les opérations de dragages d'entretien. La faisabilité technique du scénario est donc assurée.

D'un point de vue environnemental, ce scénario minimise le risque d'incidences par rapport à un scénario de vidanges complètes triennales (V3) : le taux moyen et les pics de MES en amont de Génissiat sont atténués et les risques de dysfonctionnement en aval de Génissiat, susceptibles d'impacter les Vieux-Rhône, sont réduits. Les incidences des opérations d'accompagnement d'abaissements partiels de Verbois seront même inférieures à celles du scénario A3 en raison de la fréquence moindre des opérations (tous les 3 voire 4 ans). Pour ce qui est des opérations de dragages complémentaires, les volumes en jeu seront beaucoup plus faibles que dans le cadre du scénario D. Les incidences attendues de ces dragages complémentaires seront donc similaires à celles observées lors des opérations de dragage d'entretien réalisées en 1999 et en 2005. Elles s'avèrent très faibles et ne sont plus sensibles en aval de la retenue de Chautagne.

Du point de vue financier, ce scénario représente un coût estimé à 4 millions d'euros par an.

## **6.8 Scénario D : Dragage continu**

### Sur le Rhône genevois

Le dragage permet de réduire sensiblement les impacts piscicoles au niveau des retenues par rapport à la vidange complète triennale (dévalaison, concentrations en MES). En revanche, la remise en suspension de sédiments 220 jours par an provoquera des impacts durablement négatifs sur la végétation et sur le peuplement aquatique (faune piscicole et macrofaune benthique) des tronçons situés en aval des zones de dragage. La turbidité permanente entraînerait une perturbation de la photosynthèse et de la reproduction et à terme une baisse probable de la productivité du Rhône.

Cette variante n'a que des impacts faibles sur les milieux riverains (passage des conduites, panache à la tête de drague, remous de la barge). Les impacts sont très faibles sur l'avifaune qui s'habitue globalement bien à ce type de dérangement. Concernant l'impact paysager, l'engin sera présent toute l'année sur le Rhône et les conduites fixes (2 km) ou mobiles (1.5 km) seront visibles sur plusieurs kilomètres. La consommation de diesel est estimée à 120 000 litres par année.

Le coût d'un tel mode de gestion est nul pour les tiers industriels mais ils ne disposent plus d'opportunités d'effectuer des inspections hors eau. La mise en œuvre d'un dragage continu ou régulier sur les différents tronçons du Rhône est très lourde et nécessite des coûts d'investissement et d'exploitation importants pour les exploitants hydroélectriques (1.7 MCHF/an). La faisabilité technique et juridique d'un tel scénario devra être validée en termes de concentrations de rejet en MES (jusqu'à 1 g/l voire 2 g/l pendant les crues d'Arve).

### Sur le Haut-Rhône français

Le dragage de la retenue de Génissiat nécessite d'évacuer en continu des sédiments situés entre 40 m et 65 m de profondeur ce qui explique leurs coûts importants. Bien que la CNR réalise de nombreux dragages ciblés sur le Rhône, il s'agirait d'une gestion nouvelle pour CNR. Les flux à



restituer au Rhône (8 h par jour pendant 6 mois) sont quatre fois plus importants que ceux dragués pendant 6 mois en 1999 et 2005. L'évaluation de la longueur du panache de MES en aval du barrage est incertaine. Il devrait s'étendre jusqu'à la retenue de Belley située à 30 km plus en aval, voire jusqu'au Vieux-Rhône de Belley.

Ce scénario conduit au doublement du volume de sédiments passant par les Vieux-Rhône de Chautagne, Belley et Brégnier-Cordon, par-rapport à un scénario de vidanges complètes de Verbois (V3), qui concentre les MES dans les canaux d'aménée. Les expériences précédentes sur les dragages de Génissiat et Chautagne n'ont pas montré d'incidence irréversible à court terme, mais nous ne connaissons pas l'incidence sur le milieu naturel à moyen et long terme d'un flux presque chronique, entre le barrage de Génissiat et la retenue de Belley (voire le Vieux-Rhône de Belley), d'eaux chargées en MES (plusieurs centaines de mg/l).

Le coût de ce scénario est très important pour CNR et est estimé à 10 millions d'euros. Les concentrations en MES attendues à l'aval seraient 70 fois plus élevées que celles autorisées actuellement lors des dragages d'entretien de la CNR.

## **6.9 Scénario P : Gestion passive**

### Sur le Rhône genevois

La gestion passive des retenues de Verbois et de Chancy-Pougny supprime totalement les impacts directs sur les poissons (mortalité, dévalaison). L'absence de mortalité et de dévalaison ainsi que l'augmentation de la reproduction sont très positifs pour le peuplement piscicole, cependant cette nouvelle morphologie du Rhône engendrerait à long terme une réduction de l'habitat aquatique, une réduction des espèces piscicoles lenticques et une baisse de la ressource alimentaire. Au niveau des secteurs lotiques en aval des barrages, la gestion passive est positive pour les poissons.

Une gestion passive favorise le développement des milieux riverains dans les zones lenticques, ce qui est favorable pour l'avifaune, qui ne subit par ailleurs pas l'impact d'opérations d'abaissement complet ou partiel. Elle ne permettrait pas pour autant de développer une dynamique alluviale.

Des mesures de protection contre les débordements des cours d'eau peuvent être envisagées sans difficulté majeure (digues, rehaussement de murs de quai). Cependant, l'exhaussement de la nappe phréatique de près d'un mètre (débit moyen) nécessite d'isoler les sous-sols de plusieurs quartiers de la ville de Genève, sur une surface de contact totale nette d'environ 116'000 m<sup>2</sup>. Une autre variante de contrôle du niveau de la nappe consisterait à réduire la perméabilité des rives en aménageant un voile étanche sur un linéaire de 3.4 km et à une profondeur de six mètres. Les eaux de nappe seraient ensuite pompées puis rejetées dans les cours d'eau. La faisabilité technique et juridique d'un tel scénario est estimée difficile et doit être démontrée. En dehors de la mise en place de clapets anti-retour, il n'est pas possible d'intervenir sur le réseau d'assainissement de la ville de Genève.

Les coûts de protection liés aux débordements et aux remontées de nappes sont estimés à 200 MCHF, dont la part principale est représentée par l'étanchéification des sous-sols. La part de cet investissement revenant à SIG doit être définie, les coûts d'amortissement et d'entretien des ouvrages sont considérés importants pour les exploitants. La ville de Genève ainsi que l'Etat de Genève devront prendre une part des coûts d'investissement et d'exploitation des ouvrages de protection.

Pour les industriels du Rhône genevois situés en amont de la retenue de Verbois, l'exhaussement des lignes d'eau nécessite de repenser complètement les installations de pompage et d'alimentation en eau. L'acceptabilité d'un tel mode de gestion, et des propriétaires d'immeubles en ville de Genève en particulier, est jugée faible.

Un mode de gestion passif nécessite l'adaptation par les autorités compétentes des concessions et des règlements d'application en vigueur, permettant aux concessionnaires (SIG et SFMCP) d'exploiter les retenues avec des lignes d'eau plus élevées.

Les risques résiduels en cas de défaillance du système de protection (station de pompage, défaut d'étanchéité) doivent être envisagés. L'exhaussement des lignes d'eau en cas de gestion passive engendrerait des risques de dysfonctionnements plus élevés du réseau d'assainissement de la ville de Genève (refoulement des eaux de l'Arve et du Rhône dans les déversoirs d'orage, incapacité à rejeter les eaux pluviales, surverses dans les stations de pompage, débordements sur les voiries).

#### Sur le Haut-Rhône français

La gestion passive de Génissiat n'est pas envisageable pour des raisons de risque d'obturation des vannes de fond et de demi-fond, susceptibles d'amputer la capacité d'évacuation des débits de crue du Rhône

En conséquence, ce scénario conduit à réaliser soit des dragages en continu sur la retenue de Génissiat, comme pour le scénario D, soit des abaissements partiels de la retenue de Génissiat, ce qui engendrerait les mêmes incidences que le scénario A3 en aval du barrage de Génissiat avec des coûts similaires.

## **7 Analyse de la période de réalisation des opérations de gestion sédimentaire**

### **7.1 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 vidanges, 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.

### **7.2 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 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/s en moyenne ; ils ne sont que de 250 m<sup>3</sup>/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 avec abaissement partiel des retenues de Verbois et Chancy-Pougny 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 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/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.

## 8 Position commune des 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 des retenues de Verbois et de Chancy-Pougny destiné à 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'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.

Au vu du rythme de comblement de la retenue de Verbois, afin d'éviter une situation de comblement de cette retenue qui ne permet plus de maîtriser les taux de matières en suspension (MES) et des lignes d'eau trop élevées, une telle opération d'abaissement partiel doit avoir lieu au printemps 2016.

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 hydraulicité 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 SIG et 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.

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.

Une « 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.

Afin de mettre en œuvre cette gestion, il est nécessaire d'étudier les points principaux suivants :

- Optimiser un mode de gestion d'accompagnement des crues d'Arve qui favorise le transit des sédiments des retenues suisses et estimer ce transit sédimentaire supplémentaire ;
- Optimiser la cinétique d'abaissement partiel des retenues de Verbois, Chancy-Pougny et Génissiat. Il pourrait être opportun d'abaisser la retenue de Verbois par paliers pour maîtriser au mieux les MES.
- Etudier en détail un protocole de gestion du niveau du Léman, permettant de mener à bien ces opérations en garantissant des niveaux suffisants en aval (CNPE du Bugey) et la reconstitution des retenues.

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-dessus, 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.