

# Comment concilier multi-usages de l'eau et bon état des milieux aquatiques ? L'exemple du Verdon

## *How can be combined the multiple uses of water and the good ecological state of aquatic environments? The example of the Verdon*

Corinne Guin<sup>1\*</sup>, Olivier Savoye<sup>2</sup>, et Vincent Kuleza<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Parc naturel régional du Verdon, Domaine de Valx, 04360 Moustiers-Sainte-Marie, France

<sup>2</sup>EDF Hydro Méditerranée, Direction Production Ingénierie Hydraulique, 04220 Sainte-Tulle, France

<sup>3</sup>Société du canal de Provence et d'aménagement de la région provençale, Le Tholonet - CS 70064 - 13182 Aix-en-Provence CEDEX 5, France

**Résumé.** Le Verdon a commencé à être aménagé dans la seconde moitié du 19<sup>e</sup> siècle puis à partir de 1947, pour la production hydroélectrique et la fourniture d'eau (alimentation de la Région en eau potable, irrigation et industrielle). Il est ainsi marqué par la présence de cinq barrages. Le bassin versant possède des milieux et espèces aquatiques remarquables. Il concentre tous les usages de gestion de l'eau pouvant exister à l'échelle des bassins : grands aménagements hydroélectriques, transferts d'eau hors bassin, usages touristiques et de loisir... Ces usages souvent contradictoires nécessitaient donc un outil adapté pour organiser le partage de la ressource et garantir leur satisfaction durable dans le respect des équilibres naturels. La démarche du Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux, fondée sur une large concertation des acteurs locaux afin d'aboutir à des objectifs partagés et à un document de planification de la politique de gestion de l'eau et des milieux aquatiques, était la plus adaptée. Le SAGE Verdon porté par le Parc naturel régional du Verdon a été approuvé en 2014 : une concertation a été menée, des équilibres ont été trouvés, en partenariat avec EDF et la Société du Canal de Provence.

**Abstract.** The Verdon started to be brought in during the second half of the 19th century, and then, starting in 1947, for the hydroelectric production and water supply (feeding the region with drinking water, irrigation water or industrial water). It is characterized by the presence of 5 dams. The watershed has remarkable aquatic environments and species. It concentrates all water management uses that may exist at the basin level: major

---

\* Corresponding author: [cguin@parcduverdon.fr](mailto:cguin@parcduverdon.fr)

hydroelectric developments, off-basin water transfers, tourism and leisure uses... These often contradictory uses therefore required a suitable tool to organize the sharing of the resource and guarantee their lasting satisfaction of uses while respecting natural balances. The approach of the Water Management and Planning Scheme, based on a broad consultation of local stakeholders in order to achieve shared objectives and a planning document for water and aquatic management policy, was the most appropriate. The SAGE Verdon carried by the Verdon Regional Natural Park was approved in 2014: compromises were reached, balances were reached, in partnership with EDF and the Canal de Provence Company, which exports Verdon water.

## **1 Historique des aménagements du Verdon**

Le Verdon, un nom qui nous fait penser à une rivière sauvage, puissante, capricieuse, ayant réussi à creuser des gorges vertigineuses... Pourtant le Verdon a été domestiqué depuis bien longtemps... Aujourd'hui, à partir de Saint-André-les-Alpes, son débit n'a plus rien de naturel : il est maîtrisé, géré, régulé en fonction des besoins en électricité, en eau potable, industrielle ou d'irrigation, des usages touristiques...

Dès 1860, les besoins en eau du bassin d'Aix-en-Provence, pour le développement industriel, agricole et l'eau potable, ont entraîné la création du premier barrage de Quinson et du canal d'Aix (ou canal du Verdon). C'est une loi de 1838 qui autorisait la ville de Marseille à dériver les eaux de la Durance, et la ville d'Aix à dériver celles de la Durance ou du Verdon. Le barrage de Quinson, d'une hauteur de 15 mètres, est donc construit par la ville d'Aix, il devait permettre de dériver un débit maximum théorique de 6 m<sup>3</sup>/s, un décret de concession ayant été accordé en 1863. La construction du barrage et du canal furent particulièrement difficiles (8 crues pendant le chantier du barrage, 81 km de canal dont trois grands souterrains, trois ponts aqueducs, 78 galeries). Le barrage a été achevé en 1869, et l'eau est arrivée à Aix en 1875. De 1946 à 1956, des aménagements sont réalisés pour augmenter les capacités du canal (dérivations secondaires, réalisation de la réserve de Bimont pour stocker les eaux), mais le projet d'agrandir la branche mère est abandonné pour réaliser un nouvel aménagement : le Canal de Provence. Le canal d'Aix a été abandonné en 1967, à la mise en eau du Canal de Provence. L'ancien barrage de Quinson existe toujours, il est noyé dans la retenue juste en amont de l'actuel barrage de Quinson.

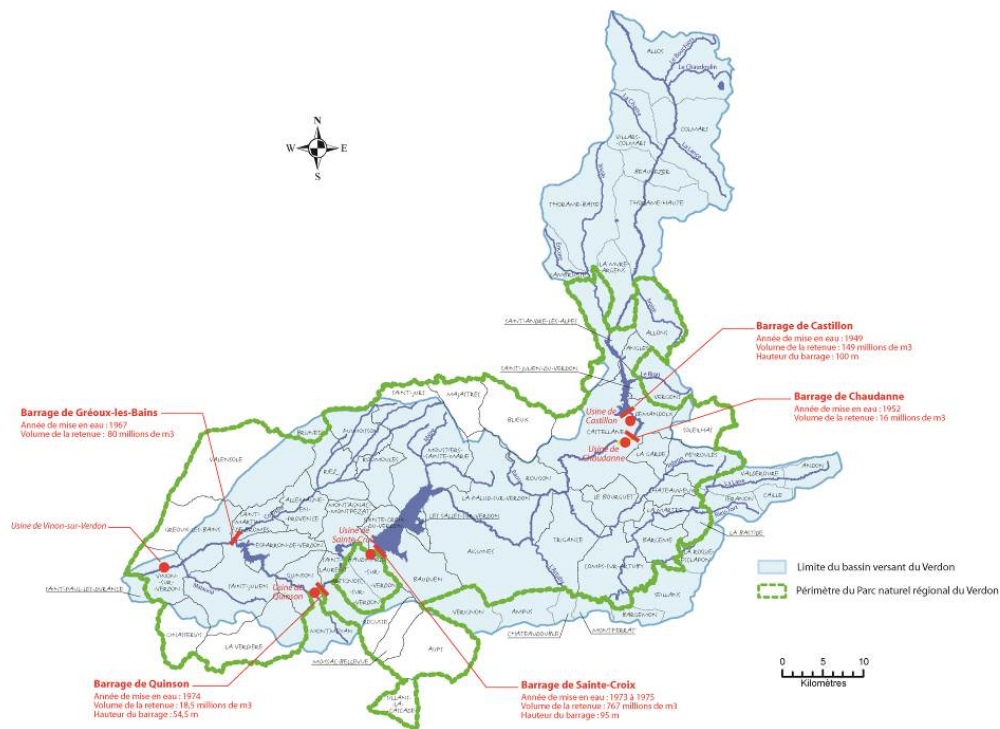
Au début du XX<sup>e</sup> siècle, les besoins en eau de la Provence côtière et intérieure ont fortement augmenté, pour l'alimentation en eau potable, industrielle et agricole. La dotation en eau à partir du canal d'Aix s'est avérée trop faible, d'autant plus que celui-ci n'a jamais pu fournir son débit nominal de 6 m<sup>3</sup>/s (il ne pouvait transporter que 4.6 m<sup>3</sup>/s). D'autre part, il devenait indispensable de développer des sources d'énergie électrique pour répondre à l'augmentation des besoins. Une loi du 5 avril 1923 vise à la constitution de réserves sur la Durance et sur le Verdon en vue d'assurer le développement des irrigations et d'améliorer l'alimentation en eau potable, en autorisant la dérivation de volumes supplémentaires. Cette loi affirme la satisfaction prioritaire des besoins agricoles, et la possibilité sous cette condition d'utiliser les eaux pour produire de l'énergie. Le texte précise que toute dérivation hors du bassin versant devra être garantie par des réserves de capacité suffisante pour ne pas modifier le débit naturel en période de dérivation des avaliers et aussi de satisfaire les dotations antérieures existantes. L'aménagement du cours du Verdon est donc décidé et sera concédé à EDF. Le barrage de Castillon est construit en 1948, pour répondre aux deux objectifs de production électrique et de stockage d'eau, puis celui de Chaudanne en 1953.

En 1955, un décret fixe les modalités d'application de la loi de 1951 qui crée le statut de Société d'Aménagement Régional (SAR). Cette loi permet la réalisation de travaux de mise

en valeur à l'échelle régionale, concernant plusieurs départements ministériels, dans le cadre d'une concession unique consentie par décret à une société d'économie mixte groupant l'ensemble des personnes publiques et privées intéressées, à condition que la majorité des capitaux appartienne à des personnes publiques.

Cette même année, la question de l'eau étant cruciale pour le développement socio-économique de la Provence, trois collectivités (les départements du Var et des Bouches-du-Rhône, et la Ville de Marseille) signent un protocole pour mettre en commun des droits d'eau sur le Verdon (660 millions de m<sup>3</sup>/an), constituer des réserves et réaliser des aménagements en région provençale. Ce protocole prévoit le choix du maître d'ouvrage pour la conception, la réalisation et l'exploitation des ouvrages et entraîne la constitution officielle de la Société du Canal de Provence (SCP) en 1957, sous forme de SAR. En 1963, la SCP se voit confier une mission de service public par l'État sous forme de « concession de travaux et d'exploitation » de l'ouvrage Canal de Provence jusqu'en 2038 (75 ans). La loi de décentralisation de 2004 permet aux régions de demander à l'État le transfert de la concession et du patrimoine concédé, et ce transfert est réalisé à la demande de la Région Sud-PACA en 2009. Depuis cette date, la SCP est donc devenue concessionnaire de la Région, qui est aussi son actionnaire et qui désigne statutairement son Président.

L'aménagement général de la rivière se poursuit donc avec les constructions par EDF des barrages de Gréoux (1968) et de Quinson et Sainte-Croix en 1975. L'aménagement du canal de Provence quant à lui comprend aujourd'hui 210 km d'ouvrages de transport, 5600 km de canalisations, plus de 80 réserves et réservoirs de proximité, 83 stations de pompage...



**Fig. 1.** Le bassin versant du Verdon et les aménagements hydroélectriques EDF.

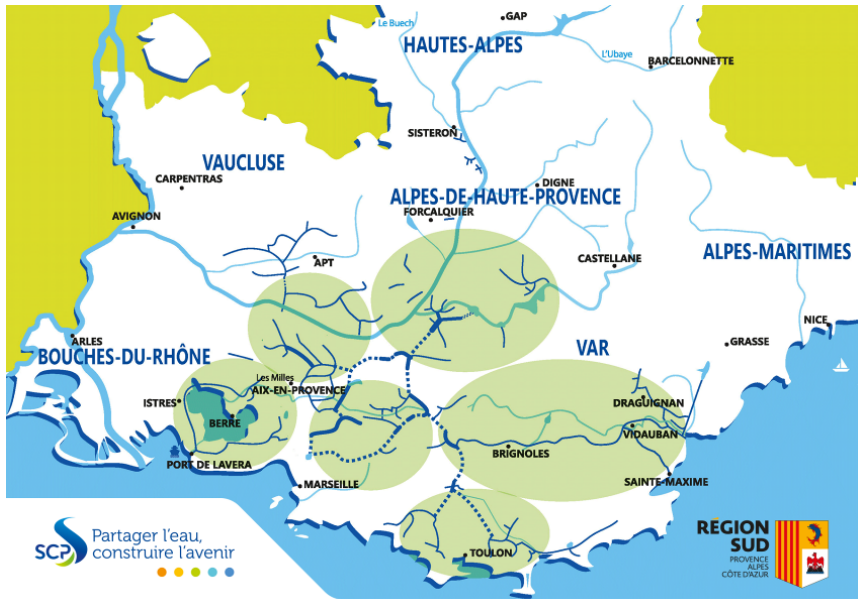


Fig. 2. Les aménagements de la Société du Canal de Provence.

## 2 Les enjeux de la gestion des grands aménagements sur le Verdon

Le Verdon est caractérisé par les grands aménagements (5 barrages hydroélectriques) et par le multi usage de l'eau. À côté des usages historiques à l'origine de la création des grands aménagements, la production hydroélectrique et la fourniture d'eau (eau potable, agricole et industrielle), on trouve des usages plus récents de loisirs liés à l'eau (nautisme sur les lacs, sports d'eau vive dans les gorges, canyoning...).

### 2.1 Des milieux aquatiques à préserver...

Le bassin versant du Verdon possède des milieux et des espèces aquatiques remarquables. On note par exemple, dans les masses d'eau situées à l'aval des aménagements de Chaudanne et de Gréoux, la présence d'espèces protégées à forte valeur patrimoniale telles que l'apron, le chabot, le blageon... Toutefois aujourd'hui 110 km du Verdon (soit 67 % de son linéaire) sont fortement influencés par les aménagements hydroélectriques : retenues (sur près de 52 km), tronçons court-circuités (2 km à Chaudanne, 11 km à Esparron), tronçons influencés (40.5 km à Chaudanne et 6 km à Esparron). Les impacts des aménagements sont multiples :

- Rupture des continuités écologiques :
  - liée aux ouvrages eux-mêmes, ceux-ci ayant cloisonné le bassin versant en sous-bassins qui évoluent de façon indépendantes au niveau de leurs populations, sans solutions techniques au vu de la taille des ouvrages
  - ou à la faible hauteur d'eau en débit réservé : compartimentation supplémentaire du Verdon à cause de la faiblesse des hauteurs d'eau en tête de radier
- Modification des régimes hydrologiques :

- baisse conséquente des modules dans les tronçons court-circuités, qui entraîne une diminution et une homogénéisation des habitats, une augmentation des températures et des risques d'eutrophisation ;
- fortes modifications de la répartition temporelle saisonnières des débits dans les tronçons influencés ; dans les gorges les débits sont forts en période hivernale pendant l'étiage naturel ; dans le tronçon aval le régime n'a plus aucune relation avec le régime naturel nivo-pluvial, même si on observe un minima estival des débits lié au creux de consommation énergétique et donc de turbinage (et aux objectifs de cote sur les retenues) ; diminution de 11 m<sup>3</sup>/s du module par rapport au module naturel liée aux prélèvements pour l'alimentation en eau
- rapides variations de débit dans les tronçons influencés liées au démarrage et arrêt des éclusées, avec des impacts sur la reproduction et la croissance des poissons notamment ;
- raréfaction des petites et moyennes crues favorisant le boisement des lits et l'homogénéisation des habitats
- Modification du transit sédimentaire : accumulations en queue de retenues et déficit sédimentaire à l'aval, entraînant des phénomènes d'érosion progressive, une perte d'habitats aquatiques et un risque d'augmentation de la vulnérabilité de certains secteurs dans l'hypothèse d'une rupture des endiguements.

Les lacs de retenue quant à eux ont modifié les peuplements originels du Verdon, avec l'introduction d'espèces d'eaux stagnantes (gardons, ablettes, brèmes, perches, tanches, carpes, brochets ...). Le marnage des retenues a un impact négatif sur le développement de certaines espèces car il limite la végétation aquatique favorable à la reproduction et à l'alimentation. Ainsi, en lien avec la Directive Cadre sur l'Eau, 3 masses d'eau du bassin versant sont classées « fortement modifiées », du fait la présence des grands aménagements, elles sont dans un état écologique moyen avec des reports de délai pour l'atteinte du bon potentiel.

## **2.2 ... et de multiples usages à satisfaire...**

La succession d'ouvrages a modifié profondément le paysage et les milieux aquatiques du bassin versant, mais également les activités économiques et usages de loisir sur ce territoire. Des terres agricoles de très grande qualité ont été noyées (plaine des Salles et de Sainte-Croix), des retenues d'eau transparente ont remplacé la rivière courante (transparences exceptionnelles mesurées dans les gorges de Baudinard : > 11 mètres !), de nouvelles activités se sont développées (activités nautiques, activités d'eau vive...).

La création des grands aménagements sur le bassin versant du Verdon depuis les années 50 a bouleversé sa fréquentation touristique. L'aménagement hydroélectrique du Verdon a été un support privilégié du développement touristique, à travers la création de plans d'eau de renommée internationale. Hormis le cas particulier d'Allos (qui est essentiellement concerné par le tourisme d'hiver), les gorges et les lacs constituent les atouts principaux du bassin versant. Certaines communes voient leur population estivale multipliée par 10. De nombreuses activités de loisir liées au milieu aquatique sont présentes sur le bassin versant : activités d'eau vive (raft, kayak, nage en eau vive, randonnée aquatique, canyoning) ou d'eau plate (canoë, voilier, aviron, pédalo), baignade, pêche. Une évolution très nette s'est opérée vers des loisirs utilisant le milieu naturel, et notamment vers les sports d'eau vive. Le fonctionnement par éclusées dans la traversée de Castellane et le secteur des gorges facilite le développement des activités et loisirs aquatiques durant toute la saison touristique, dans la mesure où le protocole d'éclusée assure la sécurité des usagers et la gestion des réservations. Le choix des loisirs proposés aux estivants s'effectue en fonction de la gestion des aménagements : raft pour les débits les plus importants ; randonnée aquatique pour le débit

réservé. Les lacs sont aussi devenus des centres d'activités importants : baignade, canoë, pédalos, voile....

Le bassin Durance-Verdon est l'un des plus importants gisements d'énergie hydroélectrique en France. 24 centrales hydroélectriques et 16 barrages produisent annuellement l'énergie nécessaire à 2,3 millions de personnes, soit 35 % de l'énergie produite en région Provence Alpes Côte d'Azur. La production hydroélectrique des 5 barrages du Verdon représente 600 GWh/an d'énergie renouvelable soit la consommation d'Aix-en-Provence.

Les grands lacs représentent aussi des réserves vitales qui jouent un rôle important dans l'alimentation en eau potable des agglomérations et l'irrigation des terres agricoles, sur le bassin du Verdon et bien au-delà. L'eau est ainsi acheminée, via les prises d'eau de la Société du Canal de Provence, à travers la Provence :

- Usages urbains (80 hm<sup>3</sup>/an, 165 communes, 2 millions d'habitants alimentés partiellement ou en totalité, soit 40 % de la population de la région, 37 000 particuliers, 2000 poteaux et postes incendie) ;
- Usages industriels (60 hm<sup>3</sup>/an, 1 700 entreprises, sidérurgie, pétrochimie, microélectronique) ;
- Usages agricoles (60 hm<sup>3</sup>/an, 6 000 exploitations, 85 000 ha équipés).

Ainsi, le Verdon contribue à sécuriser l'approvisionnement de l'eau en Provence et à soutenir et pérenniser le développement du territoire régional.



**Fig. 3.** Prise d'eau de la SCP à Boutre. **Fig. 4.** Barrage de Sainte-Croix.

### 2.3 ...nécessitant un besoin de conciliation

L'eau du Verdon répond à de nombreux usages. Concilier tous ces usages est devenu un réel défi, auquel se sont attaqués le Parc du Verdon et ses nombreux partenaires.

De nombreuses activités de loisir aquatique sont présentes sur le bassin du Verdon en période estivale. La concentration dans le temps et dans l'espace, le contact avec les fonds, les zones d'accès, le dérangement, les besoins en termes de gestion des débits, entraînent des impacts et des conflits d'usage. La production hydroélectrique, la fourniture d'eau, les

activités de loisir, la préservation des milieux, demandent des modalités de gestion des ouvrages qui sont parfois contradictoires et peuvent rentrer en conflits, notamment en période estivale quand la ressource se fait moins abondante.

Un important besoin de gestion concertée existe. Des démarches et des instances de concertation ont été mises en place par le Parc naturel régional du Verdon, afin de concilier l'ensemble des activités avec la préservation des milieux aquatiques et régler les conflits d'usage.

### **3 Les solutions mises en œuvre**

La gestion des grands aménagements du Verdon est une gestion multi usages, avec des instances de concertation adaptées, permettant de prendre en compte l'ensemble des enjeux (production hydroélectrique, fourniture d'eau, activités d'eau vive, cotes touristiques, sécurité des différents usagers).

#### **3.1 Le SAGE Verdon, une gestion concertée des grands aménagements**

Le schéma d'aménagement et de gestion de l'eau (SAGE) est un outil de planification, institué par la loi sur l'eau de 1992, visant la gestion équilibrée et durable de la ressource en eau. Il a pour objectif de concilier la satisfaction et le développement des différents usages et la protection des milieux aquatiques, en tenant compte des spécificités d'un territoire. Délimité selon des critères naturels, il concerne un bassin versant hydrographique ou une nappe. Il repose sur une démarche volontaire de concertation entre les acteurs locaux. Le SAGE est élaboré collectivement par les acteurs de l'eau du territoire regroupés au sein d'une assemblée délibérante, la commission locale de l'eau (CLE).

La démarche du SAGE, fondée sur une large concertation des acteurs locaux afin d'aboutir à des objectifs partagés et à un document de planification de la politique de gestion de l'eau et des milieux aquatiques, était adaptée aux enjeux du bassin versant du Verdon. Le SAGE a permis de créer un lieu de discussion entre tous les usagers de l'eau du Verdon et tous les acteurs concernés par sa gestion, afin de construire ensemble des solutions concertées : il s'agit de travailler collectivement en bonne intelligence pour conjuguer durablement satisfaction des usages et préservation de la biodiversité. Au travers du SAGE, des équilibres ont été trouvés, en partenariat avec EDF et la Société du Canal de Provence qui exporte l'eau du Verdon : relèvement des débits réservés, définition de cotes de compatibilité touristiques sur les lacs, gestion des lâchers pour les sports d'eau vive, mise en place de solidarités financières aval amont afin que les usagers de l'eau participent au financement de certaines actions visant à améliorer la qualité des eaux.

#### **3.2 Une augmentation des débits réservés en 2011**

L'amélioration de la gestion des grands aménagements vis-à-vis de la fonctionnalité des milieux aquatiques constituait l'enjeu majeur du SAGE Verdon.

Les études conduites entre 2000 et 2003 ont montré que les débits réservés à l'aval des barrages de Chaudanne et de Gréoux ne permettaient pas un fonctionnement équilibré des milieux aquatiques. Ces études ont conclu que la solution, aussi bien pour Chaudanne que pour Gréoux, était l'augmentation du débit réservé, avec des objectifs différents :

- Pour Chaudanne : limiter la variabilité liée aux éclusées ; limiter le cloisonnement interne lié à la faiblesse de la lame d'eau en tête de radier
- Pour Gréoux : limiter le cloisonnement interne lié à la faiblesse de la lame d'eau en tête de radier ; augmenter la qualité d'habitat du tronçon court-circuité

Les études ont permis de définir les débits « théoriques » pour un fonctionnement optimal des milieux, sur la base desquels des scénarios de gestion ont été établis. Un important travail de concertation, d'analyse technique et économique, a permis ensuite de définir de nouvelles valeurs de débits réservés permettant de concilier l'ensemble des usages et d'améliorer de façon conséquente le fonctionnement des milieux.

Ainsi pour le moyen Verdon, en aval du barrage de Chaudanne, l'objectif fixé par la commission locale de l'eau était de concilier le bon fonctionnement des milieux aquatiques avec la pérennité des activités liées aux loisirs aquatiques (faisabilité des lâchers pour les sports d'eau vive, cotes estivales des retenues), avec un impact minimum sur la production hydroélectrique. Sur la base du débit « optimum biologique » défini par les études, différents scénarios (10 au départ) ont été élaborés en concertation. Différentes réunions ont permis de sélectionner, après analyse de l'effet sur les différents usages présents dans le moyen Verdon, des avantages et inconvénients pour le milieu, huit scénarios qui ont fait l'objet d'une analyse économique (impact sur la production hydroélectrique). Par la suite 4 scénarios ont été retenus pour une étude technico-économique plus approfondie (2005). EDF a également étudié la faisabilité des lâchers estivaux pour les sports d'eau vive pour différents scénarios de débit plancher en aval de Chaudanne (2006). Au final, ce sont donc deux scénarios qui ont été validés pour une proposition à la CLE :

- Débit réservé de 3 m<sup>3</sup>/s (le débit réservé alors en vigueur étant de 500 l/s) : bon fonctionnement des milieux, mais pénalisation importante du nombre de lâchers estivaux : mise en péril des activités économiques liées aux sports d'eau vive
- Débit réservé de 2 m<sup>3</sup>/s en juillet-août, 3 m<sup>3</sup>/s le reste de l'année : amélioration du fonctionnement des milieux, moindre pénalisation du nombre de lâchers estivaux.

Ces scénarios ont fait l'objet d'essais au cours de l'été 2006, afin d'étudier les conséquences en termes de sécurité pour les usages. La Commission Consultative Verdon, pilotée par les services de la préfecture, compétente en termes de sécurité, s'est prononcée sur la base des résultats de ces essais :

- Avis négatif pour 2 m<sup>3</sup>/s l'été dans l'immédiat
- 1.5 m<sup>3</sup>/s l'été dans un premier temps et mise en place de suivis. Passage à 2 m<sup>3</sup>/s envisageable par la suite si impact environnemental résiduel sensible, sous réserve que les risques aval ne soient pas aggravés.

Lors de sa réunion du 14 février 2008, la CLE a validé la nouvelle gestion des débits à l'aval du barrage de Chaudanne : débit réservé de 1.5 m<sup>3</sup>/s du 1er juillet au 15 septembre ; 3 m<sup>3</sup>/s le reste du temps. Ces principes de gestion, validés dans un contexte hydrologique en évolution (changement climatique), seront réexaminés périodiquement par la CLE afin de prendre en compte l'évolution de ce contexte : les révisions du SAGE pourront introduire des adaptations de cette gestion. La concertation a permis d'aboutir à un compromis entre bon fonctionnement des milieux aquatiques et pérennisation des activités de sports d'eau vive : le choix a porté sur un débit réservé entre 3 et 6 fois supérieur à la valeur alors en vigueur, conciliant amélioration des milieux, activités liées à l'eau et sécurité.

Pour le bas Verdon, l'objectif était de concilier le bon fonctionnement des milieux aquatiques avec le maintien de la cote estivale du lac de Sainte-Croix (préservation d'une cote estivale compatible avec les activités touristiques sur le lac). Comme pour Chaudanne, les études préalables au SAGE ont permis de définir un débit « optimum biologique » (3 m<sup>3</sup>/s), sur la base duquel le comité technique a élaboré différents scénarios (4). Trois scénarios ont été évalués au niveau économique (pertes de production). Un comité d'experts s'est réuni afin de définir le meilleur compromis entre augmentation du débit réservé pour l'objectif milieu et préservation de la cote de Sainte-Croix : deux scénarios ont été proposés, en fonction de l'espèce piscicole repère restant à confirmer :

- Débit réservé de 2.2 m<sup>3</sup>/s : scénario « peuplement »



- Débit réservé de 2.2 m<sup>3</sup>/s modulé sur l'année (6 mois hiver à 1.4 m<sup>3</sup>/s ; 6 mois été à 3 m<sup>3</sup>/s) : espèce repère Barbeau fluviatile.

Finalement, au vu des contraintes techniques et financières du scénario modulé, et du fait que le scénario à 2.2 apporte un gain significatif pour le milieu, le scénario « peuplement » (débit réservé de 2.2 m<sup>3</sup>/s) a été retenu pour proposition à la CLE. Lors de sa réunion du 14 février 2008, la CLE a validé la nouvelle gestion des débits à l'aval du barrage de Gréoux : débit réservé de 2.2 m<sup>3</sup>/s.

L'important travail réalisé en termes de conciliation des différents intérêts/usages doit être souligné : les conséquences pour chacun des usages ont été évaluées (faisabilité des lâchers pour les sports d'eau vive, sécurité pour l'ensemble des usagers, cotes estivales des retenues, gestion des réserves, production hydroélectrique, milieux), et la concertation a permis d'aboutir à une évolution acceptable par tous et apportant une réelle plus-value par rapport à la réglementation.

**Table 1.** Débits réservés sur le Verdon.

	<b>Débit réservé avant le SAGE</b>	<b>Loi sur l'eau Débit réservé réglementaire au 31-12-2013</b>	<b>SAGE Verdon Mise en œuvre en 2011</b>
Chaudanne	0.5 m <sup>3</sup> /s (M/27)	0.675 m <sup>3</sup> /s (M/20)	1.5 m <sup>3</sup> /s du 1er/07 au 15/09 (M/9) 3 m <sup>3</sup> /s du 15/09 au 30/06 (M/4.5)
Gréoux	1 m <sup>3</sup> /s (M/34.5)	1.72 m <sup>3</sup> /s (M/20)	2.2 m <sup>3</sup> /s (M/16)

(Les ouvrages du Verdon font partie des ouvrages du décret ministériel publié au JO du 16 novembre 2010 relatif à la liste des ouvrages hydroélectriques visée au I de l'article L. 214-18 du Code de l'environnement : ouvrages pour lesquels le plancher en dessous duquel le débit minimal ne peut pas être fixé correspond au vingtième du module).

Afin de limiter les pertes de production des centrales hydroélectriques suite à ces relèvements, des micro-centrales ont été installées par EDF aux barrages de Chaudanne et de Gréoux permettant de turbiner ces nouveaux débits réservés. Dans le cadre du contrat rivière Verdon l'Agence de l'Eau a financé à 50 % les pertes énergétiques induites par rapport aux obligations réglementaires (anticipation du relèvement et valeur du débit réservé supérieure au 1/20ème du module).

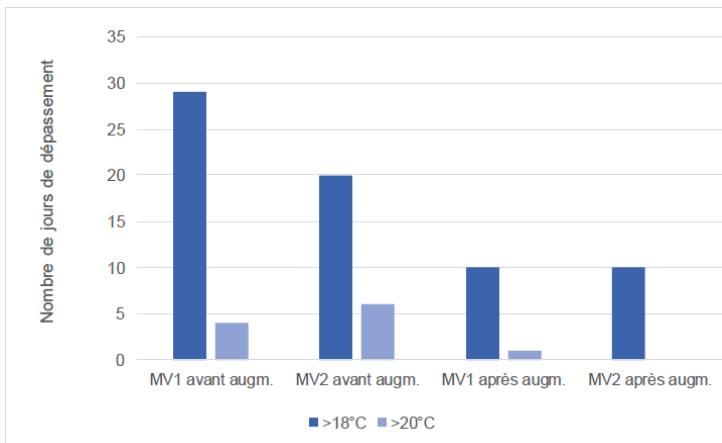
Les débits réservés ont été relevés à partir du 15 avril 2011 à l'aval du barrage de Gréoux, et à partir du 1er juin 2011 en aval du barrage de Chaudanne.



**Fig. 5.** Microcentrale de turbinage du nouveau débit réservé de Chaudanne.

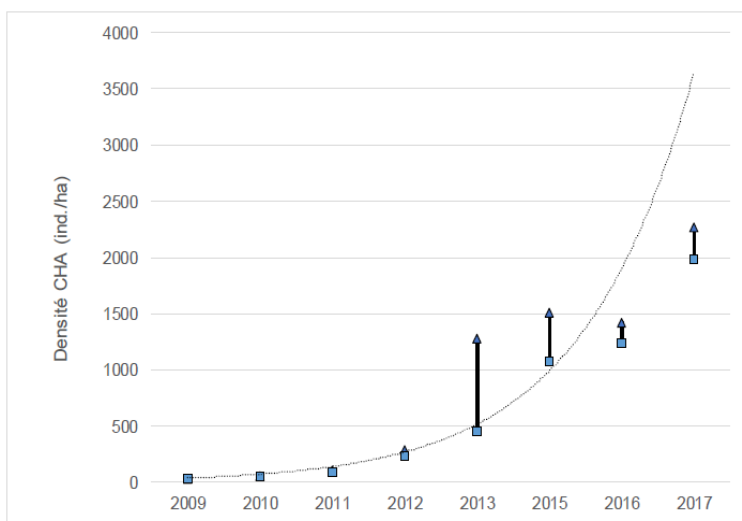
Pour évaluer les effets du relèvement des débits réservés, un suivi environnemental a été mis en place, dès 2009 et jusque fin 2018. Chaque année, plusieurs compartiments physiques et biologiques ont été décrits : morphologie du cours d’eau, invertébrés benthiques, poissons, reproduction de la Truite fario. Les principaux résultats sont les suivants :

- Le relèvement du débit réservé se concrétise directement par un gain de vitesse, obtenu sur l’ensemble des stations suivies
- Un décolmatage du tronçon court-circuité de Chaudanne, qui semble entretenu par l’augmentation du débit réservé et les vitesses d’écoulement
- Suite à l’augmentation des débits réservés, une baisse sensible des jours de dépassement de 18°C et de 20°C (températures seuil pour le chabot) est constatée notamment sur le tronçon court circuité de Chaudanne (MV1) et en aval de la restitution de Chaudanne (MV2). Le nombre de jours où la température dépasse 20-21° C, température seuil admise pour la truite fario, a aussi fortement chuté. Des dépassements sont exceptionnellement observés au cours des étés les plus chauds



**Fig. 6.** Évolution du nombre de jours de dépassement sur 3 stations du moyen Verdon (aval Chaudanne).

- Une augmentation générale de l'activité de frai, surtout sur le nombre de frayères observées, est constatée. Cette augmentation pourrait avoir un lien avec une augmentation des surfaces potentielles de frai : zones granulométriquement favorables rendues exploitables par les augmentations de vitesses d'écoulement. Il n'y a par contre aucun changement sur les potentialités qu'offrent les stations, les unes par rapport aux autres.
- On constate une très forte croissance des densités de chabot sur certaines stations. Cette espèce, inscrite en annexe II de la Directive Habitat Faune Flore, semble être la seule à avoir visiblement bénéficié des augmentations de débit réservé en termes d'augmentation des densités. Elle affectionne les cours d'eau rapides et froids. La baisse du nombre de jours dépassant les 18-19° C a probablement favorisé son extension.



**Fig. 7.** Évolution des densités de Chabot dans le moyen Verdon.

Les variations de densités des autres espèces sont moins significatives. Les densités de truites fario sont très dépendantes des alevinages, des déversés et de la pression de pêche. L'augmentation du nombre de frayères permet toutefois un bon recrutement sur l'ensemble des stations et cette situation semble s'être améliorée après le relèvement du débit réservé. Les densités de barbeau et autres espèces du cours inférieur semblent au contraire être en diminution, en particulier la population de barbeau dans la partie aval du tronçon court-circuité de Gréoux.

Concernant la qualité, globalement la qualité biologique s'est améliorée et notamment par le retour de taxons polluo-sensibles sur les stations les plus dégradées du bas Verdon. Mais cette amélioration est difficile à associer à l'augmentation des débits réservés.

La concertation doit se poursuivre sur les suites à donner pour améliorer encore si nécessaire la gestion des grands aménagements. Deux études vont ainsi démarrer prochainement :

- Le Parc du Verdon va lancer une étude pour élaborer un plan de gestion sédimentaire et définir les espaces de bon fonctionnement dans les secteurs à l'aval des barrages de Chaudanne et Gréoux, impactés par le déficit en matériaux
- Suite à une 1<sup>ère</sup> étude de L'Agence de l'eau sur la caractérisation des risques écomorphologiques associés au fonctionnement par éclusées, EDF poursuit les

investigations en partenariat avec l'Agence et les parties prenantes concernées. En fonction des résultats, des mesures d'atténuation seront étudiées, en tenant compte des impacts sur le multi usages et sur la production hydroélectrique.

### **3.3 Une gestion estivale concertée des aménagements pour la prise en compte des usages touristiques**

La gestion des retenues est réalisée essentiellement dans un but d'optimisation énergétique, et afin de répondre aux besoins en eau de la Société du Canal de Provence. Les cahiers des charges des concessions permettent au gestionnaire des marnages importants dans les retenues de Sainte-Croix et Castillon. Ce marnage pourrait potentiellement entraîner des nuisances paysagères importantes, mais surtout aurait un impact fort sur l'activité économique saisonnière en gênant le fonctionnement de certaines bases nautiques. Des avancées sur une meilleure prise en compte des usages touristiques des retenues ont été réalisées dans le cadre du SAGE : des objectifs de cote de compatibilité touristique estivale ont été fixés dans le SAGE Verdon pour les retenues de Castillon et Sainte-Croix. La CLE a également acté des principes de gestion estivale pour concilier les différents usages dont les activités touristiques sur la retenue de Castillon et la réalisation des lâchers pour les sports d'eau vive :

- Le niveau du lac amont de Castillon reste « constant » en juillet août (faibles variations de 50 cm entre 878.20 et 878.70 NGF) ;
- Si le débit naturel du Verdon en amont des aménagements est supérieur au débit réservé que le barrage doit laisser passer en aval, le volume supplémentaire est stocké, et sert à réaliser des lâchers pour les sports d'eau vive quand le volume nécessaire est disponible. Si le volume est suffisant, 2 lâchers hebdomadaires sont réalisés (mardi et vendredi), mais cela peut être plus ou moins de jours de lâchers en fonction du débit naturel du Verdon à Saint-André. Les lâchers sont réalisés uniquement avec ce volume excédentaire, ils ne peuvent pas être réalisés à partir du stock d'eau des retenues de Castillon et Chaudanne (réserve vouée à la production d'énergie). Donc si le débit du Verdon à Saint-André-Alpes est inférieur ou égal au débit réservé (1.5 m<sup>3</sup>/s), il ne peut pas y avoir de lâcher.

Afin d'améliorer l'information des acteurs touristiques locaux sur la gestion des grands aménagements hydroélectriques, et de créer un espace de concertation sur cette gestion, une « commission de suivi de la gestion du Verdon » s'est mise en place en 2006 dans le cadre du SAGE. Elle se réunit avant la saison estivale, puis si besoin au cours de l'été.

### **3.4 Un plan de gestion du moyen Verdon pour concilier activités de loisir et préservation des milieux aquatiques**

Depuis 2010 le Parc anime la démarche du plan de gestion de la rivière du moyen Verdon qui croise différentes démarches en cours (SAGE, Natura 2000, Opération grand site). Ce plan de gestion vise à concilier les usages et préserver les espèces et milieux aquatiques des gorges, notamment l'apron, poisson endémique du bassin du Rhône très menacé et préservé. Un certain nombre d'actions sont en cours dans le cadre de cette démarche :

- Des actions de médiation, gestion des conflits d'usages liés aux milieux aquatiques et sensibilisation des pratiquants à la préservation des milieux de pratique ;
- La réalisation de journées annuelles d'information et de sensibilisation pour les professionnels des activités aquatiques vers une pratique respectueuse des milieux aquatiques ;

- La conception d'un support de sensibilisation des pratiquants des activités aquatiques et de leurs clientèles (aquaguide des principaux poissons et invertébrés des grandes gorges du Verdon) ;
- La participation à l'élaboration d'un arrêté interpréfectoral de protection de biotope concernant l'Apron du Rhône et l'installation d'une signalétique d'information pour les pratiquants.

### **3.5 La mise en œuvre exemplaire d'une solidarité aval amont**

Les aménagements du Verdon ont fortement impacté les populations locales, au travers des expropriations, du changement rapide d'activités économiques... Ils n'ont pas toujours été bien vécus, et ces décisions ont souvent été subies et ont généré un sentiment que cela bénéficiait surtout en aval, que les territoires amont étaient voués à « figer » leur développement pour garder une eau de qualité et abondante pour l'aval...

Le territoire du Verdon a la responsabilité de préserver une très bonne qualité de l'eau, pour l'alimentation régionale en eau potable... Ce territoire doit mettre en œuvre des équipements surdimensionnés par rapport à la population permanente et aux capacités financières des petites collectivités.

Après la solidarité amont aval, au travers des grands transferts d'eau, comment instaurer une solidarité aval amont, afin que les usagers de l'eau participent au financement de sa gestion ? Le Parc du Verdon et la Société du Canal de Provence ont mis en place depuis 2008 une solidarité aval-amont grâce à un partenariat permettant à la SCP de soutenir financièrement les collectivités membres du Parc pour la réalisation d'actions qu'elles mènent en faveur de la qualité de l'eau. Ainsi la SCP apporte 350 000 € par an pour aider les collectivités à améliorer leur assainissement, généralement pour la mise en conformité réglementaire des installations vis-à-vis des normes de rejet dans le milieu naturel

## **4 Les défis à venir**

Aujourd'hui les enjeux sont forts. Dans un contexte de changement climatique et d'évolution de la ressource, il s'agit de :

- préserver la qualité de l'eau et des milieux aquatiques du Verdon,
- améliorer la qualité de l'eau au niveau régional afin d'éviter le besoin de recourir à des ressources de substitution comme le Verdon,
- concilier les activités touristiques liées à l'eau avec les autres usages et la préservation des milieux,
- pérenniser les usages,
- favoriser des usages économes dans un contexte d'évolution de la ressource.

De grands bouleversements sont en cours ou vont arriver prochainement, qui soulèvent de nombreuses questions.

### **4.1 Des questions sur les impacts du changement climatique sur les évolutions de la ressource et des besoins**

Au travers du SAGE, des compromis ont été actés, des équilibres ont été trouvés, mais ils pourraient être remis en cause par les évolutions en cours : changement climatique, évolution des besoins à l'échelle régionale. Il faudra s'attendre à une modification du régime actuel du Verdon, avec des impacts sur les usages. L'étude R2D2 (« Risque, Ressource en eau et gestion Durable de la Durance en 2050 ») montre notamment une diminution des débits d'étiage et des risques de défaillance par rapport au maintien des cotes touristiques de

Castillon et Sainte-Croix, ce qui entraînera des difficultés accrues pour la réalisation des lâchers estivaux pour les sports d'eau vive en aval de Chaudanne.

Les questions de l'évolution et du partage de la ressource en eau se posent à l'échelle du bassin de la Durance (qui inclut celui du Verdon) et à l'échelle régionale : grands transferts d'eau, préservation et partage de la ressource, optimisation du système aujourd'hui et à moyen terme seront discutés dans le cadre de l'élaboration du SAGE Durance dont la démarche démarre actuellement. Il s'agira de construire une vision du fonctionnement global du système Durance-Verdon en contexte de changement climatique, et d'être en capacité si besoin de proposer des ajustements à la gestion du système et aussi des adaptations des usages aux évolutions futures. L'enjeu est d'anticiper et de s'adapter aux effets du changement climatique face à une ressource qui sera demain plus contrainte et des pénuries estivales certainement plus fréquentes, voire plus étalées dans les saisons.

#### **4.2 Le besoin de pérenniser la gestion globale concertée dans le cadre du renouvellement des concessions**

Comment intégrer les besoins du territoire dans le cadre du renouvellement des concessions hydroélectriques ? La gestion actuelle des aménagements est une gestion multi usages. Dans le cadre du SAGE Verdon et d'une convention de partenariat avec le concessionnaire EDF, des accords ont été trouvés dans un cadre concerté, permettant la prise en compte des besoins locaux du territoire dans la gestion des aménagements :

- définition de cotes de compatibilité touristiques estivales sur les retenues,
- implication forte du concessionnaire dans les problématiques liées aux aménagements (érosions des berges des retenues, besoins d'entretien des cours d'eau à l'aval des barrages...),
- gestion concertée des aménagements en période estivale dans le cadre d'une commission intégrant tous les acteurs concernés (lâchers pour les sports d'eau vive).

La gestion des aménagements sur le Verdon nécessite une coordination importante, une vision globale à l'échelle du bassin versant, en période « normale » comme en situation de crise (sécheresse comme crue). La gestion d'un ouvrage impacte celle des autres, ainsi que les usages (cotes...).

Le renouvellement des concessions ouvrage par ouvrage pose donc question : la gestion globale et concertée est difficile à mettre en œuvre avec un exploitant, qu'en serait-il avec plusieurs ? Quel devenir des accords globaux obtenus permettant de répondre aux enjeux locaux du territoire ? Quelles seront les possibilités de participation des acteurs locaux à l'élaboration des cahiers des charges pour les futures concessions ?

## **Références**

1. P. Mayer, *De la conquête de la rivière au grand voyage des eaux, ethnologie et histoire du Verdon*, Parc naturel régional du Verdon (2019)
2. C. Peugeot, R. Chappaz, *Le peuplement piscicole du Verdon de sa source à sa confluence*, L'Eau précieuse du Verdon, un écosystème, une ressource, un patrimoine, Courrier scientifique du Parc naturel régional du Verdon (2018)
3. MRE, *Suivi environnemental du Verdon en aval de Chaudanne et de Gréoux suite aux augmentations des débits réservés – Bilan de 8 années de suivi 2009-2018*, EDF (2019)
4. E. Sauquet, *Projet R2D2 2050, Risque, Ressource en eau et gestion Durable de la Durance en 2050*, IRSTEA (2015)