



Journal of Alpine Research | Revue de géographie alpine

96-1 | 2008

Les barrages : vers de nouveaux enjeux pour la montagne

Les barrages alpins

De l'énergie hydraulique à la neige de culture

Alain Marnezy



Édition électronique

URL : <https://journals.openedition.org/rga/422>

DOI : [10.4000/rga.422](https://doi.org/10.4000/rga.422)

ISSN : 1760-7426

Traduction(s) :

Alpine dams - URL : <https://journals.openedition.org/rga/430> [en]

Éditeur :

Association pour la diffusion de la recherche alpine, UGA Éditions/Université Grenoble Alpes

Édition imprimée

Date de publication : 15 mars 2008

Pagination : 92-102

ISBN : 978-2-200-92500-0

ISSN : 0035-1121

Référence électronique

Alain Marnezy, « Les barrages alpins », *Journal of Alpine Research | Revue de géographie alpine* [En ligne], 96-1 | 2008, mis en ligne le 03 mars 2009, consulté le 08 décembre 2022. URL : <http://journals.openedition.org/rga/422> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/rga.422>

Ce document a été généré automatiquement le 8 décembre 2022.



Creative Commons - Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International - CC BY-NC-ND 4.0

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Les barrages alpins

De l'énergie hydraulique à la neige de culture

Alain Marnezy

- 1 Si la finalité première des barrages-réservoirs de montagne reste la fourniture d'énergie de pointe, une diversification des usages de la ressource hydraulique s'est développée progressivement depuis leur création : valorisation touristique des lacs d'altitude, pêche, sports d'eaux vives, mise en valeur du patrimoine industriel... Dans les régions de sports d'hiver, sont venus récemment se rajouter à ces multiples usages, de nouveaux besoins en eau liés à la fabrication de « neige de culture » (expression qui tend à se substituer aujourd'hui à celle de « neige artificielle »). Les gestionnaires des stations ne manquent pas d'arguments, tant climatiques que commerciaux, pour développer cette production qui apparaît à la majorité des professionnels et des élus des communes supports de stations comme indispensable au maintien de l'activité ski en montagne.
- 2 Ce nouveau besoin concerne la saison de ski, c'est-à-dire la période de l'étiage hivernal pour les eaux de surface et les sources. Comme pour la production d'énergie de pointe, le problème est celui du stockage et de la mise en réserve de l'eau durant les périodes excédentaires, de forte alimentation d'origine nivale, pour en disposer en hiver. Les retenues dites « collinaires » ou « d'altitude » cherchent à répondre à ce besoin, et leur nombre s'est multiplié récemment. Mais les critiques à leur égard ne manquent pas, en raison des multiples impacts qu'elles sont supposées entraîner, et de l'insuffisance du cadre réglementaire concernant leur construction et leur gestion. Lorsqu'il existe une coïncidence géographique entre aménagements hydroélectriques et stations de ski, les gestionnaires des stations se tournent vers les barrages et leurs équipements associés. Cette évolution de l'usage de la ressource en eau apparaît ainsi comme une solution technique à moindre impact, destinée à faire perdurer le modèle touristique alpin centré sur le ski. Elle peut être vue aussi comme une nouvelle forme de soutien aux collectivités locales, avec le réinvestissement sur place du patrimoine hydraulique dans les activités du ski et de leurs retombées locales.

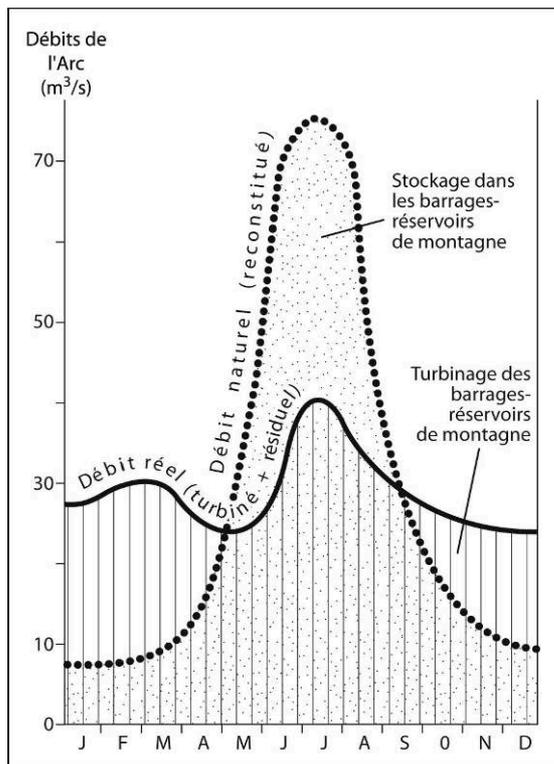
Les fonctions des barrages alpins : une diversification croissante

- 3 Si les grands équipements hydroélectriques de montagne conservent toujours leur rôle de producteur d'énergie de pointe, ils ont vu néanmoins au fil des décennies certaines fonctions se rajouter à leur vocation initiale.

La persistance de la recherche d'énergie de pointe

- 4 La réalisation des grands barrages de montagne remonte, dans les Alpes, à la période d'entre-deux-guerres. Les ouvrages de Bissorte en Maurienne (1935) ou de la Girotte (1945) dans le Beaufortin annonçaient la génération des grandes retenues montagnardes offrant des réserves d'eau suffisantes à haute altitude pour pallier les inconvénients de l'étiage hivernal, tout en s'inscrivant dans les réseaux de distribution électrique régionale (Messiez, 1993). Après-guerre, sont construits les barrages d'Aussois (Plan d'Aval, 1950 ; Plan d'Amont, 1956), de Roselend (1956), du Mont Cenis (1968) ou encore de Grand'Maison (1985).
- 5 Ils présentent des caractéristiques techniques communes : lors de la fusion nivoglacière, au cours du printemps et de l'été, ils permettent d'accumuler de grosses réserves d'eau en altitude, pour la turbiner au moment de l'étiage hivernal (Fig. 1). Pour leur remplissage et une collecte optimale de l'eau, il a fallu dériver un maximum de torrents affluents, parfois jusque dans des bassins versants éloignés ; ce qui a nécessité le creusement de kilomètres de galeries à forte altitude (aux alentours de 2000 m pour le Mont Cenis) et la réalisation de réseaux ramifiés de points de captage et d'adductions. La souplesse de l'hydraulique des réservoirs de montagne permet de répondre quasi instantanément aux besoins de la consommation, en heures de pointe (journalière, hebdomadaire, saisonnière). Couplées à la production des centrales nucléaires, les dernières réalisations (les STEP, Station de Transfert d'Énergie par Pompage) ont porté cette logique à son plus haut point, répondant non seulement aux besoins nationaux, mais aussi internationaux... Par exemple, pour optimiser le potentiel énergétique de la haute vallée de l'Arc, la connexion a été réalisée entre les aménagements du Mont Cenis et du Plan d'Aval. Elle permet de stocker les eaux de fonte de la haute Maurienne (150 km³ captés) dans la retenue du Mont Cenis, pour la renvoyer dans le Plan d'Aval et la valoriser en pointe de consommation d'hiver sur les centrales d'Aussois et de la Combe d'Avrieux (Marnezy, 2003). Le bassin du haut Arc se présente ainsi comme un cas d'aménagement intégral, où la recherche d'une valorisation et d'une exploitation énergétique a été maximale, à un moment où cet usage de l'eau était la préoccupation majeure.

Figure 1. Débits mensuels de l'Arc à l'aval de la centrale de La Saussaz (Saint-Michel-de-Maurienne), d'après données EDF



Des impacts territoriaux significatifs

- 6 Par rapport à l'époque pionnière de la Houille Blanche, l'électricité produite dans les Alpes ne cherche plus à répondre seulement à une logique industrielle locale comme l'était celle fournie par les équipements privés d'avant-guerre (usines des talwegs de l'Arc, de l'Isère, de la Romanche...). Les impacts territoriaux des grands barrages n'en sont pas pour autant négligeables pour les collectivités locales. Les impôts locaux sur les équipements EDF (taxes foncières sur le bâti et taxes professionnelles liées aux barrages, centrales et toutes installations) représentent un soutien décisif pour les finances locales. EDF est le plus gros contribuable de la plupart des communes de la haute Maurienne (Avrieux, Bonneval-sur-Arc, Termignon, Aussois, Orelle...). Une autre source de revenus est constituée par les produits des régies électriques municipales mises en place après la construction des barrages, selon des accords spécifiques et conclus au cas par cas ; elles bénéficient de livraisons d'électricité à tarif réduit d'EDF. Lorsqu'au début des années 1970 les sports d'hiver se généralisent, les communes des hautes vallées se tournent résolument vers le développement touristique, bénéficiant avec les redevances EDF, d'une capacité d'emprunt sans rapport avec les possibilités budgétaires des communes rurales de mêmes dimensions (de l'ordre de 300 à 700 habitants). Grâce à ces revenus assurés, les communes ou groupements intercommunaux ont alors développé des stations-villages, dans des structures variées (régies communales, syndicats intercommunaux, districts, Sociétés d'Économie Mixte...), où la « manne EDF » a joué un rôle décisif dans l'investissement de départ, pour les gros équipements (télécabines, télésièges...). Les revenus de l'hydroélectricité continuent aujourd'hui à participer de façon significative à l'équilibre financier de

certaines stations de la Vanoise, du Beau-fortin ou de l'Oisans (La Norma, Orelle, Bonneval-sur-Arc, Saint-Colomban-des-Villard, Vaujany...).

- 7 Le rôle de la ressource énergétique locale a donc été parfois déterminant dans le décollage de certaines stations de sports d'hiver alpines. Le lien étroit entre hydroélectricité et développement touristique est incontestable. Dans un cadre géographique compartimenté, où la modestie des domaines skiables potentiels avait rebuté les promoteurs privés, l'autodéveloppement de ces stations n'aurait probablement pas eu lieu sans les revenus EDF.

Mais l'équation ressource hydraulique/développement touristique connaît aujourd'hui des mutations importantes.

Des barrages multifonctionnels

- 8 À la production hydroélectrique de pointe, qui reste la mission principale d'EDF pour les grands réservoirs de montagne, se sont ajoutées progressivement des fonctions complémentaires et une diversification des usages de l'eau.
- 9 L'intérêt, déjà ancien, des lacs EDF pour la pêche (Bissorte, Plan d'Amont, Mont Cenis...) ne s'est pas démenti, il va même en se renforçant comme le montre le dynamisme des sociétés locales de pêche. Les retenues d'altitude sont devenues des lieux attractifs. Le Mont Cenis, où s'additionnent les attraits du lac, du col, des alpages ou encore du patrimoine historique, est l'un des sites les plus fréquentés de la Savoie. Pour revaloriser une image de la montagne compatible avec le développement touristique estival, un gros effort de requalification a été entrepris avec la suppression d'assises d'anciens pylônes, la restauration de sites de chantiers abandonnés, l'enfouissement de lignes électriques, la revégétalisation des surfaces endommagées ou encore la réhabilitation de carrières d'extraction de matériaux. Une concertation locale a été mise en œuvre entre EDF et ses divers partenaires, avec un accent particulier mis sur la sécurité du public. Par exemple dans le domaine des sports d'eaux vives, le barrage de l'Écot (commune de Bonneval-sur-Arc) permet de dériver vers la retenue de Tignes les gros débits estivaux de l'Arc, et de sécuriser, le matin, le parcours de canyoning à l'aval de l'ouvrage.
- 10 Développement local et tourisme patrimonial vont de pair. De nombreux aménagements facilitent l'accès du public : musée Hydrélec du complexe de Grand' Maison, salle d'exposition et belvédère EDF du Mont Cenis, panoramique et salle d'exposition à Avrieux... Dans le Beaufortin, la visite des barrages EDF est intégrée dans le « circuit de randonnée des quatre lacs ». Des journées « Portes Ouvertes » régulières sur les installations hydroélectriques et des cycles de conférences deviennent des formes d'animation appréciées. Bonne illustration d'un certain repositionnement d'EDF qui recherche, lorsque cela paraît économiquement possible, un compromis ménageant les usages de l'eau autres que celui de la production énergétique.

Mais aujourd'hui une nouvelle étape est franchie avec la neige de culture.

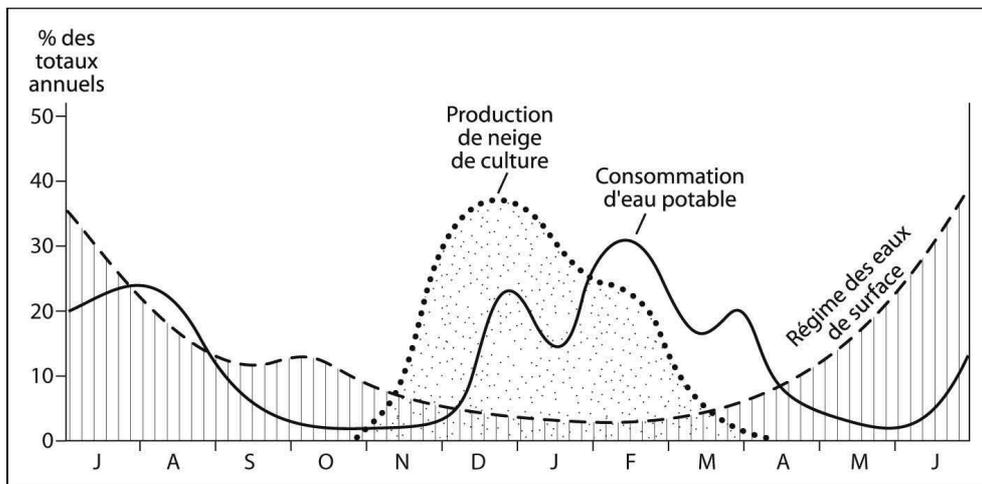
La production de neige de culture : de nouveaux besoins en eau

- 11 Depuis les années 1980, devant les aléas de l'enneigement naturel et les exigences nouvelles de la clientèle, les gestionnaires des stations se sont progressivement tournés vers la neige de culture. Les raisons avancées combinent un ensemble d'arguments d'ordre climatique et commercial. Il s'agit de limiter les inconvénients des fluctuations de l'enneigement naturel d'une année à l'autre, de garantir les dates d'ouverture et de fermeture des stations, d'assurer la bonne skiabilité des secteurs d'intérêt stratégique sur le plan commercial (« grenouillères » en front de neige, jardins d'enfants, pistes de retour en station, secteurs de liaison...) ou naturellement mal exposés (soumis aux contraintes du vent ou du soleil). De même, une épaisseur suffisante et permanente du manteau neigeux est souhaitable pour le damage et l'entretien des pistes ainsi que pour la sécurité des skieurs. Les handicaps de l'enneigement déficitaire ou aléatoire sont davantage ressentis en moyenne montagne qu'ailleurs. Mais cette évolution nécessite de nouveaux besoins en eau pendant la saison hivernale. L'argumentation s'inscrit donc dans une logique clairement énoncée, celle de maintenir le ski en montagne dans toute la mesure du possible, la diversification des activités touristiques étant pour l'instant davantage un axe de réflexion qu'une véritable solution...

Des besoins en eau au « mauvais moment »

- 12 Les besoins en neige de culture sont estimés à 3 500-4 000 m³ de neige par hectare de piste balisée, qui permettent de mettre en place une couche initiale d'environ 30 cm d'épaisseur et de la maintenir durant tout l'hiver (Denarie, 2005). En cas d'importantes chutes de neige naturelle, les besoins sont évidemment moindres... À raison de 500 litres d'eau par m³ de neige produite, le volume d'eau nécessaire par hectare de piste balisée est d'environ 3 000 m³ pour un enneigement satisfaisant. Ces chiffres, variables selon les conditions météorologiques, les pratiques des stations et les secteurs à enneiger, ne sont que des ordres de grandeur.
- 13 La fabrication de la neige de culture nécessite ainsi de pouvoir disposer d'eau au moment voulu, c'est-à-dire dès le début Novembre pour la production de la première couche, puis durant l'hiver, pour l'entretien, jusqu'en mars-avril. Or, cette période de production de neige correspond d'une part à l'étiage hivernal des régimes hydrologiques montagnards, tant des eaux de surface (rivières et torrents) que des sources ; d'autre part aux pics de fréquentation touristique des stations, c'est-à-dire au moment des plus gros besoins en eau potable des communes et des stations (Fig. 2). C'est donc la période la plus défavorable pour la disponibilité en eau, qui ne redevient abondante qu'à partir d'Avril, jusqu'en Juillet (fusion nivale). Les retenues « collinaires » permettent de résoudre au moins partiellement ce problème.

Figure 2. Disponibilités et besoins en eau dans le massif alpin (d'après document du Conseil général de la Savoie, modifié)

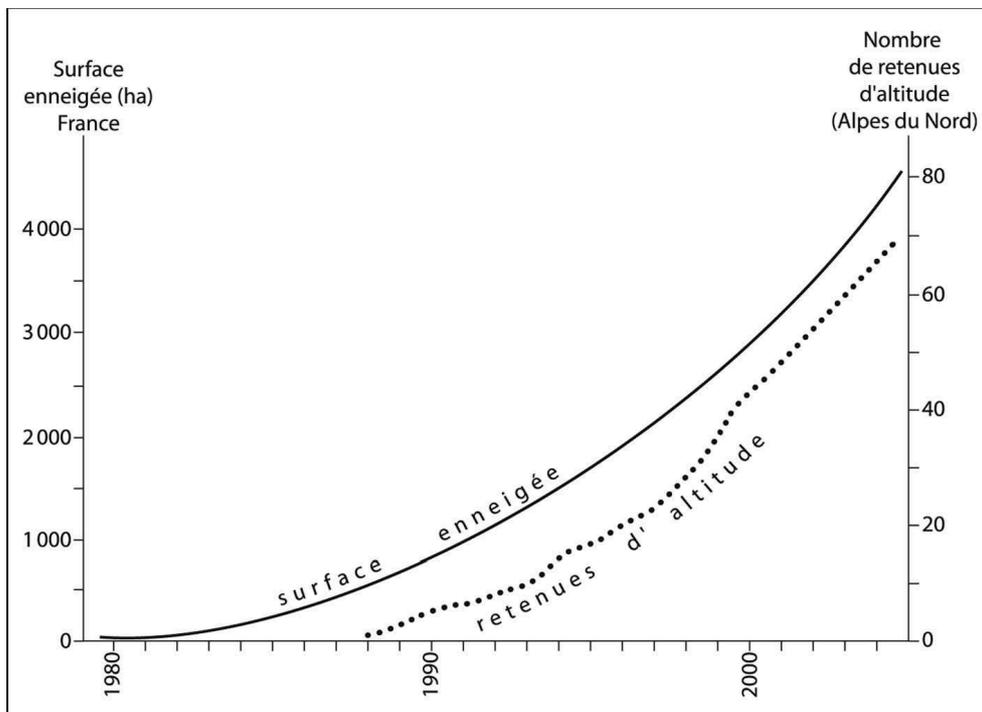


La multiplication des « retenues collinaires »

- 14 Les gestionnaires des stations de sports d'hiver ont cherché à résoudre cette difficulté de calendrier en réalisant des retenues « collinaires » ou « d'altitude », bassins de stockage permettant de disposer de l'eau au moment opportun.
- 15 Ces réservoirs sont construits si possible dans le secteur amont du système d'enneigement, de façon à assurer une distribution gravitaire aux réseaux d'enneigeurs, pour économiser l'énergie. Leur localisation doit tenir compte des conditions de remplissage des cuvettes, si possible aussi par gravité, et des conditions locales des sites (topographie, géologie, exposition aux risques...), pour un minimum d'impacts. Leur distribution par volume fait apparaître un éventail de tailles très variées, entre 3 000 m³ et 100 000 m³, pour un volume moyen de 40 000 m³ environ, avec une tendance actuelle à la réalisation de retenues de forte capacité : celle de Maroly au Grand-Bornand (300 000 m³), projet aux Deux-Alpes d'un réservoir de 200 000 m³ à 2 800 m d'altitude, station des Arcs (à l'Adret des Tuffes, 400 000 m³).
- 16 Leur mode de remplissage est très varié, simple ou combiné : alimentation par des prélèvements directs dans le réseau hydrographique de surface ou eaux souterraines (captage et dérivation de ruisseaux et torrents, drainage des versants proches, pompage dans un lac naturel ou dans la nappe phréatique...) ou alimentation par le biais de réseaux existants, réseaux d'Alimentation en Eau Potable en basse saison touristique ou trop-plein des captages, et plus rarement, réseaux d'irrigation agricole.
- 17 Les régimes hydrologiques des retenues sont très divers, en fonction de leur calendrier de remplissage, du nombre de cycles stockage/déstockage, du rapport entre volume utile et volume d'exploitation. Le printemps est la période de forte disponibilité en eau des torrents, des sources (trop-plein AEP) ou du ruissellement diffus sur les versants. Selon les années, cette abondance peut se poursuivre plus ou moins tardivement en été. En automne, une recrudescence des précipitations peut aussi être favorable. En fonction des conditions climatiques (redoux d'hiver) et hydrologiques locales, certaines retenues peuvent bénéficier d'un approvisionnement toute l'année. Selon l'importance de leur volume et les possibilités d'alimentation, les réservoirs peuvent être remplis une ou plusieurs fois au cours de la saison ou de l'année.

- 18 Ces retenues présentent de réels avantages pour les gestionnaires des stations (disponibilité en eau en période d'étiage, relative souplesse des périodes de remplissage, réserve importante...). Elles se sont ainsi multipliées récemment, en liaison avec le développement des équipements en neige de culture. Les premières apparaissent à la fin des années 1980, avec une forte progression durant la seconde moitié de la décennie 1990 et le début des années 2000. En 2006, leur nombre est par exemple de 70 pour les quatre départements alpins du Nord, auquel s'ajoute une vingtaine de projets (Fig. 3). Dans le contexte de l'économie actuelle du ski, elles représentent une solution logique, adaptée et rentable sur le plan commercial.

Figure 3. Évolution de la surface enneigée (neige de culture) en France et création des retenues d'altitude (départements de Haute-Savoie, Savoie, Isère, Hautes-Alpes)



Cependant, des équipements souvent contestés

- 19 Malgré leurs avantages, ces retenues font l'objet de nombreuses critiques. Elles paraissent relativement coûteuses pour les petites et moyennes stations, en investissement comme en fonctionnement. À titre d'exemple, le montant des travaux de la nouvelle retenue de Maroly (station du Grand Bornand) s'élève, en 2007, à 4,5 millions d'Euros (Montagne Leaders n° 204). Les sites correspondant aux conditions souhaitables ne sont pas légion, étant donné le nombre de paramètres à prendre en compte. Les capacités utiles sont parfois insuffisantes pour les besoins des stations et l'assurance de pouvoir les réalimenter en cours de saison jamais acquise. Leur construction et leur fonctionnement soulèvent en outre des questions d'impacts environnementaux. En décembre 2006, un collectif d'associations de défense de la nature dénonçait notamment : les impacts visuels, avec les remodelages de terrain et les terrassements ; la perte de biodiversité et la dégradation des écosystèmes d'altitude (destruction de zones humides et de tourbières) ; la compétition accrue pour l'eau dans

les bassins versants (prélèvements, débits toujours plus maigres dans les torrents de montagne, problème du respect des débits réservés, incidences sur la pêche); les risques que peuvent générer les retenues elles-mêmes pour l'aval (danger de rupture ou de surverse, transferts de pollutions)... Au total, les retenues d'altitude sont accusées de participer à une artificialisation toujours plus poussée des milieux montagnards, d'autant que la réglementation est encore succincte pour ce type d'équipement. Certaines de ces critiques sont sans doute excessives. Il est vrai par exemple que des conflits d'usage peuvent émerger localement, entre neige de culture et alimentation en eau potable. Mais en règle générale, le remplissage des retenues ne se fait qu'en période de faible consommation touristique et par le biais des trop-pleins des captages.

- 20 L'ensemble de ces difficultés, réelles ou supposées, pousse certains gestionnaires de stations à se tourner, partout où cela semble possible, vers les barrages et les équipements EDF pour éviter la solution des retenues collinaires.

Une nouvelle vocation pour les barrages alpins et les équipements hydroélectriques ?

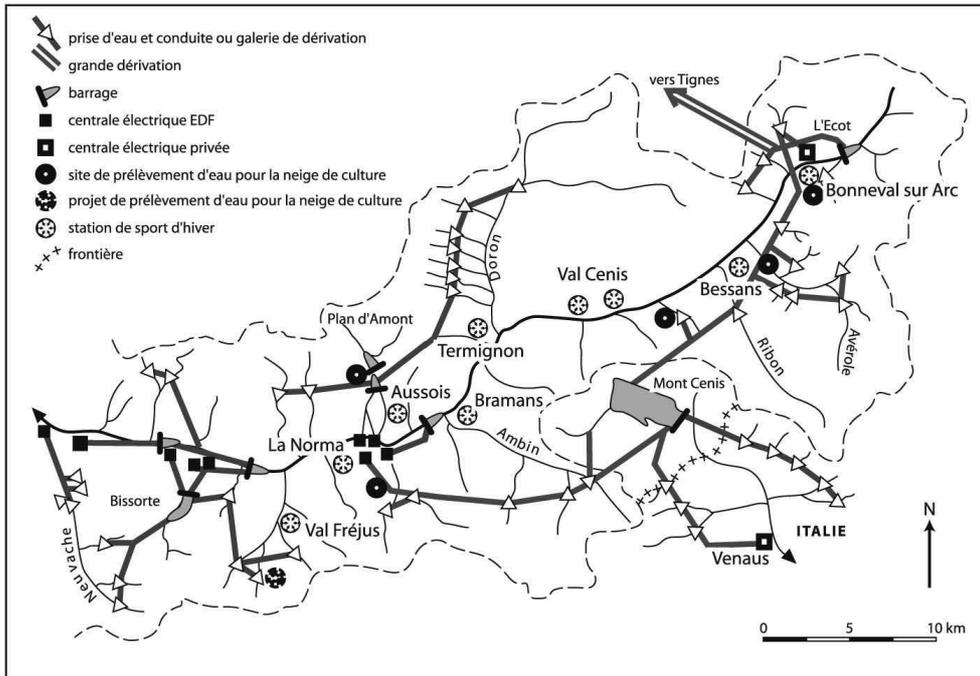
- 21 EDF (Électricité De France) a pris le relais, dans certaines régions alpines, en acceptant de participer à la fourniture de l'eau pour la neige de culture des stations. Des installations fonctionnent déjà, d'autres sont en projet.

Les barrages alpins au secours de la neige de culture

- 22 Dans les communes supports de stations où existent des équipements hydroélectriques, il a fallu trouver une base d'accords avec EDF car les conventions signées au moment de la construction des barrages ne prévoyaient évidemment pas ce type d'usage. Sous la tutelle de la DRIRE (Direction Régionale de l'Industrie et de la Recherche), EDF – dont les objectifs étaient d'abord énergétiques – n'avait pas la mission spécifique d'aider à produire de la neige. Mais soit sur la base d'une transformation des débits réservés en vue d'autres usages, soit sur la base d'un prix d'achat du m³, la fourniture d'eau a pu être acceptée. Ainsi à Aussois, en haute Maurienne, la base de la convention s'est appuyée sur un transfert des débits, réservés autrefois à l'irrigation des prairies de fauche et aujourd'hui excédentaires. La prise d'eau, implantée au pied du barrage de Plan d'Amont qui stocke les débits du Torrent de St Benoît, permet de conduire l'eau par gravité à l'usine à neige. De là, sont desservis le réseau d'enneigeurs en aval, et par pompage/refoulement, le domaine skiable du haut.
- 23 Les stations de Val Cenis, Bessans et La Norma se situent toutes trois dans le contexte du complexe hydroélectrique du Mont Cenis (Fig. n° 4). Le barrage est alimenté par le captage des torrents aux alentours de 2000 m d'altitude et leur dérivation en galerie, depuis Bon-neval-sur-Arc, sur la rive gauche de l'Arc. Les usines hydroélectriques sont regroupées dans le bassin d'Avrieux. Tout au long des réseaux de galeries de dérivation, de nombreuses « fenêtres », perpendiculaires au versant, ont été réalisées pour le creusement des galeries (accès, évacuation des déblais) et permettent l'accès pour l'entretien et travaux divers. Les adductions pour les usines à neige peuvent les emprunter. C'est ainsi que la station de La Norma a implanté sa conduite de dérivation pour la neige de culture sur la conduite forcée alimentant les turbines de la centrale de Villarodin, celle de Val Cenis sur la fenêtre du Châtel, et celle de Bessans sur la conduite

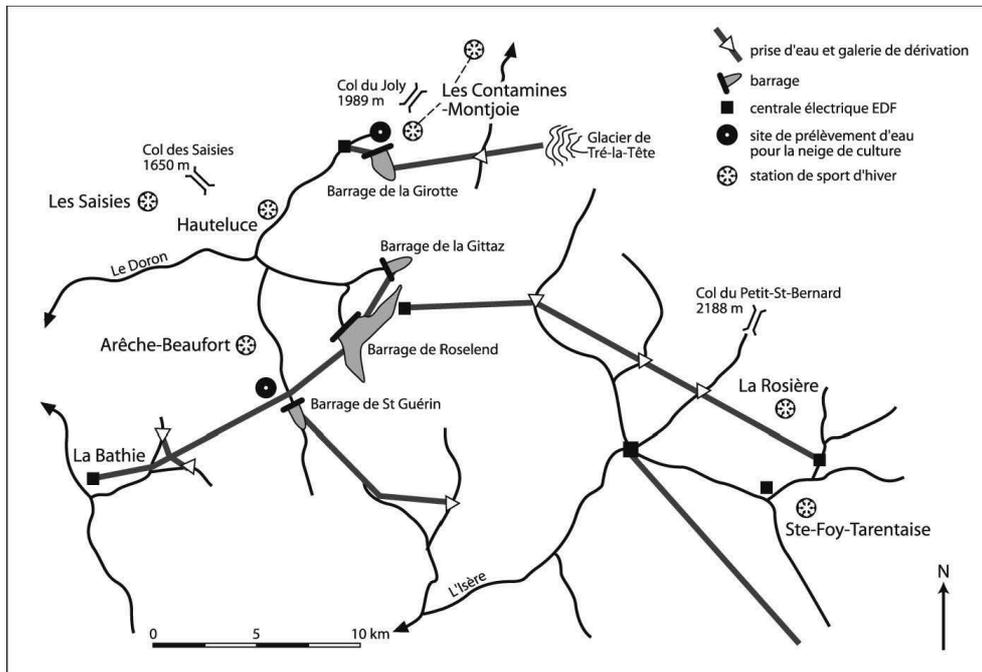
forcée de la Goulaz (vallée d'Avérole), pour l'enneigement des pistes de ski de fond. En haute Maurienne, d'autres projets sont à l'étude, comme pour la station de Val Fréjus, proche du réservoir de Bissorte.

Figure 4. Aménagements hydroélectriques et stations de sports d'hiver en Haute Maurienne



- 24 Dans un autre secteur, le massif du Beaufortin, le barrage de la Girotte permet, depuis l'hiver 2002/2003, l'alimentation des canons à neige sur le versant savoyard du Col du Joly, dont la gestion est assurée par la société SECMH, station des Contamines-Montjoie. Cette installation doit être complétée pour l'hiver 2007/2008 par un système assurant le remplissage de la petite retenue collinaire construite en 2006 au Col du Joly (versant Haute-Savoie). La commune de Beaufort et la société SEMAB (station d'Arêche-Beaufort) sont en cours de finalisation d'un projet avec EDF qui permettra d'alimenter la station avec de l'eau en provenance de la galerie réalisée entre le barrage de Roselend et la centrale de la Bathie (Fig. 5).

Figure 5. Aménagements hydroélectriques et stations de sports d'hiver : le massif du Beaufortin



- 25 Ainsi, techniquement, le « piquage » pour l'alimentation en eau peut se réaliser de plusieurs façons : dans les galeries d'amenée, sur les prises d'eau et sur les conduites forcées. L'alimentation par pompage direct dans le barrage-réservoir n'existe pas encore dans les Alpes mais c'est le cas du barrage de Castillon, dans les Pyrénées, au profit de la station de La Mongie-Super-Barèges et à l'instigation de la Régie intercommunale du Tourmalet. Si les installations effectivement réalisées dans les Alpes restent encore en nombre limité, plusieurs projets sont déjà bien avancés, et il y a des perspectives sérieuses d'extension en ce domaine, pour le ski de fond comme pour le ski alpin. En Italie (Val d'Aoste) et en Suisse, cette évolution est aussi largement amorcée, il existe déjà de fréquents accords entre stations de ski et entreprises hydroélectriques.

De multiples avantages pour les gestionnaires de stations

- 26 Les prélèvements directs sur les installations hydroélectriques présentent de multiples avantages pour les producteurs de neige de culture et les gestionnaires des stations. La disponibilité en eau, liée au stockage essentiellement en vue de la fourniture d'énergie de pointe, coïncide heureusement aux mêmes périodes que les besoins pour la neige. Les quantités d'eau théoriquement disponibles dans les barrages représentent des volumes illimités, sans comparaison avec les besoins en neige de culture. Ces derniers sont de l'ordre de quelques pourcentages des volumes transités dans les barrages. La production de neige dans les Alpes françaises nécessitait en 2007 un volume d'eau estimé de 11 à 12 millions de m³, de 15 millions pour la France, ou encore de 95 millions pour l'ensemble de l'arc alpin. Or, pour ne prendre que le cas du Mont Cenis, la capacité utile du réservoir EDF est de 320 millions de m³, et son volume d'exploitation de l'ordre de 600 millions de m³ ; alors que les quantités soutirées pour la neige en haute Maurienne sont de quelques centaines de milliers de m³ seulement (soit inférieures à

0,1 %). Dans les seuls départements de la Savoie et de l'Isère, on compte 6 barrages EDF de capacité utile entre 100 et 400 millions de m³, et 14 entre 5 et 100 millions.

- 27 Autres avantages : les eaux de ces lacs d'altitude sont relativement froides en hiver (de l'ordre de 4 à 7°) et les sites d'alimentation (barrage et galeries) se situent à des altitudes élevées (fréquemment autour de 2 000 m), soit des gains d'énergie significatifs, évitant une grande part de pompage ou de refoulement. En terme de coût d'investissement, les économies sont aussi considérables puisque cela permet d'éviter la réalisation de lourds équipements (réseaux d'adductions, captages divers...). D'autre part, les barrages prenant le relais des retenues collinaires, les prélèvements directs à partir des équipements EDF suppriment évidemment tous les inconvénients de la construction de ces retenues, rappelés ci-dessus : la dissémination de multiples petits réservoirs, les impacts en chaîne que peut entraîner leur création, le problème de leur réglementation encore succincte, les prélèvements en eau supplémentaires dans le milieu naturel et toutes leurs conséquences...
- 28 On pourrait rajouter, cette fois-ci à l'avantage d'EDF, que l'eau prélevée pour la neige de culture retourne au réseau hydrographique au printemps, malgré les inconvénients d'un certain décalage dans le temps et une part – très négligeable – de perte par évaporation et/ ou sublimation.

Des perspectives intéressantes

- 29 Toutes les régions montagnardes ne sont pas concernées au même degré. Il faut une heureuse coïncidence géographique entre la distribution spatiale des stations et celle des équipements hydroélectriques. Quelques secteurs comme le Beaufortin ou la Maurienne offrent des potentialités certaines, étant donné la densité particulièrement forte à la fois de leurs équipements hydroélectriques et de leur réseau de stations. Comme on l'a vu, la haute Maurienne a déjà largement engagé le processus, mais la moyenne vallée pourrait être aussi concernée (domaine des Sybelles par exemple) ; ainsi que la haute Tarentaise (Val d'Isère, Tignes...), le Val d'Arly, la vallée de St-Gervais et plusieurs secteurs des Pyrénées (région du Tourmalet) ou du Massif Central.
- 30 L'utilisation de l'eau des barrages EDF apparaît comme un avantage certain, notamment pour les petites et moyennes stations qui peuvent en bénéficier. Dans un contexte de plus en plus concurrentiel, elle permet de soutenir à moindre coût l'activité du ski, base incontestable – et pour l'instant difficilement remplaçable – de l'économie de ces régions. Dans le cadre de stations gérées en régies municipales, intercommunales ou en SEM, les retombées économiques sont directes et significatives. Les populations locales retrouvent partiellement, par ce biais, ce qu'elles considèrent être leur patrimoine.
- 31 Cette nouvelle pratique sera à intégrer dans les futurs accords entre EDF et les collectivités locales : un grand nombre de conventions vont arriver à échéance dans les années qui viennent et seront à renouveler. Ce sera un nouvel enjeu à prendre en compte dans les négociations. À titre d'exemple, lors du renouvellement de la concession de la « chute d'Avrieux » en haute Maurienne, en 2001, la préoccupation de l'alimentation en eau pour la neige de culture avait déjà été intégrée dans les discussions. Les besoins avaient été estimés pour la neige (ski alpin et ski de fond), s'ajoutant aux consommations prévisibles pour l'irrigation agricole des communes de la

haute Maurienne et l'alimentation des centres habités (alimentation en eau potable et cheptel).

Conclusion

- 32 Les équipements hydroélectriques de certaines hautes vallées prennent désormais un intérêt supplémentaire : partout où cela est possible, ils permettent de disposer en abondance d'une eau propre, à températures basses, parfois sous pression, et sont susceptibles d'offrir la solution la plus économique pour l'alimentation en eau des usines à neige.
- 33 Cette nouvelle orientation peut ainsi contribuer à une gestion optimisée de certains espaces montagnards. Moyennant un prélèvement très modeste sur la production d'énergie hydraulique, cette pratique devrait freiner la tendance récente à la multiplication des « retenues d'altitude », elle n'en rajoute pas à leurs impacts sur les milieux naturels. Son développement reste, certes, limité géographiquement aux secteurs rassemblant à la fois des équipements hydroélectriques et des stations de sports d'hiver, mais le phénomène peut être quand même significatif en apportant un soutien à l'activité touristique en montagne, dans des régions comme la Maurienne ou le Beaufortin qui offrent un dense réseau de petites et moyennes stations.
- 34 Depuis la création d'EDF, la production d'énergie hydraulique à finalité nationale voire internationale, s'était en quelque sorte éloignée des préoccupations locales (par rapport à l'époque pionnière de la Houille Blanche). Avec l'utilisation de l'eau pour la neige de culture, il s'agit d'une nouvelle forme d'aide aux collectivités locales, d'intégration territoriale de la ressource en eau et de réappropriation du patrimoine.

BIBLIOGRAPHIE

- CHABERT L., 1978. – Les grands Alpes industrielles de Savoie. Évolution économique et sociale. Imprimerie Gaillard, St-Alban-Leyse, 559 p., 118 fig., 100 tab., 17 photos.
- DENARIE M., 2005. – « Coûts de fonctionnement des installations de neige de culture en France : saison 2004/2005 ». ODIT France / SEATM Chambéry.
- DUGLEUX E., 2002. – « Impact de la production de neige de culture sur la ressource en eau ». Colloque L'eau en montagne : gestion intégrée des hauts bassins versants. Megève, 5-6 septembre 2002.
- MARNEZY A., 2003. – « Ressource hydraulique et diversification des usages. Le cas de la haute vallée de l'Arc ». Actes du Colloque Barrages et développement durable en France, Comité Français des Grands Barrages, Paris, 18 novembre 2003, pp. 89-98.
- MARNEZY A., RAMPNOUX J.-P., 2006. – « Retenues d'altitudes et neige de culture dans les Alpes françaises du Nord : caractéristiques, répartition, alimentation en eau, impacts sur les milieux ».

Colloque L'eau en montagne : gestion intégrée des hauts bassins versants, Megève, 20-22
Septembre 2006.

MESSIEZ M., 1993. – « Barrages de Savoie ». L'Histoire en Savoie, Société Savoisienne d'Histoire et
d'Archéologie, n° 112, 66 p.

MONTAGNE LEADERS, 2007 (novembre). – n° 204, p. 62.

REYNARD E., 2000. – « Gestion patrimoniale et intégrée des ressources en eau dans les stations
touristiques de montagne ». Université de Lausanne, Faculté des Lettres, Institut de Géographie,
Lausanne, 512 p.

WIPF S. ET al, 2005. – « Effects of ski piste preparation on Alpine vegetation ». Journal of Applied
Ecology, n° 42.

RÉSUMÉS

Les barrages-réservoirs de montagne ont été réalisés initialement dans les Alpes pour répondre à la demande d'énergie en période hivernale. Une certaine diversification des usages de l'eau s'est ensuite progressivement développée, en relation avec le développement touristique des collectivités locales. Aujourd'hui, la participation des ouvrages d'Électricité De France à la production de neige de culture représente une nouvelle étape. Dans les régions où les aménagements hydroélectriques sont nombreux, les besoins en eau pour la production de neige peuvent être résolus par prélèvements à partir des adductions EDF. Les gestionnaires de stations échappent ainsi aux inconvénients liés à la construction et à la gestion des « retenues collinaires ». Cette évolution, qui concerne déjà quelques régions alpines comme la haute Maurienne ou le Beaufortin, apparaît comme une forme renouvelée d'intégration territoriale de la ressource en eau.

Mountain reservoirs were initially built in the Alps to meet energy needs in the winter. A certain diversification in the uses of water then gradually developed, related to tourism development in the local communities. Today, the use of facilities belonging to EDF (French Electricity Authority) to provide water for winter resorts to make artificial snow represents a new phase. By taking water from EDF resources to supply snow-making equipment, resort managers are thus able to avoid the problems related to the construction and management of small headwater dams. This new orientation in the use of mountain water resources already affects a number of alpine regions such as the Upper Maurienne valley and Beaufortain massif and represents a renewed form of the territorial integration of water resources.

INDEX

Mots-clés : barrages alpins, énergie hydroélectrique, impacts territoriaux, multifonctionnalité, neige de culture, ressource hydraulique

Index géographique : Beaufortin, Haute-Savoie, Hautes-Alpes, Isère, Maurienne, Savoie

Keywords : alpine dams, artificial snow, hydraulic resources, hydroelectric power, multi-functionality, spatial impacts

AUTEUR

ALAIN MARNEZY

Université de Savoie.

Alain.Marnezy@univ-savoie.fr