

IMPACT DE LA PRODUCTION DE NEIGE DE CULTURE SUR LA RESSOURCE EN EAU

Elise DUGLEUX

Sous-Direction de la Ressource en Eau
elise.dugleux@eaumc.fr
04.72.71.27.71



L'amélioration de la gestion des ressources en eau représente un volet très important du champ d'intervention de l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse.

Un des principaux objectifs est de définir les bases d'une gestion équilibrée entre les usages consommateurs d'eau et les exigences du milieu.

Aussi, dans les zones de montagne, une attention particulière est portée au développement des équipements de **production de neige de culture** observé ces dernières années. Cette activité permettant de garantir la viabilité économique des stations de sports d'hiver n'est pas sans répercussion sur la ressource en eau.

En effet, il faut souligner la conjonction de cette activité avec la pointe des besoins en eau potable, donc celle des rejets d'eaux usées, le tout en période d'étiage des ressources en eau.

Ces dispositifs mobilisent les ressources en eau disponibles sur les sites : soit l'eau du réseau public d'alimentation en eau potable, soit des ressources naturelles (torrents, lacs, nappes souterraines) ou encore des retenues construites à dessein.

L'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse a donc réalisé une étude afin de prendre connaissance de la situation de cet usage de l'eau sur l'ensemble des massifs montagneux du bassin, afin d'appréhender son évolution prévisible, puis de prendre la mesure des enjeux et recenser les difficultés éventuelles.

Les principaux volets de la démarche sont constitués par :

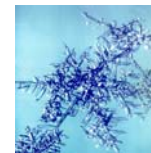
- une enquête auprès des exploitants des stations de sport d'hiver, afin de mieux connaître le parc d'équipement de production de neige, l'origine de l'eau et les volumes utilisés pour cet usage,
- une enquête auprès des communes touristiques concernées, afin d'identifier d'éventuelles difficultés d'alimentation en eau potable dues notamment à la production de neige,
- la définition et l'étude d'un indicateur permettant d'identifier les zones soumises aux plus fortes pressions.

Communication pour le colloque

« L'eau en montagne : gestion intégrée des hauts bassins versants »

Megève, 5 et 6 septembre 2002

Ces travaux ont été conduits en interne et ont fait l'objet du stage de M. Thomas CAMPION en Master spécialisé Eau potable et Assainissement à l'Ecole Nationale du Génie de l'Eau et de l'Environnement de Strasbourg (avril à septembre 2002).



1 Etat des lieux sur le bassin Rhône Méditerranée Corse

Le bassin Rhône Méditerranée Corse compte plusieurs régions montagneuses qui correspondent principalement aux massifs des Alpes du Nord, des Alpes du Sud et plus modestement aux massifs des Vosges, du Jura, de la bordure du Massif Central, d'une partie des Pyrénées, et de Corse.

162 stations de sports d'hiver ont été recensées sur le bassin RMC, essentiellement réparties dans 7 départements : Isère, Savoie, Haute Savoie, Alpes de Haute Provence, Hautes Alpes, Alpes Maritimes, Pyrénées Orientales.

Les données présentées dans cette communication sont issues des enquêtes menées par l'Agence de l'Eau RMC et des contacts qu'elle a pris auprès de différents acteurs parties prenantes de la fabrication de neige de culture.

Les chiffres exposés sont ceux observés sur un **échantillon de 138 stations** de sports d'hiver.

Sur un plan général, il se confirme que les stations de sports d'hiver se sont souvent concentrées dans certaines vallées qui ont l'avantage d'être à une altitude relativement élevée et dont l'accès est facile. Cela est particulièrement remarquable en Savoie (haute vallée de l'Isère, vallée de l'Arc, du Doron de Bozel), Haute Savoie (haute vallée de l'Arve, du Giffre et du Dranse de Morzine), dans les Hautes Alpes (Haute Durance) et dans les Pyrénées Orientales (hautes vallées de l'Aude et du Têt). Les prélèvements sur la ressource en eau sont donc effectués en « tête de bassin » et semblent, de ce fait, moins interférer sur les usages à l'aval. Ce phénomène est beaucoup moins remarquable dans les Alpes du Sud du fait d'une faible densité.

1.1 Les équipements de neige de culture

La quasi-totalité des stations non équipées a pu être référencée. Il y aurait donc près de **85%** des stations du bassin RMC qui posséderait de telles infrastructures d'enneigement artificiel.

1.1.1 Surfaces enneigées

Les surfaces enneigées représentent en moyenne **15% des surfaces skiables**, avec des variations de 5 à 60 % selon les stations.

1.1.2 Altitude

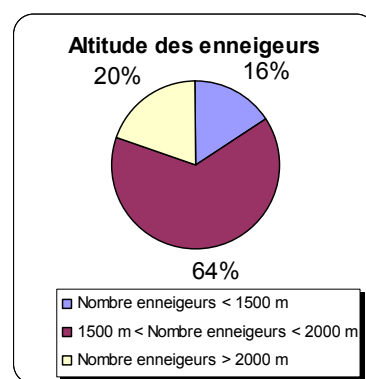
Ces enneigeurs sont souvent situés à une altitude comprise entre 1500 et 2000 mètres.

Ces analyses montrent que les canons sont installés prioritairement en dessous de 2000 mètres.

Cela correspond à l'altitude des petites stations, au « pied des pistes » ou au « retour station » des grandes stations.

Pourtant, la part des équipements située à haute altitude n'est pas négligeable et on peut penser qu'à terme, ce ne seront plus

seulement les bas de station qui seront équipés mais la totalité des surfaces.



Communication pour le colloque

« L'eau en montagne : gestion intégrée des hauts bassins versants »

Megève, 5 et 6 septembre 2002

1.1.3 Enneigeurs

Le recensement effectué met en évidence des variations considérables de 5 à 250 enneigeurs par station en fonction de la taille et de l'altitude des stations. Pour la plupart des installations, il s'agit d'enneigeurs dits « haute pression » ou « bifluide » (air+eau).

Le ratio du nombre de canons par hectare enneigé est très variable. Il dépend de nombreux facteurs et notamment de la technologie des enneigeurs, de la gestion du parc d'enneigeurs (mobilité), voire de la « politique » d'enneigement artificiel de la station.

Le ratio moyen est de 2,7 enneigeurs par hectare mais il peut varier de 0,04 à 17,4.

1.2 L'eau utilisée pour la fabrication de neige

1.2.1 Volumes d'eau utilisés

Le ratio de consommation « théorique » considéré dans l'activité de production de neige de culture est de **1 m³ d'eau pour 2 m³ de neige** fabriquée.

La consommation d'eau observée sur la saison 1999-2000, pour les 119 stations équipées, est de **10 millions de m³**.

*Remarque : Il faut signaler que ce chiffre repose en partie sur des **évaluations** dans la mesure où les volumes n'ont pas toujours été communiqués. Dans ces cas, on a appliqué une hauteur moyenne de neige de 80 cm aux surfaces bénéficiant de l'enneigement artificiel (résultat observé sur les données disponibles).*

Ce volume représente 19% du volume annuel prélevé par les collectivités correspondant à l'échantillon étudié, pour l'usage eau potable.

C'est aussi l'équivalent de la consommation annuelle d'une ville de 170 000 habitants, en considérant un ratio de consommation de 60 m³ par habitant.

Par ailleurs, si on s'intéresse à la consommation d'eau rapportée à l'hectare enneigé, les données disponibles conduisent à un ratio de **4 000 m³ à l'hectare**.

On peut alors la comparer à ce qui est constaté pour d'autres usages, l'irrigation par exemple, à titre de référence on citera le ratio observé pour l'irrigation du maïs en Isère : environ 1700 m³ à l'hectare.

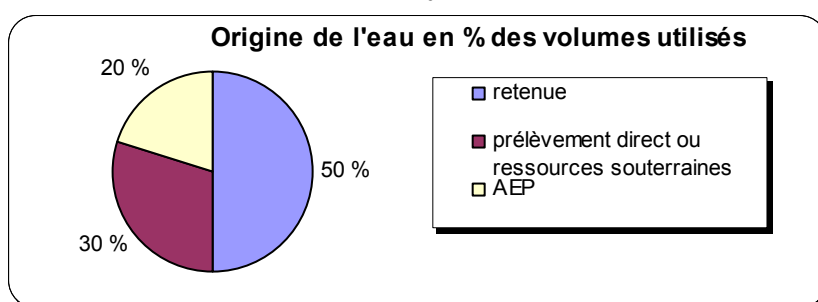
1.2.2 Origine de l'eau

L'activité de production de neige de culture se caractérise par une consommation d'eau concentrée sur une période de 3 à 4 mois dans l'année (de novembre à février).

On distingue 3 types de mobilisation de l'eau : le prélèvement direct dans la ressource en eau (superficielle ou souterraine), l'utilisation du réseau d'alimentation en eau potable et la mise en place d'une retenue collinaire.

Chaque station peut avoir recours à un ou plusieurs de ces modes d'alimentation en eau, selon les configurations, les possibilités et les disponibilités locales.

Voici la répartition observée selon les 3 types de mobilisation cités :



Communication pour le colloque

« L'eau en montagne : gestion intégrée des hauts bassins versants »

Megève, 5 et 6 septembre 2002

a) Prélèvements directs dans la ressource

Les prélèvements dans les cours d'eau posent, semble-t-il souvent, des problèmes aux utilisateurs puisque les débits des torrents de montagne sont très limités à cette période du fait du régime nival des cours d'eau. L'étiage est le plus souvent observé en janvier ou février.

Il y a quand même un quart des stations (**37 stations**) qui prélèvent de l'eau de cette façon, ce qui représente environ **3 millions de m³ d'eau**.

Pour ce qui est de la mobilisation d'eaux souterraines, elle a rarement été observée dans le but unique de fabriquer de la neige, sur l'échantillon de stations étudié. En effet, les ressources souterraines disponibles dans ces régions sont généralement déjà mobilisées pour l'alimentation en eau potable. L'utilisation des eaux souterraines pour la fabrication de neige est donc plus fréquemment rencontrée lors de l'usage conjoint avec l'alimentation en eau potable (voir paragraphe c).

Une station de l'échantillon possède un forage dédié à l'alimentation du réseau de neige, qui représente un volume de 80 000 m³.

b) Retenues collinaires

C'est, semble-t-il, la solution la plus utilisée pour les stations étudiées, les retenues permettent en effet de disposer de façon immédiate, d'une grande quantité d'eau. Ainsi, les exploitants peuvent fabriquer de grandes quantités de neige dès que les conditions de froid sont favorables.

Ces réserves peuvent notamment être approvisionnées grâce au prélèvement d'eau dans un cours d'eau durant les mois précédents l'activité, ou grâce au prélèvement d'eau souterraine, ou bien grâce au drainage d'eaux de ruissellement de terrains alentours, ou encore grâce à la récupération de trop pleins de réservoirs d'eau potable.

Les résultats de l'enquête montrent que près de la moitié des stations (**70 stations**) sont équipées de tels stockages pour un volume utilisé de **5 millions de m³ d'eau** par an.

La fabrication de neige à partir de retenues collinaires présente l'avantage de « décaler » dans le temps le prélèvement dans les cours d'eau, on évite ainsi la sollicitation de la ressource au moment de l'étiage.

Cependant il est certain que ces retenues posent d'autres problèmes environnementaux : les zones susceptibles de pouvoir accueillir de tels aménagements en montagne sont rares. Le plus souvent ces zones plates sont des zones humides, par ailleurs soumises à une réglementation visant à leur préservation.

De plus, une attention particulière doit être portée aux risques de rupture de ces barrages qui pourraient poser des problèmes aux communes situées en contrebas.

c) Réseaux d'eau potable

Si tout le monde s'accorde à dire que ce mode de fonctionnement est peu satisfaisant, il existe tout de même dans une part non négligeable des stations. Le lien entre les deux réseaux eau potable / enneigement peut être très différent suivant les installations : utilisation de l'eau rejetée aux trop-pleins des réservoirs, réservoirs alimentant les deux réseaux, ...

Cela étant, un quart des stations (**35 stations**) prélèvent de l'eau en prise plus ou moins directe avec le réseau public d'alimentation en eau, ce qui représente un volume de **2 millions de m³**.

Ce mode d'alimentation peut être localement à l'origine de conflits entre l'eau potable et la production de neige de culture. Des pénuries ont déjà été recensées et pourraient prendre une ampleur préoccupante surtout au cours des années douces et de faible précipitation. Dans la plupart de ces situations délicates, la priorité est quand même généralement donnée au maintien de la distribution d'eau potable aux populations.

1.3 Les communes touristiques

Afin de confronter cette nouvelle demande en eau avec les besoins du service public d'alimentation en eau potable, une enquête a été lancée auprès des services techniques des communes touristiques. Son objectif était de connaître l'évolution saisonnière des populations dans les communes de montagne, les consommations pour l'eau potable durant les diverses périodes de l'année et les autres activités consommatrices d'eau dans ces régions.

La principale utilisation de l'eau en montagne reste l'eau potable. Mais l'hiver, les populations des communes touristiques de montagne peuvent être **multipliées jusqu'à dix** pendant certaines périodes de vacances. Les besoins en eau sont donc considérables et parfois critiques en raison de la rareté de la ressource à cette époque.

Les résultats de l'enquête mettent en évidence que plus du tiers des communes étudiées sont confrontées à des problèmes d'alimentation en eau en saison hivernale. Les raisons invoquées sont diverses : ressources insuffisantes du fait de l'étiage, faibles rendements de réseaux, neige de culture. Cette dernière cause est tout de même assez rare.

2 Impact sur la ressource en eau

2.1 Impact qualitatif

La neige de culture se distingue de la neige naturelle par le cristal de neige qui ne suit pas exactement le même processus de formation.

Les constituants de la neige de culture sont eux les mêmes que ceux de la neige naturelle : l'eau et l'air.

Il semble que **l'utilisation d'additifs** dans la fabrication de neige soit (encore) **peu répandue**. Il a été porté à notre connaissance, l'existence d'un produit à base de protéine qui est actuellement en cours d'agrément. Les premiers tests n'auraient pas mis en évidence d'impact sur l'environnement. Par ailleurs, la qualité de l'eau utilisée pour la fabrication ne paraît pas présenter de risque de dégradation lors du retour de l'eau dans le milieu naturel, et ce, quelle que soit l'origine de l'eau (retenue, cours d'eau, eau potable).

A l'heure actuelle, on peut donc penser que **la neige de culture n'a pas d'impact sur la qualité de l'eau des ressources**. Toutefois, une certaine réserve est maintenue car les connaissances acquises à propos du ou des additifs sont très limitées.

2.2 Impact quantitatif

D'un point de vue temporel, les volumes annuels prélevés restent généralement compatibles avec les besoins des milieux naturels sollicités. Cependant, la situation peut être différente si on raisonne sur les 4 mois que dure la saison (période d'étiage) ou encore si on étudie les répercussions sur un rythme journalier, voire horaire. Mais pour faire une approche détaillée, les données collectées dans le cadre de cette étude sont nettement insuffisantes.

Afin d'identifier les zones subissant les plus fortes pressions sur la ressource, un indicateur P/R (pour Prélèvement/Ressource) a été défini.

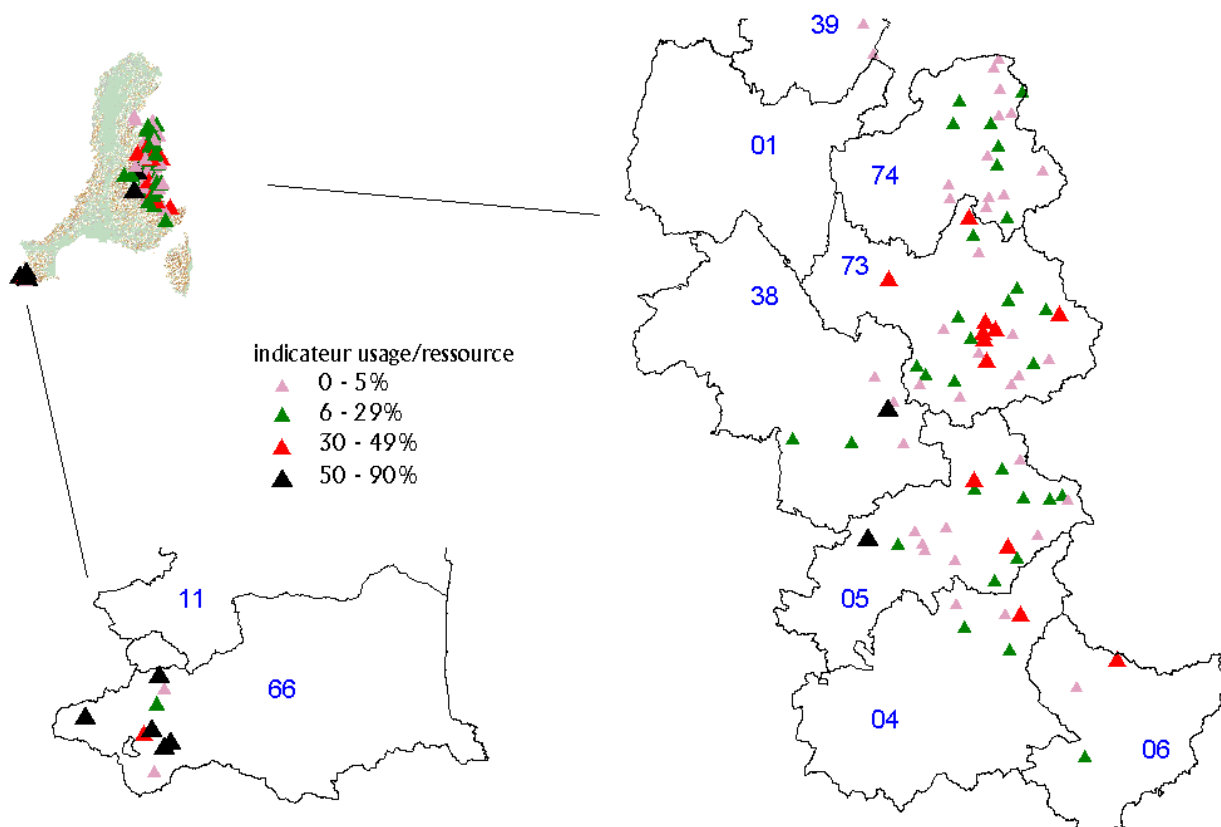
Il a été calculé pour 88 stations, de la façon suivante :

$$\frac{P}{R} = \frac{\text{Volume utilisé en janvier pour la fabrication de neige}}{\text{QMNA 5} \times \text{200 h de fonctionnement}}$$

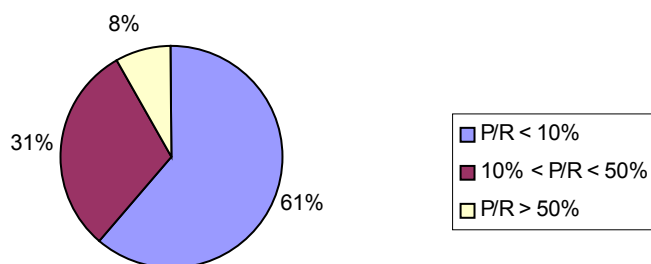
en prenant pour hypothèses :

- le mois de janvier est considéré comme le plus défavorable, combinant de forts prélèvements et l'étiage des cours d'eau,
- 30% du volume annuel est utilisé en janvier,
- la durée de fonctionnement des enneigeurs est de 200 h en janvier,
- le QMNA5 (débit d'étiage mensuel de période de retour 5 ans) est extrapolé par comparaison avec des bassins semblables et affecté au bassin versant « reconstruit » de la station.

Les résultats sont représentés sur la carte suivante :



L'analyse des résultats montre que, pour la majorité des stations (61%), la proportion du prélèvement représente moins de 10% du volume s'écoulant dans le cours d'eau à l'étiage.



On soulignera que les stations dont $P/R > 50\%$ n'ont pas de retenue collinaire.

3 Conclusion

Si la situation actuelle ne paraît pas trop alarmante du point de vue de la ressource en eau, il faut signaler qu'elle pourrait le devenir rapidement dans le futur, du fait de la **poursuite de l'expansion de l'activité de neige de culture qui est annoncée** dans les prochaines années.

La neige de culture devient un enjeu stratégique pour de nombreuses stations et même le facteur de survie de certaines situées à basse altitude. Elle était essentiellement exploitée jusqu'à présent dans l'esprit de compenser le manque de neige naturelle, c'est-à-dire à des altitudes basses à moyennes. Maintenant, c'est le plus souvent un objectif de « tout neige » : enneigement artificiel de la plupart des pistes, qui est visé afin de stabiliser au maximum le chiffre d'affaires des stations.

Enfin, compte tenu de l'amélioration constante des performances technologiques pour la fabrication de neige de culture, l'approvisionnement en eau tend à devenir le principal facteur limitant de la production, après les conditions de température.

Ceci ne fait donc que renforcer l'inquiétude qui pèse sur les ressources en eau et la nécessité de suivre attentivement l'évolution de la situation.

