

NEIGE DE CULTURE ET DÉVELOPPEMENT DURABLE UN CAS D'ÉCOLE

Comme le disait déjà en 1984 le sociologue Jean Baudrillard dans son ouvrage *Cool memories 1980-1985*, "la neige n'est plus un don du ciel. Elle tombe exactement aux endroits marqués par les stations de sports d'hiver". Ce point de vue probablement trop radical est néanmoins un signe déjà donné à cette époque par rapport aux interrogations sur l'enneigement des stations de sports d'hiver. A l'origine la production de neige était une situation d'appoint en réponse à des déficits ponctuels. En quelques décennies, c'est devenu un des outils clés sensé favoriser la rentabilité d'autres investissements dans les stations de ski alpin tout en étant également une tentative de réponse aux préoccupations liées aux évolutions du climat.

Ases débuts, outre les problèmes liés à sa fabrication, la "neige artificielle" avait parfois une image négative car elle était paradoxalement synonyme de manque de neige puisqu'il fallait en fabriquer. A l'heure actuelle, la perception s'est inversée, un site équipé peut revendiquer une garantie neige qui ne pourra que lui être favorable.

Au fil du temps, les canons se sont transformés en enneigeurs, la neige artificielle est devenue neige de production avec un passage par celle de culture. Ces réajustements sémantiques sont un phénomène révélateur des tensions existantes entre l'économie de la neige avec son impact social pour les stations de montagne en passant par l'évaluation de son incidence sur les milieux naturels. Un cas d'école pour aborder une problématique de développement durable.

Arriver à maintenir l'activité lorsque la neige tombée naturellement fait défaut, dès le début des années soixante, la question se pose déjà.

Dans le massif des Vosges, la station du Champ du Feu située à une altitude de 1100 m a déjà dû faire face à un enneigement défaillant durant quelques hivers. Pour Marcel Adam, passionné de ski qui gère le domaine skiable, et plâtrier de son état, la solution se trouve peut-être dans une information communiquée par une personne de son entourage qui est ingénieur agronome. Ce dernier est abonné à des revues scientifiques publiées aux Etats-Unis. Il avait relevé qu'un viticulteur californien avait conçu un système qui pulvériseait de l'eau sous pression au-dessus de ses vignes pour les protéger du gel. Selon les conditions, c'était aussi des flocons qui pouvaient se former.

Les canons à neige étaient nés.

Dans nos montagnes, l'agriculture et le système économique essentiellement agropastoral ont précédé le développement industriel du tourisme. Etrangement, pour la production de neige, c'est également par les milieux agricoles que la connexion s'est établie.

Pour la saison 63/64, ce sont donc six canons à neige conçus par l'entreprise "Snow Maker" qui sont importés des Etats-Unis pour enneiger la piste de la Serva et garantir l'activité. La station du Champ du Feu est alors pionnière en France et vraisemblablement en Europe. D'ailleurs, une délégation autrichienne provenant d'Innsbruck, qui avait en charge l'organisation des IXe Jeux Olympiques d'hiver de 1964 était venue s'informer sur le fonctionnement de l'installation.

La production de neige s'est pourtant arrêtée au bout de deux ans. A ceci, plusieurs explications : il y avait probablement un retour à des hivers plus favorables, et la rentabilité de l'opération était sûrement discutable, mais surtout, ce sont les contraintes d'exploitation qui frisaient la démesure. Et lorsqu'il est question de rentabilité, il faut se replacer dans le contexte de l'époque où la pratique du ski était plus inscrite dans une approche montagnarde que consumériste. Les skieurs montaient fréquemment à pied et ne payaient donc pas les remontées mécaniques.

Enneiger une piste, était un travail de Titans. La gestion et le contrôle de la production ne bénéficiaient pas de l'assistance automatisée que l'on trouve maintenant. Il fallait déplacer les lances en permanence tout au long de la nuit au fur et à mesure que les amas de neige se constituaient, car il n'existe pas à l'époque de chenillettes pour les étailler. L'épuisement physique a eu raison de l'ardeur de ces pionniers, et l'expérience s'est donc arrêtée au bout de deux ans. Il faudra ensuite attendre les années 80 avec de nouvelles installations à Flaine et à Avoriaz, et par la société Rémy Loisirs à la Bresse, qui vont préfigurer la situation actuelle. Ensuite, c'est principalement L'Alpe d'Huez et son directeur de la sécurité des pistes Christian Reverbel qui a inscrit la production de neige dans une logique industrielle. C'est, à l'heure actuelle, la station qui possède la plus grande puissance installée pour la production de neige en France.



La neige

L'occasion de rappeler que l'eau existe sur notre planète sous forme de trois états : solide, la glace ; liquide, l'eau ; et gazeux, la vapeur d'eau.

Pour son état solide, des phénomènes physiques liés à la pression et à la température organisent les atomes d'oxygène et d'hydrogène dans une structuration hexagonale autour d'un noyau. C'est une cristallisation qui se matérialise dans sa configuration finale sous la forme d'une étoile à six branches.

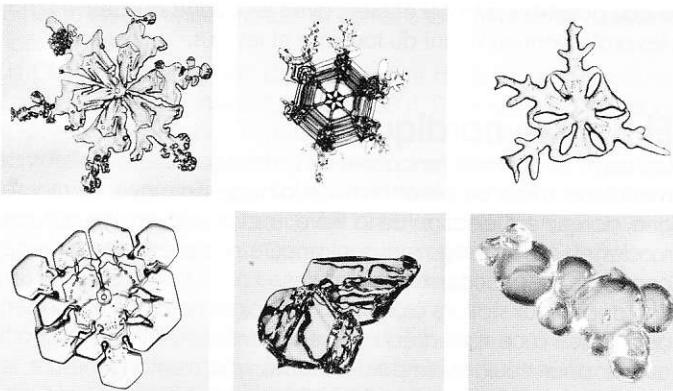
Animée par des courants de convection, dans les nuages, l'eau est sous forme liquide, même si les températures avoisinent les -10°C, alors qu'elle devrait être à l'état de glace dès 0°C environ. Elle est soumise à un phénomène qui s'appelle la surfusion.

La formation naturelle de la neige

Pour qu'il y ait formation d'un cristal de neige, il faut qu'il y ait un noyau autour duquel la cristallisation va pouvoir s'opérer. Ce sont de minuscules particules, poussières, minéraux, etc..., qui vont favoriser la rupture de l'état d'équilibre de la surfusion et favoriser la congélation des gouttelettes d'eau autour d'elles pour permettre la constitution des cristaux. Ce phénomène s'appelle la coalescence.

De sa constitution à partir d'un noyau de nucléation, jusqu'à son stade final qui est le retour à l'eau, la neige sera soumise à des transformations qui après celles de sa construction vont conduire à sa métamorphose destructive. Du cristal à l'eau, la boucle est bouclée, et un nouveau cycle peut recommencer.

La métamorphose destructive de la neige



Cristaux de neige fraîche.

L'étoile à 6 branches se dégrade progressivement.

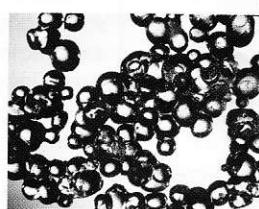
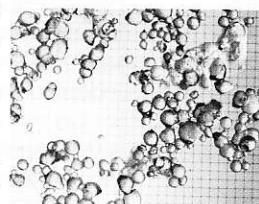
METEO-FRANCE / Centre d'Etudes de la Neige

La neige de production

La base de la structure de la neige de production n'est pas un germe de glace hexagonal, mais une gouttelette d'eau de forme sphérique qui donnera des grains de neige ou plutôt de glace.

Ceci lui confère des propriétés de cohésion qui lui sont propres. Composée de grains de glace, elle est plus stable à travailler et peut le rester longtemps par températures négatives et faible hygrométrie. En revanche, avec une élévation de la température, elle peut très rapidement se charger en eau et former des plaques de glace. Il se peut aussi que les conditions lors de sa formation génèrent une pellicule de glace autour de la gouttelette d'eau, un peu comme un œuf, avec l'inconvénient que cette neige va également se mouiller lorsque, travaillée à la machine, la fraise brisera l'enveloppe de glace.

En fonction des conditions au moment de sa production, elle ne pourra donc pas avoir de différences de croissance, elle va forcément donner des grains de neige sphériques. Son évolution ne s'inscrit que dans un processus de métamorphose destructive, et son retour à l'état liquide.



Cristaux de neige de culture.
METEO-FRANCE Centre d'Etudes de la Neige

Le matériel et la technique

Il existe deux types d'enneigeurs, autrefois appelés "canons" qui fonctionnent selon le même principe. Deux éléments sont nécessaires : de l'air à une température négative et de l'eau. Les deux étant mis sous pression par un compresseur qui permet la brumisation de l'eau atomisée par des buses. Par leur taille minuscule, dans des conditions favorables, les gouttelettes gèlent instantanément.

Les enneigeurs monofluides

Système dit basse pression

Environ 1 100 sont installés en France. Ce sont ces énormes ventilateurs que l'on voit posés sur le bord des pistes. Ils propulsent de fines gouttelettes d'eau qui gèlent au contact de l'air. Par leur déplacement aisés, car tractables derrière une chenillette, et leur mise en place ne nécessitant pas d'installations lourdes, ils sont fréquemment utilisés par des stations qui souhaitent évaluer l'opportunité d'une installation plus conséquente.



Franck Goy

Les enneigeurs bifluides

Système dit haute pression

Ce système est le plus répandu sur les domaines skiables en France. Environ 15 000 perches sont installées. Cette forme d'enneigeur est généralement montée sur des perches de plusieurs mètres (10 m généralement). Il fonctionne grâce à de l'air et de l'eau sous pression. Selon les genres d'enneigeurs bifluides, il existe deux types de technologies, le mélange des fluides peut se faire soit dans le bec de la buse, soit à sa sortie. Ces systèmes de production sont fixes et nécessitent des investissements beaucoup plus conséquents. Mais leur fonctionnement se révèle plus rentable dans le temps. La neige de culture est produite essentiellement avec les premiers froids de l'avant-saison. Elle est stockée sous forme de tas de manière à en limiter la fonte. Elle permettra tour à tour de créer une sous couche qui va favoriser la tenue de la neige naturelle, de garantir des liaisons sensibles entre différentes parties d'un domaine ou d'une manière plus générale de prévenir les éventuelles défaillances de l'enneigement naturel.



Johnson Controls Neige

La ressource en eau

En janvier 2008, Nathalie Kosciusko Morisette, Secrétaire d'Etat chargée de l'environnement a commandé un état des lieux sur la neige de culture et ses impacts environnementaux au Conseil Général de l'Environnement et du Développement Durable. Il a été publié au mois de juin 2009. Il en ressort en définitive que la ressource en eau est vraiment le point majeur et central des préoccupations. Dans ses conclusions, sur quinze points de recommandations, huit sont en relation directe avec l'eau.

Il est donc important de pouvoir garantir un approvisionnement suffisant, sans intervenir de manière préjudiciable sur la ressource en eau d'un territoire donné, pour les besoins de la population et de ses activités, et surtout en période d'étiage à la fin de l'hiver/début du printemps, période de forte activité des sports d'hiver.

L'eau qui alimente les installations peut être prélevée de différentes manières. Dans le milieu naturel, que ce soit par gravité ou pompage, en tenant compte de la logique de bassin versant qui peut générer des déséquilibres importants en ponctionnant l'eau sur un versant et en la rejetant sur un autre. Elle peut être stockée dans des retenues collinaires qui permettent une meilleure gestion de l'eau en la prélevant en période de hautes eaux, et en la restituant en période de basses eaux. Mais ces ouvrages ne sont pas sans inconvénients, et les risques à appréhender dès le projet de leur implantation sont multiples : débordement, rupture de digue, modification du milieu, etc...

Le réseau d'adduction en eau potable (AEP) représente vingt pour cent de l'eau consommée à l'échelon national pour la production de neige. Pour certaines stations, il n'y a pas d'autres possibilités. C'est en principe le trop plein des réservoirs qui est prélevé. Sur certains sites le risque d'une pénurie d'eau potable existe bel et bien, avec les conflits qui peuvent naître entre les professionnels vivant du tourisme et les élus.

Et pour le nordique

Les aléas climatiques font partie des interrogations des milieux de montagne vivant de l'économie de la neige. En moyenne montagne, domaine d'élection de la filière nordique, avec des altitudes modestes, ces interrogations sont encore plus présentes avec des conséquences économiques directes.

Par rapport aux stations alpines, les domaines nordiques accèdent depuis peu à ce type d'équipements, avec une inclinaison particulière pour ceux qui impactent dans une moindre mesure les milieux naturels. Le "nordique" a toujours eu une image et une relation de proximité avec la nature qui est aussi un des éléments forts pour le public dans la palette des critères d'attractivité.

Pour ces territoires, plus qu'ailleurs en montagne, et bien plus tôt, une sensibilité au développement durable, et plus particulièrement à la protection de l'environnement des sites de pratique a engendré des attitudes de réserve par rapport à la neige de production.

Dans cette droite ligne, de nombreux gestionnaires de sites nordiques se sont refusés à céder aux crachements des sirènes blanches sur les bords des pistes. Certains maintiennent et maintiendront leur position pour des raisons éthiques, mais également financières, parce que la question de la rentabilité des investissements pour des domaines nordiques situés autour de 1000 m/1200 m demeurera toujours posée, et surtout incertaine.

Mais pour d'autres, on ne leur retirera pas de l'esprit que l'offre neige demeure et demeurera toujours le principal vecteur d'intérêt des séjournants, primant sur tous les autres pour un séjour à la montagne en hiver. Ils ont révisé leur point de vue en favorisant les perspectives économiques de tels équipements.

Parmi les motivations, en dehors de celles relatives à l'économie touristique, le fait de pouvoir maintenir quelles que soient les conditions, des événements qui font partie du patrimoine local comme la Foulée Blanche à Autrans de Gève ou l'obtention de la Coupe du Monde de ski de fond à La Clusaz ont pu faire pencher résolument la balance du côté de l'équipement en neige de culture.

La controverse

Si le procédé de fabrication de la neige avec ces appareils est artificiel, par les phénomènes physiques qui régissent sa formation, les différents systèmes reconstituent son mode de création naturel à partir d'air et d'eau dans des conditions de températures et hygrométriques données.

Il n'est pas improbable que ce soit dans sa première appellation de neige artificielle qui induisait par sa qualification un aspect synthétique, que la controverse qui lui a été associée a trouvé ses fondements. Elle s'est accentuée avec l'arrivée sur le marché français en 1999 d'un additif : le Snomax de la société York Neige devenue aujourd'hui Johnson Controls. Neige artificielle et pollution étaient fréquemment associées. Une température négative est logiquement une condition de base pour produire de la neige. Lorsqu'elle est voisine de 0°, une faible variation des conditions et plus particulièrement l'élévation ou la baisse de la température de quelques dixièmes de degrés peut neutraliser ou favoriser le processus de formation de la neige.

Une protéine issue d'une bactérie cryogène, la *Pseudomonas Syringae*, découverte dans les années 70, une fois inactivée, pouvait être ajoutée à l'eau de production afin de favoriser une baisse du point de gel pour produire de la neige par des températures qui ne l'auraient pas autorisé autrement.

Différentes études et travaux de recherche ont été engagés et plus particulièrement par le CEMAGREF de Grenoble. Ils n'ont pas permis de déterminer avec précision et certitude la nocivité ou l'innocuité de ce produit.

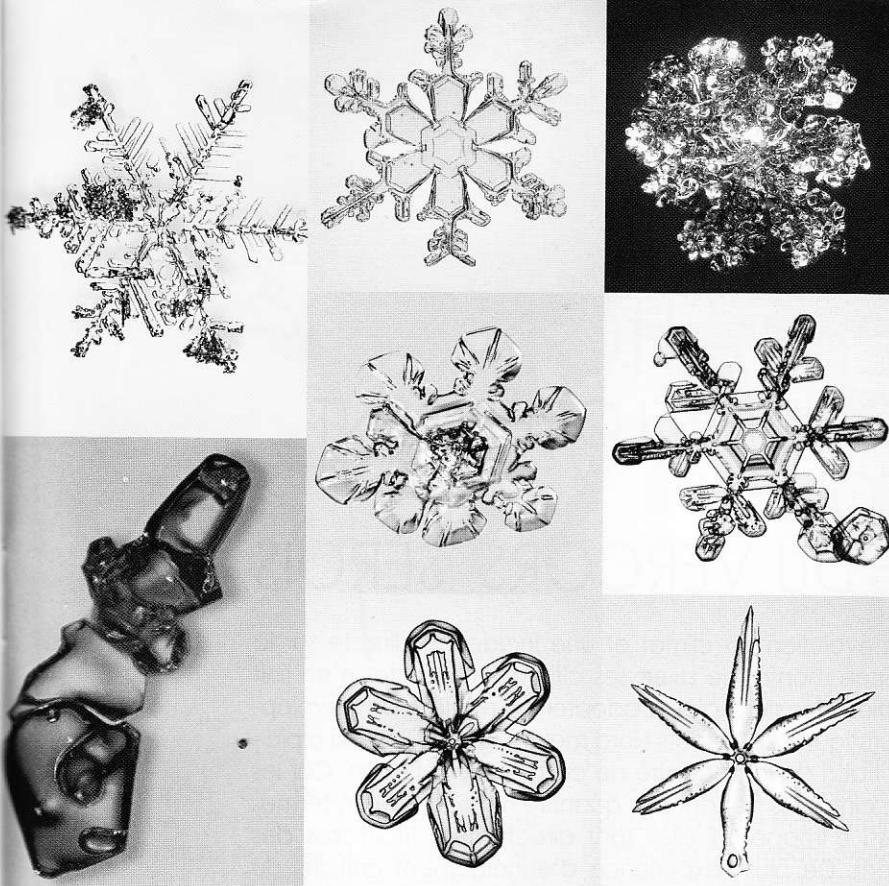
Suite à son apparition, de nombreuses voix se sont élevées, et il faut bien le dire, pas toujours avec les connaissances scientifiques nécessaires à une communication rigoureuse. Il en est encore qui entretiennent sur le terrain la polémique, alors que le Snomax n'est plus utilisé en France depuis 2005.

L'Association des Directeurs de Services de Pistes (ADSP) en accord avec le Syndicat National des Téléphériques de France (SNTF) a adopté un moratoire lors de son Assemblée Générale de Montélimar en 2005 pour ne plus utiliser le Snomax.

Michel Viallet, Directeur du service des pistes de la Station de Valloire en Savoie à l'époque, et qui était en charge du dossier "neige de culture" pour l'ADSP indique que l'intérêt de cet additif, en rapport à son coût était tout de même discutable.

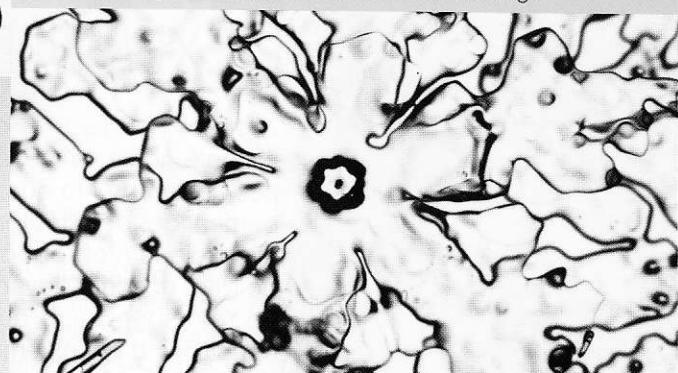
1M³ D'EAU DONNE 2M³ DE NEIGE

Pour avoir une représentation plus concrète : une portion de piste de ski alpin de 100 m, sur 100 m de large représente 1 hectare. Pour l'enneiger sur une épaisseur de 30 cm, il faudra compter 1500 m³ d'eau. Avec la même quantité d'eau il sera possible d'enlever plus d'1,6 km de piste de ski de fond sur six mètres de largeur avec une couche de 30 cm d'épaisseur.



POUR LE PLAISIR DES YEUX

Avec un grand merci à Jean-Louis Dumas et Dominique Lecorps du Centre d'Etudes de la Neige de Grenoble pour les magnifiques photos de cristaux de neige.



METEO-FRANCE / Centre d'Etudes de la Neige

La Clusaz

Aujourd'hui, pour les domaines nordiques la tentation de produire de la neige est devenue grande, et certains se sont affranchis des inhibitions du passé.

La Clusaz s'est engagée dans l'aventure de la neige de culture en concrétisant sa première tranche en 2001. Dans cette station, la vision d'un tourisme organisé autour d'une vie de village est une composante de base des réflexions des responsables locaux. Pour Franck Goy qui dirige la zone nordique, il faut conserver à tout prix la dimension naturelle du site pour pouvoir l'inscrire dans une logique de tourisme des quatre saisons. Ce point a été déterminant dans le choix des investissements liés à l'enneigement de culture.

Dans la gestion courante du quotidien, avec ses installations fixes, les systèmes bi fluides sont plus intéressants, avec le corolaire que le coût d'investissement est plus important. A l'orée du printemps, une fois la neige partie, les perches fixes ont encore moins leur place dans le paysage pour la saison d'été. Les contraintes liées à leur démontage et leur remisage sont très importantes. C'est ce qui a amené Franck Goy à privilégier le choix d'enneigeurs mono fluide pour pouvoir rendre au site en période hors neige son état initial. D'autant plus que les appareils mono fluide sont maintenant informatisés et automatisés. Chaque enneigeur dispose d'une station météo qui lui est propre et qui calcule tous les paramètres pour la production optimale de la neige. Un ventilateur mono fluide a un volume de production moyen de trois perches. Un circuit souterrain alimente tout le réseau. Des bouches de connexion situées dans des regards au niveau du sol, tous les cent cinquante mètres, facilitent le raccordement des enneigeurs qui sont très faciles à déplacer en les accrochant derrière une dameuse. Ceci permet une gestion aisée des tas de neige qui sont ensuite répartis et travaillés à la machine. (Franck Goy a par ailleurs participé, en lien avec la société Kassbohrer, à l'adaptation d'une machine d'origine finlandaise de marque Formatic, pour le travail spécifique des pistes de ski de fond - NDLR).

Rentabilité ?

Si pour les stations alpines avec les marges dégagées jusqu'il y a peu, la rentabilité était relativement simple à appréhender, pour les sites nordiques la donne est toute autre. Il sera difficile et même quasi impossible de rentabiliser les investissements, si ce n'est en les intégrant comme un élément d'attractivité du territoire. Dans des conditions particulièrement favorables, les coûts d'exploitation pourront être compensés, et encore, ils ne tiendront pas compte par exemple des incidences sur la masse salariale des heures supplémentaires ou des heures de nuit qui n'auront volontairement pas été répercutées par certains salariés disposant d'un statut cadre par exemple.

Il est difficile d'évaluer précisément l'impact sur le chiffre d'affaires d'un équipement de neige de culture. Mais, comme le relève Franck Goy, pour ce qui le concerne, si pour l'ensemble des sites du département le chiffre d'affaires a été en baisse de 30 à 40 % par rapport à l'année précédente, le fait de bénéficier d'une installation de neige de culture a eu pour effet de pouvoir maintenir à La Clusaz des recettes à un niveau quasi identique, grâce entre autres à une ouverture plus précoce et à la garantie d'un enneigement minimal tout au long de la saison.

En guise de conclusion, le rapport du Conseil Général de l'environnement et du Développement Durable sur la neige de culture préconise :

“Une réflexion stratégique complète sur la place de la neige de culture dans l'avenir d'un tourisme hivernal et estival réellement durable devrait ainsi mettre en regard quatre éléments :

- > le besoin de financement pour la neige de culture,
- > la pertinence du niveau des mesures de préservation, à moyen et long terme, du capital naturel support de l'activité touristique,
- > la situation financière des collectivités et leur mode de relation avec les exploitants de stations,
- > la situation concurrentielle entre les acteurs du marché touristique”.

■ Bernard JEAN