

NEIGE NATURELLE ET NEIGE DE CULTURE FABRICATION ET OPTIMISATION DE NEIGE DE CULTURE

Les différents états de l'eau, la saturation et la condensation :

L'eau existe dans l'atmosphère sous 3 états : gazeux (vapeur d'eau), liquide (nuage ,Pluie , brouillard) et solide (neige et grêle).
A l'état vapeur, l'eau est invisible et la quantité maximum de vapeur d'eau que l'air peut contenir est fonction de sa température : à -10°C : 2,4 g, à 0°C : 4,83 g, à $+10^{\circ}\text{C}$: 9,36 g.

On peut donc appréhender un paramètre important dans la fabrication de la neige, celui de l'humidité relative . C'est le rapport entre la quantité réelle de vapeur d'eau contenue dans l'air et la quantité maximale que cet air peut contenir en fonction de sa température, à 100 % le seuil de saturation est atteint, tout supplément en eau sera alors à l'état solide ou liquide .

Dans l'atmosphère, la condensation qui est le passage de l'état vapeur à l'état solide ou liquide est généralement la conséquence d'un refroidissement.

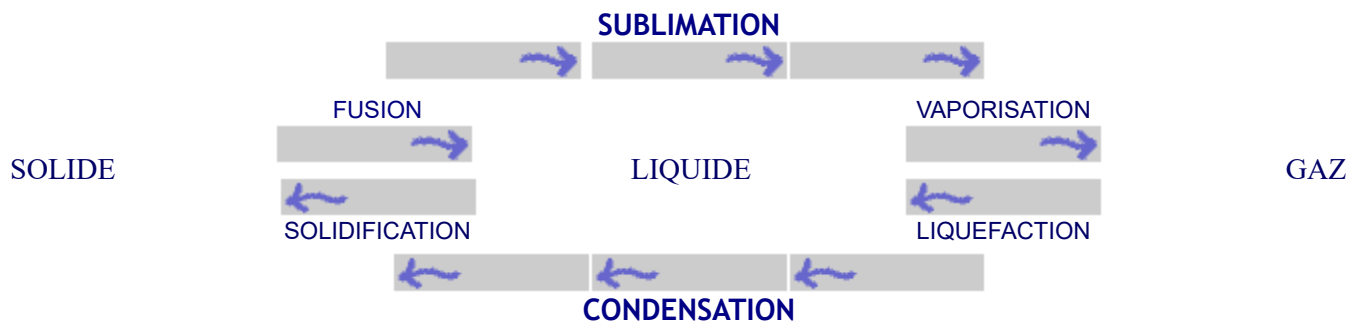
En abaissant la température d'une masse initialement saturée, la quantité maximum de vapeur d'eau admissible devient plus faible, le surplus se retrouve alors sous forme de très fines gouttelettes d'eau ou de glace.

Ce refroidissement de l'air peut être obtenu de différentes façons, par exemple au contact de surfaces froides : Le sol, la nuit ; Mais surtout avec un autre paramètre important dans la fabrication de la neige , celui de la détente.

Tout gaz dont la pression diminue, subit de ce fait une baisse de température, c'est ce que vous pouvez remarquer sur une fuite d'une cartouche de réchaud à gaz ou sur certaines bombes d'aérosol. Or dans l'atmosphère, la pression diminue avec l'altitude, c'est à dire que tout volume d'air entraîné vers le haut verra sa pression décroître et sa température baisser. A un certain niveau, il atteindra sa température de condensation par saturation de son volume de vapeur d'eau admissible, il y aura dans un premier temps formation de gouttelettes et de nuages, puis la poursuite de l'ascendance de cet air maintenant saturé provoquera irrémédiablement une décroissance de sa température, qui sera soulignons-le moins rapide qu'en air sec car le phénomène de condensation libère de la chaleur.

Cette chaleur est appelée : Chaleur latente de condensation, viendra donc limiter en partie le refroidissement de la détente. Pour donner une approximation graphique, on admet que l'air sec perd en moyenne 1° par 100 m, alors que l'air humide saturé $0,6^{\circ}$ pour la même élévation, la différence étant liée à la diffusion ou au dégagement de la chaleur latente de condensation.

Voyons maintenant les possibilités de changements entre ces 3 états :



Pour qu'il y ait condensation, la saturation en vapeur d'eau n'est pas seulement suffisante, en effet le phénomène ne peut se produire que s'il y a présence d'éléments microscopiques de deux types : Les noyaux de condensation ou de congélation.

Les premiers sont des particules d'un diamètre de 0,2 à 10 microns tels que des sels, des particules organiques ou des poussières, ceux inférieurs à 0,2 microns sont appelés noyau d'Aitken. Quant aux seconds, ils sont d'un diamètre comparable mais ils se distinguent des noyaux de condensation par leur structure cristalline comparable à de la glace qui permet la cristallisation des gouttelettes d'eau à des températures négatives. Leurs propriétés sont limitées jusqu'à des températures égales ou inférieures à -12°C .

En l'absence de tels noyaux l'eau resterait à l'état liquide, c'est ce qu'on appelle le phénomène de surfusion qui cesse totalement à -40°C , qu'il y ait ou non des noyaux de congélation.

En conclusion pour que la pluie ou la neige survienne, il faut que les gouttelettes grossissent jusqu'à atteindre une taille suffisamment importante pour vaincre les courants ascendants qui règnent dans les nuages, et ce grâce à 2 processus : La coalescence qui est un mode de grossissement consécutif à la réunion de gouttelettes entre elles lors des chocs qu'elles subissent à l'intérieur des nuages , et les transferts évaporation / condensation.

Les nuages sont le siège de mouvements turbulents, les plus petites gouttelettes se trouvent parfois dans un environnement qui facilite leur évaporation, cette vapeur d'eau disponible se condense sur des gouttelettes qui ont le mieux résisté.

La formation de la neige, les types de croissance et de cristaux :

Les cristaux se développent à partir de particules élémentaires de glace de forme hexagonale que l'on nomme germes; Qui sont finalement constitués d'un noyau de congélation dans lequel d'autres gouttes sont entrées en collision subissant par le fait une congélation. Ce phénomène de transfert entre les gouttelettes et les cristaux s'appelle l'effet Bergeron.

Le cristal initial ou germe est de forme hexagonale. Suivant les températures qui régneront pendant son grossissement, certaines de ses parties verront leurs croissances privilégiées : Les bases pour des cristaux de type aiguille ou colonne (-6°C à -10°C), les faces latérales pour des types plaquette (-10°C à -12°C) ou les arêtes pour celui bien connu de l'étoile (-12°C à -18°C).

On retrouvera, selon un classement de l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM) une dizaine de familles reconnues : Plaquette, étoile, colonne, aiguille, dentrite spatiale, colonne entre deux plaquettes, particule irrégulière, neige roulée ou grésil, granule de glace et enfin grêle.

Parmi les cristaux de cette classification, un cas particulier mérite quelques explications supplémentaires, il s'agit du grésil qui est constitué d'un cristal ayant séjourné dans des masses de nuages turbulentes formées de gouttelettes surfondues qui au contact de ce cristal se sont congelées provoquant ce qu'on appelle le givrage de cristal en le faisant disparaître sous une gangue de particules de glace opaque en lui donnant l'aspect d'une boule de mimosa.

Le manteau neigeux et l'expression de ses mesures :

Après sa chute dans l'atmosphère, le cristal de neige perd de son individualité et s'intègre à la couche de neige recouvrant le sol : c'est le manteau neigeux, matériau constitué de cristaux et d'air qui va évoluer constamment au fil des jours en fonction de multiples paramètres physiques de la structure, la densité, les températures internes et externes du manteau, l'humidité et enfin le bilan radioactif de surface. Ces paramètres physiques sont la masse volumique, rapport de sa masse exprimée en Kg et de son même volume exprimé en m³.

On utilise abusivement le terme de densité au lieu de masse volumique, en fait sa densité est égale au rapport entre les masses volumiques de la neige et de l'eau ($\rho_{\text{neige}} / \rho_{\text{eau}}$) / (1000 Kg / m³). La glace a pour exemple une masse volumique de 917 Kg / m³.

Cette masse volumique dépend au moment de la chute de neige, du type de cristal, de la température, de la force du vent et au sol du poids de la couche supérieure, de son état de transformation et de son humidité.

Toute neige contient une certaine quantité d'air, la porosité de la neige mesure le pourcentage massique d'air qu'elle renferme. Elle est égale au rapport de la masse volumique de la neige exprimée en Kg / m³ sur la masse volumique de la glace soit 917 Kg / m³. Le dernier paramètre physique à prendre en compte est celui de la teneur en eau liquide, cette teneur peut s'exprimer de façon massique ou volumique, dans les 2 cas elle est le rapport entre la masse ou le volume d'eau liquide sur la masse ou le volume de la neige en quantité égale. La TEL volumique peut aussi s'obtenir par le produit de la TEL massique et de la densité.

Les agents de la métamorphose de la neige sèche :

On appelle métamorphoses, les transformations que vont subir les cristaux de neige, les amenant ainsi de leurs formes originelles à des formes granuleuses appelées vieille neige ou neige évoluée.

Deux types d'action vont diriger ces métamorphoses, une action mécanique et une action thermodynamique.

L'action mécanique se traduit par la destruction des cristaux, le vent et le poids successif des couches supérieures sont à l'origine de cette phase destructive.

La masse volumique de cette neige passe progressivement de 80 à 100 Kg au m³ pour la neige fraîche, de 180 à 200 Kg au m³ pour les particules reconnaissables, puis de 250 à 300 Kg au m³ pour les grains fins ou il y a prise de cohésion entre ces grains par la formation de ponts de glace : C'est la cohésion de frittage.

Si les actions mécaniques peuvent être très rapides ; à l'échelle de quelques heures ou de la journée, les actions thermodynamiques sont plus à l'échelle de la journée voire de plusieurs semaines.

Cette action est commandée par la recherche permanente d'un équilibre entre les 2 ou 3 phases de l'eau en neige sèche (Glace ou vapeur) et en neige humide (Glace, vapeur ou eau liquide). L'efficacité des échanges glace / vapeur et vapeur / glace vont dépendre des courbures caractérisant les périphéries des cristaux et du gradient de température.

Le rayon de courbure :

Si deux surfaces de glace de courbures différentes se trouvent à proximité l'une de l'autre, la courbure Convexe est le siège d'une sublimation au profit de la courbure Concave, qui devient un point de condensation directe. Mais le moteur principal de cette transformation reste le gradient de température, de lui va dépendre la vitesse de transformation, le type et la taille des cristaux.

Le gradient de température :

C'est le rapport de la différence de température existant entre deux niveaux consécutifs du manteau neigeux et de la distance séparant ces deux niveaux, il faut souligner que les effets du rayon de courbure et du gradient sont simultanés mais antagonistes : Le premier tend à arrondir les cristaux alors que le second essaie de les rendre anguleux. La prépondérance de l'un déterminera le type de grain qui résultera de cette métamorphose en neige sèche. Un gradient est considéré comme moyen quand sa valeur est comprise entre 0,05°C/cm et 0,2°C par cm. En dessous il est faible et tend à produire des grains fins, au-dessus sa production se traduira par des cristaux de neige en forme de gobelets. En neige dite humide puisqu'elle contient de l'eau, sa température est donc d'environ 0°C, point d'équilibre entre les trois états : gazeux, liquide et solide; Toute neige à température négative doit subir un réchauffement pour pouvoir s'humidifier. L'apparition de la phase liquide peut donc se faire de deux façons, soit par fusion provoquée par un apport de calories, c'est le cas quand le bilan énergétique pour la neige de surface est positif par l'apport direct d'eau liquide sous forme de pluies ou d'eau de percolation.

Le flux géothermique :

Pour les couches de neiges profondes, hormis la percolation, le flux géothermique est faible en effet pour faire fondre 1 cm de neige de masse volumique à 500 Kg, il faut 4 jours avec un flux géothermique de 5 w / m², de plus signalons qu'en neige sèche le gradient

compense le flux géothermique.

La métamorphose de neige humide :

La métamorphose de la neige humide se fait sous l'effet des forces de capillarité en se concentrant aux points de contact entre les grains, entourant ces derniers d'un mince film d'eau au voisinage des parties concaves, ce film a tendance à regeler rapidement libérant à son tour des calories (chaleur latente de solidification), ces calories sont alors disponibles pour faire fondre les plus petits cristaux ou les formes convexes et ainsi de suite. C'est une transformation en grains ronds. On vient de voir dans ce cas l'importance de la quantité d'eau au sein du manteau neigeux, sa teneur en eau liquide est donc un moteur important de sa métamorphose. Pour donner un ordre d'idées, il faudra deux fois moins de temps pour obtenir des grains ronds avec une TEL massique de 7 % au lieu de 3 %. Cependant au delà d'un seuil de rétention d'environ 10%, marquera la valeur limite de rapidité de grossissement des grains.

Le manteau neigeux, en cas de dépassement de ce seuil de rétention ne pourra retrouver une cohésion qu'avec l'effet de regel qui pourra n'intéresser même en cas de fort refroidissement que 15 à 20 cm d'épaisseur. En dessous de ce seuil de 10%, la couche de neige se tasse mais ne subit aucune perte de masse, les forces de capillarité qui s'exercent aux points de contact lui confère une assez bonne cohésion.

Les propriétés et échanges thermiques de la neige :

La capacité calorifique de la neige définit la quantité de chaleur nécessaire à un corps pour élever sa température, elle s'exprime en calorie / gramme / °c. La capacité calorifique de la neige est celle de la glace, la masse d'air étant négligeable, elle dépend donc de la température de la neige, à 0°c elle vaut 0,5 cal / g / °c. Dans les échanges thermiques, il faut dire que l'eau pouvant être rencontrée sous ses 3 formes stables (Solide, gazeuse ou liquide) ou en phase transitoire, chaque passage s'accompagne soit de l'absorption soit d'un dégagement d'une certaine quantité de chaleur appelée chaleur latente : chaleur latente de fusion ou chaleur latente de sublimation etc... et s'exprime en calorie par gramme :

Absorption de chaleur :

-
- Fusion 80 cal / g
- Evaporation 598 cal / g
- Sublimation 678 cal / g

Dégagement de chaleur :

- - Condensation liquide 598 cal / g
 - Solidification 80 cal / g
 - Condensation solide 678 cal / g

La conductivité thermique d'un corps mesure sa capacité à conduire la chaleur, elle s'exprime en watt par mètre et par degré. Cette conductivité n'existe que si la neige est sèche. Dans le cas de neige humide où la température au sein de ce manteau neigeux est homogène à 0°, il n'y a pas de différence de température, il n'y aura donc pas non plus de transfert de chaleur. La conductivité de la neige dépend donc des conductivités de la glace et de l'air et des échanges de chaleur latente dus aux phénomènes de sublimation et de condensation.

La conductivité de l'air est de 0,02 Watt / M / °c et celle de la glace de 2,2 Watt / M / °c. Il existe donc un rapport de 1 à 100 entre ces deux matières. On peut donc conclure que plus la neige a une faible densité, plus elle sera mauvaise conductrice et par conséquent isolante.

Les échanges de la neige avec l'atmosphère :

Au regard, la lumière blanche est composée d'un mélange de somme de couleurs que l'on peut apercevoir à travers des phénomènes d'arc en ciel ou de halo, c'est le rayonnement visible où à chaque somme de ces couleurs correspond une longueur d'onde de radiation variant de 0,38 à 0,78 micromètre (1 micromètre = 10 puissance -6). Cependant cette lumière solaire ou domaine spectral contient également des radiations invisibles à l'œil : Les ultraviolets et les infrarouges dont la taille varie de 0,28 à 0,38 micromètres pour les premiers et de 0,78 à 3 micromètres pour les seconds.

Tout corps qui reçoit un rayonnement, en réfléchit une partie et absorbe le reste. L'albédo définit donc le pouvoir réfléchissant d'un corps et s'exprime par le rapport entre le flux réfléchi et le flux incident, sa valeur est comprise entre 0 et 1.

Il existe un coefficient d'extinction, à partir du moment où le rayon absorbé s'éteint, ce dernier diminue dans les neiges à fortes densités ou à gros grains : C'est le cas des neiges évoluées qui laisse pénétrer le rayonnement plus profondément et donne une accélération de la métamorphose de fonte.

La neige subit enfin une dernière métamorphose liée à son pouvoir d'émission qui est un rapport entre l'énergie rayonnée et la valeur d'un corps noir qui lui est sensé absorber la totalité des rayonnements et émet en permanence un rayonnement en puisant son énergie dans son stock de calories abaissant ainsi sa température.

On voit donc que la neige puisant continuellement dans son stock de calories émettra en permanence de jour comme de nuit un rayonnement infrarouge et qu'en l'absence de compensation sa température subira une baisse continue, c'est surtout la nuit par temps clair que cette baisse est notable alors que durant la journée, surtout par ciel couvert le rayonnement solaire compensera cette perte.

L'air et la neige tendent toujours à un équilibre thermique, il y aura donc des échanges de calories, le vent peut activer ces échanges et conditionne ce flux sensible.

L'humidité dans un air non saturé provoque la sublimation de la neige de surface, ce changement de phase s'accompagne aussi d'une perte de calories liée à la chaleur latente de sublimation (678 cal / g) c'est donc un refroidissement de la neige ; D'autre part la vapeur d'eau contenue dans l'air absorbe le rayonnement infrarouge absorbé par la neige et le ré émet, un air très humide freine donc le refroidissement de la neige de surface.

La pluie peut-elle aussi apporter des calories au manteau neigeux, sans provoquer une fusion significative liée à son manque de calories (10mm de pluie à +5° ne fera fondre pas plus que 1 cm de neige à 0°), par contre la pluie crée des chemins de percolation.

Pour finir, il reste à signaler l'influence du flux géothermique, c'est la terre qui entretient ce flux de chaleur de son centre vers l'écorce terrestre ; Il peut varier de 0,5 à 1 calorie / seconde / m2 en fonction de la nature des sols et de leurs altitudes, ce flux est faible mais continue et c'est lui qui maintient la base du manteau neigeux vers 0° dès que la couche est suffisante soit aux environs de 50 cm.

La neige de culture :

Le schéma de la fabrication de la neige de culture est simple : il consiste à pulvériser des gouttelettes d'eau dans un air ambiant froid de manière à obtenir dans un laps de temps très court une congélation parfaite de ces particules d'eau, avant qu'elles atteignent le sol.

Contrairement à la neige naturelle, la formation du cristal de neige de culture ne provient pas d'un phénomène de condensation total, mais simplement de sa partie finale de solidification transformant l'eau de sa phase liquide à solide : C'est pourquoi les cristaux de neige de culture ne peuvent avoir l'apparence que de granules de formes uniquement sphériques.

Plus stable sur les plans thermodynamiques et mécaniques, la neige de culture ne se tasse que très peu, et évolue de deux manières distinctes selon les températures et climats externes au manteau neigeux.

Conditions de fabrication :

Pour que la production de neige soit possible et en conditions optimum, il faut impérativement que 3 conditions soit réunies : Le bilan thermique doit être équilibré, c'est à dire que le stock de frigories doit supérieur ou égal au stock de calories. Il faut qu'il y ait nucléation pour ne pas laisser d'eau à l'état de surfusion et enfin, que la rapidité de congélation soit suffisante. Pour cela l'enneigreur doit obligatoirement livrer des gouttelettes dont le diamètre est compris, toute technologie confondue entre 0,2 et 0,8 mm.

Propriétés de la neige de culture

Masse volumique :

Les mesures effectuées à ce jour donnent une moyenne d'environ 400 Kg par M3 de neige. En règle générale, emprisonnant peu d'air elle ne se tasse pratiquement pas. Elle a une moyenne de densité 4 fois supérieure à une neige naturelle, fraîche et damée. La masse volumique supérieure de la neige de culture confère à ce matériau une plus grande facilité de cohésion et un potentiel de résistances mécaniques plus élevé. Elle représente aussi un critère de qualité de fabrication prenant en compte la présence de la quantité d'eau non congelée.

Teneur en eau liquide :

Selon des mesures pratiquées par le C.E.N à l'aide d'un carottier, s'il n'y a pas de présence d'eau dans un volume de neige X, soit une TEL égale à 0% et une température négative de cette neige : La neige est dite de qualité très sèche, difficilement préhensible elle ne permet pas de formation de boule par compression. Pour une TEL comprise entre 0 et 2%, la neige produite est assimilée comme étant sèche, elle autorise la formation d'une boule par compression mais retrouve son apparence initiale après fragmentation. Pour une TEL comprise entre 2 et 4%, la neige est dite humide, elle permet la formation d'une boule qui ne peut retrouver son état initial après fragmentation. Et enfin pour une TEL supérieure ou égale à 4%, la neige est dite mouillée, la boule formée prend l'apparence de la glace, ne se fragmente pas et de nombreuses gouttelettes peuvent apparaître pendant la compression.

Résistance au cisaillement :

Les mesures effectuées au scissomètre, décompose les résultats en deux familles. Avec une neige légèrement humide, une fois au sol la prise de cohésion dépend de la vitesse de regel de la quantité d'eau interstitielle dans les minutes suivant sa fabrication. La résistance sera d'autant plus élevée que la température de l'air ambiant sera basse. Dans le cas de neige sèche, seule l'action mécanique ou cohésion de frittage peut consolider cette neige ainsi produite. Les valeurs de résistance ne pourront jamais atteindre celles générées par le phénomène de regel de l'eau interstitielle dans le cas de neige humide.

On peut retrouver la synthèse de ces observations dans la répartition des qualités en pourcentage, des volumes produits à des distances plus ou moins éloignées du canon.

Résistance à l'enfoncement :

Les sondages effectués montrent que la neige de culture présente une excellente résistance à l'enfoncement de la sonde par battage. Ils corroborent de façon formelle les résultats des mesures de résistance liées au cisaillement et confirment ainsi l'aptitude de la neige de culture à résister à l'érosion des skieurs ou à l'usure du temps.

Conclusion :

Au moment de son état au sol, le grain de neige de culture ressemble donc à un grain de forme sphérique et de diamètre variable, conditions de ses paramètres de fabrication et de la technologie utilisée.

En fonction de sa teneur en eau liquide et donc de sa cristallographie, de sa densité, de sa capacité de refroidissement et de l'établissement de son gradient ainsi que de l'action des paramètres extérieurs, le cristal de neige constitué pourra rejoindre deux facteurs types de métamorphoses bien différentes.

Dans le cas de neige sèche, c'est à dire avec une température négative au sein du manteau, les échanges thermiques dirigeront le cristal de neige constitué vers une structure s'apparentant au grain fin. Ses évolutions et métamorphoses rejoindront les cas de figure enregistrés pour la neige naturelle, représentant un atout de pérennité du manteau de neige constitué.

Dans le cas d'une neige humide dont la température est le point d'équilibre entre les 3 états de l'eau, soit 0°C, et pour des températures d'air extérieur, équivalentes ou supérieures à 0°C, si dans un premier temps le regel de l'eau interstitielle donne une cohésion importante, sa fonte en créant des chemins de percolation est un acteur privilégié d'altération, ouvrant la possibilité d'une transformation en grain rond rapide et d'une faible albédo générant un réchauffement plus actif des différentes strates de surface.

Finalement si le mécanisme de production de cette neige est bel et bien artificiel parce que, instantané et intensif, la neige de culture reste naturelle, répondant à des règles physiques similaires tant pour sa formation que pour son évolution. Nous ne pouvons donc que bannir à tout jamais le terme de neige artificiel de nos langages et y préférer celui de neige de culture.

Ces observations ne sont pas axiomatiques, elles demandent encore à s'affiner au rythme de leurs rythmes analytiques.

Le souci majeur de tout exploitant de domaine skiable, est de pouvoir proposer à sa clientèle la totalité de son domaine et ce, du premier au dernier jour de la période d'ouverture souvent prédéterminée bien à l'avance dans les calendriers d'ouverture des stations.

Il en résulte certains impératifs incontournables de prévisions de production, normalement déjà comptabilisés par le cahier des charges et tenant compte, entre autres, des quantités à produire, de la surface à enneiger et du temps estimatif pour couvrir ces besoins, ainsi que des ressources disponibles à la bonne réalisation des objectifs initialement déterminés. Ces impératifs concernent en premier lieu l'état de mobilisation et de formation du personnel à une date entérinée par les besoins, et parallèlement l'état d'équipement et de préparation des pistes à enneiger, de l'état des ensembles constituant la salle des machines, et en second lieu les niveaux de maintenance et d'aptitude à la réaction au démarrage de la production, et tout cela au moment où les premières fenêtres de froid vont pouvoir permettre le début de l'enneigement de culture. Ces objectifs sont donc multiples et différemment complexes en fonction des moyens mis en œuvre, de l'étalement de leurs réalisations dans le temps et principalement des délais impartis. En effet lorsqu'il s'agit de suppléer simplement à un enneigement naturel déficitaire ou de préserver la skiabilité d'une partie du domaine, les besoins sont moins intenses et l'urgence moins ressentie parce que les possibilités thermiques normalement recensées donnent une marge de manœuvre beaucoup plus confortable, et, économiquement le choix de production peut être fait en fonction des périodes tarifaires pour l'énergie beaucoup plus favorables. Par contre lorsque l'enneigement naturel fait défaut, le volume de neige à produire face aux fenêtres de froid disponible ne laisse souvent que peu de marges possibles et, seul un bon calcul des puissances nécessaires et donc disponibles, permet une certaine sérénité vis à vis de l'enjeu économique et de son échéancier. Comme souvent dans de tel cas, les premiers froids arrivent sur des sols non gelés, les températures restent marginales et le réchauffement solaire fait encore des ravages sur les premiers amas de neige constitués. La première opération se résume à un arrosage de la piste avec de la neige regorgeante d'une teneur en eau liquide importante, ce qui a pour double effet de faire descendre le gel dans le terrain et de couvrir une végétation parfois encore dressée. Une fois le sol gelé, l'échange thermique entre le sol et les débuts de production sera moins dévastateur et la campagne pourra réellement débuter par tronçon de préférence de bas en haut en fonction d'où sont garés les chenillettes chargées du régilage de la neige et ce, afin de ne pas transporter des corps noirs qui activeraient la fonte en fin de saison. Les observations actuellement pratiquées sur un manteau neigeux de culture sont encore parcellaires, mais la logique ainsi que la connaissance des échanges au sein d'un manteau de neige naturel et damé, et aujourd'hui l'expérience de plusieurs années autorisent à penser qu'une fois le gel descendu dans le terrain, le choix d'un enneigement de neige plus sèche reste prépondérant et ce pour trois raisons : La première, la formation et l'évolution des cristaux rejoignent celles de la neige naturelle avec une densité toute fois supérieure et assurent une pérennité supérieure compte tenu du nombre de phases évolutives plus importantes, secundo le fait de maintenir une teneur en eau liquide minimum évite les problèmes de ruissellement et de percolation conduisant à la formation de plaques de glaces largement décriée par la clientèle et négatives vis à vis de l'effort de la qualité de la prestation recherchée, une neige humide représente un facteur favorisant de formation de plaques de glace grâce au lissage des skieurs sur ces endroits de production, et troisièmement le travail de la neige peut se faire de façon plus rapide et plus douce pour les chenillettes après un temps normal et préférentiel d'égouttage, ce qui de toute manière représente un coût à ne pas mésestimer dans le calcul final de fonctionnement des usines. En ce qui concerne la clientèle, elle saura apprécier la douceur et la skiabilité d'une piste et n'en aura que plus gré vis à vis de la prestation qui lui est offerte. Cependant il y a un cas de figure bien spécifique et qui va à l'encontre de toute cette logique, c'est quand la destination première de la piste va vers une compétition avant d'être livrée à la clientèle. Dans ce cas là et seulement dans ce cas, le cahier des charges autorisant la livraison d'une piste à la compétition exige de la manière la plus précise, que l'état de la piste offerte aux compétiteurs soit le plus homogène possible du premier au dernier des coureurs dans un sens et un devoir d'équité et aussi de sécurité. La livraison de telle piste souvent avec un fort dénivelé, des murs plus ou moins étroits, pose bien évidemment des problèmes ensuite et oblige à un chenillage systématique des certaines portions afin de pouvoir y faire adhérer de nouveau une neige beaucoup plus sèche et surtout beaucoup plus skiable pour la majorité des clients. Il faut pour la réalisation de tout cela, une maintenance préventive et systématique de tous les organes composant la chaîne de production de manière à ne pas accroître les possibilités parfois catastrophiques d'immobilisations du matériel et donc d'arrêt de la production. Cette maintenance doit être totale : démontage et observations des usures, entretiens, réparations, stockage des pièces pour anticipation de délais de livraison souvent longs, étude et analyse des différents paramètres de fonctionnement grâce à l'enregistrement des

données analogiques (répartition des températures, débit d'eau turbiné, nombre d'heures de fonctionnement, consommation d'énergie, cumul de neige produit par piste etc...).

Cette liberté offerte grâce à la fiabilité de l'ensemble de production permet sans nul doute d'évincer l'obligation de fonctionnement systématique et permet surtout ensuite de privilégier un fonctionnement économiquement plus rentable en attente de températures qui donneront la possibilité de saturer les équilibres des puissances maximums des usines. Diminution donc des ratios énergétiques au mètre cube d'eau turbinée et privilège donné à une neige de qualité. Il ne reste plus que la question épineuse et souvent matière à discorde, de savoir décider de l'arrêt de la production en tenant compte des besoins nécessaires jusqu'au dernier jour d'ouverture de la station en offrant une piste encore praticable aux derniers clients sans pour autant gaspiller des kilowatts par une exagération des stocks.

Comme rien ne peut décider et savoir de la nature plusieurs semaines à l'avance ou comment le printemps sera, seule l'emmagasinage de statistiques comparés aux précédents débits permettra d'approcher de façon asymptotique et raisonnée le choix d'arrêt de la production. Le fait de connaître le potentiel nécessaire pour l'utilisation de chaque piste permet de privilégier la production sur des périodes plus froides et donc d'en limiter les temps d'enneigement en évitant le rustinage à températures marginales de fin de saison, opérations coûteuses qui peuvent gêner les efforts quotidiens de gestion de l'hiver.

I' A.N.P.N.C.

retour page accueil / © www.anpnc.com /FRANCE 

