



ORGANIZZAZIONE INTERNAZIONALE TRASPORTI A FUNE
INTERNATIONALE ORGANISATION FÜR DAS SEILBAHNWESEN
ORGANISATION INTERNATIONALE DES TRANSPORTS A CABLES
INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR TRANSPORTATION BY ROPE
ORGANISACION INTERNACIONAL DES TRANSPORTES POR CABLE

Recommandations techniques en vigueur

**CAHIER 23-1
(Édition 2018)**

LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT DANS LE DO- MAINE DES TRANSPORTS A CABLES

La présente recommandation n'est pas d'application obligatoire, mais constitue un document de travail mis à disposition de la profession.
Il serait souhaitable d'appliquer dans tous les pays, sous réserve de normes nationales et dispositions administratives qui prévvalent.



ROMA 1957
PARIS 1963
LUZERN 1969
WIEN 1975
MÜNCHEN 1981
GRENOBLE 1987
BARCELONA 1993
SAN FRANCISCO 1999
INNSBRUCK 2005
RIO DE JANEIRO 2011
BOLZANO - BOZEN 2017

ORGANIZZAZIONE INTERNAZIONALE TRASPORTI A FUNE
INTERNATIONALE ORGANISATION FÜR DAS SEILBAHNWESEN
ORGANISATION INTERNATIONALE DES TRANSPORTS A CABLES
INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR TRANSPORTATION BY ROPE
ORGANISACION INTERNACIONAL DES TRANSPORTES POR CABLE

Sede : I-00144 ROMA - Viale Pasteur, 10

OITAF

OITAF - RECOMMANDATIONS

Cahier 23-1

Édition 2018

LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT DANS LE DO- MAINE DES TRANSPORTS A CABLES

Documents et Propositions de bonnes pratiques

- **Collision des oiseaux contre les vitres et les câbles métalliques**
- **Construction et exploitation de pistes de ski**
- **L'exploitation des systèmes d'enneigement - Monitoring et bases en matière de gestion des eaux et d'hydrologie**
- **Réduction des besoins énergétiques et des émissions de CO₂**
- **Efficacité énergétique dans le secteur des transports à câbles**

OITAF – Commission d'étude VII

Organisation Internationale des Transports à Câbles

COLLISION DES OISEAUX CONTRE LES VITRES ET LES CABLES METALLIQUES

Propositions de bonnes pratiques

Le présent document est destiné à fournir assistance pratique aux personnes intéressées soit dans la phase de conception soit pendant l'exploitation d'une installation à câbles comprenant des bâtiments à grands vitrages.

Les auteurs soulignent que le niveau d'application du document doit faire l'objet d'une évaluation spécifique par rapport au projet / installation en question et que cette analyse devra notamment tenir compte des particularités régionales et locales.

La vie des oiseaux en montagne subit l'influence de nombreux éléments artificiels et techniques intégrés dans le paysage naturel. Dans le domaine agricole, il s'agit des voies de transport de matériaux, des clôtures en fil barbelé et des clôtures électrifiées. Dans le domaine de l'exploitation forestière, il s'agit des treillis, des grillages et des installations de treuillage et de transport à câbles mobiles. Dans le domaine de la communication à distance, il s'agit des installations d'émission, des câbles téléphoniques et d'autres types de câbles. Enfin, dans le domaine de l'exploitation des remontées mécaniques, il s'agit des installations à câbles, des éléments de déclenchement des avalanches, des bâtiments et des vitres.

1. Les câbles

Les fines lignes de commandes représentent un grave problème dans les régions qui abritent le tétras-lyre, et les dégâts causés auprès des oiseaux sont reconnus. Il convient désormais de trouver une solution pour les installations à câbles, surtout les installations anciennes, puisque la plupart des lignes de commande sont aujourd'hui enterrées, ce qui a permis de réduire significativement ce problème.

Après de longues années d'observation (depuis 1992 en France), il est reconnu que le remonte-pente est à l'origine de près des 3/4 des accidents sur les oiseaux. Suite à ce constat, des rubans rouges ou des boules rouges mobiles ont été placés sur les lignes de commande suspendues pour signaler leur présence. Depuis, aucun oiseau ayant subi une telle collision n'a été retrouvé. Toutefois, cette solution reste valable uniquement pour les câbles fixes et non pour les câbles mobiles.

Une forte baisse de ce risque d'accident est liée à la modernisation de nombreuses installations et à la construction de télésièges présentant des câbles porteurs plus épais (> 30 mm) que ceux des anciens remonte-pentes.

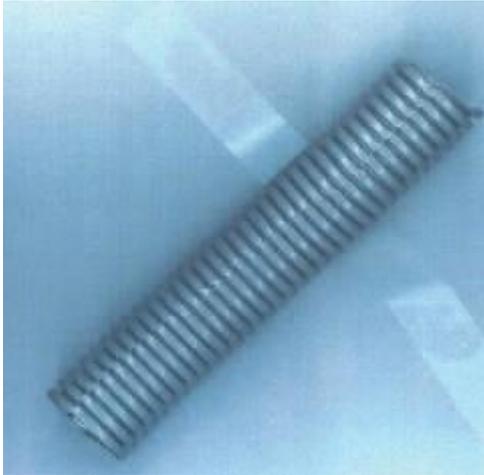
Pour les anciennes installations dont les lignes de commande sont suspendues, il

est conseillé de les colorer ou de les revêtir de bleu (système utilisé dans le domaine skiable de Lech, sans danger de givrage). Cette couleur serait bien visible pour les oiseaux, et son usage devrait désormais se répandre.

Les oiseaux percevraient en effet la couleur rouge comme du noir, alors que le bleu leur apparaîtrait de manière plus vive (les résultats en France penchent cependant aussi pour l'utilisation du rouge). Pour certains types d'installations à câbles, celles équipées de flying fox par exemple, il faudrait ajouter un câble bleu parallèlement au câble tracteur (à gauche ou à droite). Concernant la visibilité des lignes fines, nous renvoyons aux essais faits à Lech : les lignes de commandes du télésiège 3 places débrayable du Kriegerhorn ont été revêtues de tubes flexibles d'installation électrique en PVC rigide gris. Ces essais ont permis une visibilité accrue des câbles fins, réduisant par conséquent le risque de collision.



Photo : Lech - Télésiège du Kriegerhorn : *sichtbar gemacht* = câble rendu visible *kaum zu sehen* = câble impossible à voir



Pour les câbles fixes également, les « suspensions » peu espacées présentes sur tous les câbles semblent apporter une meilleure visibilité (sur la base des exemples actuels de surtension des lignes haute tension près des fleuves et des autoroutes).

Une autre solution envisageable consisterait à agrandir la largeur de tracé des installations à câbles, sachant que l'oiseau vole généralement le long de la ligne.

2. Les baies vitrées et les vitres

Outre le problème que posent les câbles fins, la Commission est unanime sur le fait que les baies vitrées représentent également un grave danger de collision pour les oiseaux.

De manière générale, ce danger renvoie aux scénarios suivants :

- risque de collision dû à la non-reconnaissance des obstacles (transparence totale)
- risque de collision dû aux reflets du paysage et des éléments du paysage
- risque de collision dû à la recherche de refuges et d'abris
- risque de collision dû au brouillard et aux écarts de luminosité

Les vitres inclinées sont une solution car elles offrent une transparence qui n'est pas totale. Elles présentent soit un reflet, soit un aspect teinté (efficace avec une teinte marron / bronze).

Concernant l'apposition d'autocollants sur les vitres, les effets sont insuffisants selon l'avis général. Une autre solution consisterait à coller, sur les grandes vitres, des bandes ou des points dont la taille s'agrandirait du bas vers le haut. D'après les essais réalisés par la Station ornithologique suisse de Sempach, les vitres spéciales à points font état des meilleurs résultats (40 à 50 vitres différentes testées).

Parallèlement à ces possibilités évoquées, il existe aussi des vitres dont la surface est visible par les oiseaux comme une couleur, mais qui reste invisible pour l'œil humain. Enfin, on peut envisager de poser des stores extérieurs sur les baies vitrées, ce qui présente toutefois l'inconvénient de ne pas résister au vent.

Dans l'ensemble, les stores extérieurs les plus efficaces contre la collision des oiseaux sur les vitres ont une teinte appropriée, par ex. une structure imposante d'un bleu moyen (20 cm de large horizontalement, à 10 cm d'intervalle) ou sont peints de manière homogène. Pendant les horaires d'exploitation du domaine skiable, alors que la présence humaine est constante dans la région et autour des stations, le risque d'accident pour les oiseaux est très faible. A l'inverse, il devient très élevé dans les premières heures du matin, le soir et pendant la nuit, et s'accroît avec les effets du brouillard. La plupart des oiseaux ont un pic d'activité le matin. Le tétras-lyre, par exemple, est très présent le matin mais aussi le soir. Les stores pourraient ainsi être fermés pendant ces heures sensibles et laissés ouverts le reste de la journée.

OITAF – Commission d'étude VII

Organisation Internationale des Transports à Câbles

AMENAGEMENT ET EXPLOITATION DES PISTES DE SKI

Propositions de bonnes pratiques

Le présent document est destiné à fournir assistance pratique aux personnes intéressées soit dans la phase de conception soit pendant l'exploitation d'une installation à câbles. Il met l'accent sur les problèmes essentiels lors de la construction et l'entretien des pistes de ski dont il faut tenir compte dès la phase de projet pour être en mesure, dans la phase administrative qui suit d'intervenir en connaissance de cause pour obtenir les autorisations nécessaires sans retard et finalement garantir l'exploitation compatible avec l'environnement.

Les auteurs soulignent que le niveau d'application du document doit faire l'objet d'une évaluation spécifique par rapport au projet / installation en question et que cette analyse devra notamment tenir compte des particularités régionales et locales. Hormis un enneigement de bonne qualité, les pistes de ski optimisées en matière de normes techniques pour la sécurité des utilisateurs et leur impact sur l'environnement sont une condition indispensable pour une saison d'hiver réussie.

Dans cette perspective, il convient de prendre en compte les pistes existantes, mais aussi les nouvelles installations et les travaux d'agrandissement.

Il est incontestable que le tourisme lié aux sports d'hiver implique des interventions dans l'exploitation de la nature. La pratique de ces loisirs de montagne comprend toutefois des aspects sociaux, sociétaux et économiques importants.

La mise à disposition de pistes entretenues et sûres, particulièrement au sein d'une infrastructure déjà existante, est ainsi primordiale. Il faut alors s'assurer que les pistes, leur entretien et leur exploitation n'induisent pas de dégâts écologiques ni de dégradations, ou limiter ceux-ci le plus possible.

Les aspects juridiques, techniques, écologiques et de gestion des eaux lors de la planification, de la construction et de l'exploitation des pistes de ski représentent la plus grande priorité.

En 1990 déjà, le Forum pour l'environnement organisé par les Remontées mécaniques autrichiennes et l'Économie autrichienne des remontées mécaniques ont défini les objectifs comme suit :

« Les Alpes sont notre environnement, une région culturelle riche en éléments naturels. De longs siècles ont fait leur valeur et leur attraction.

Tous nos efforts sont concentrés sur l'humain, sur les personnes qui vivent dans cet environnement et sur celles qui viennent en profiter. Pour certains, les Alpes sont un

lieu de vie et une patrie, pour d'autres, un lieu de détente. Ces deux facettes ne peuvent être préservées que par une économie durable qui satisfait aux exigences écologiques.

Le tourisme et l'agriculture font partie intégrante de l'environnement culturel alpin. Ils doivent donc cohabiter en tenant compte de besoins et des responsabilités. Ces deux secteurs jouent un rôle décisif et indispensable dans la conservation et le développement de l'espace alpin : « Ils œuvrent pour l'activité culturelle dans la région avec pour objectif de conserver l'équilibre écologique, la diversité naturelle, la beauté du paysage et l'identité des habitants au fil du temps qui passe. »

L'utilisation et la mise en valeur de la région, toutes les interventions nécessaires et les mesures de protection doivent s'orienter vers ce but principal et incontesté qu'est le maintien de la valeur de la région des Alpes. L'Économie autrichienne des remontées mécaniques est pleinement consciente de ces devoirs. »

Sur la base de ces objectifs, toutes les mesures et dispositions s'envisagent du point de vue de leur impact sur la région et le paysage. Les points suivants sont donc à observer :

- préservation du paysage, de son caractère, de son image
- préservation de l'équilibre de la région

Les mesures entreprises doivent correspondre aux spécificités du paysage :

- géomorphologie
- géologie, (géo)hydrologie
- climat et zonalité (couverture du sol, végétation)
- érosion et état d'érosion
- utilisation et potentiel d'utilisation
- zones naturelles protégées

Pour répondre correctement aux exigences, il convient de procéder à l'installation, l'optimisation, la maintenance et la restauration des pistes de ski en respectant les prescriptions.

Les objectifs concrets de toutes ces mesures sont les suivants :

- stabilisation des pistes et aménagement d'espaces verts adaptés
- optimisation du cycle des matières, notamment les éléments fertilisants et le régime des eaux, y compris l'acheminement sans danger de l'écoulement de l'eau des pistes

Nous renvoyons ici au document « Entretien des pistes ».

Les pistes peuvent avoir divers effets sur la situation hydrologique existante des précipitations. Il convient de juger ces effets localement, mais aussi à grande échelle. Il s'agit de minimiser les conséquences néfastes sur les terrains et les biens aux alentours des pistes de ski, notamment pour les phénomènes fréquents, et d'empêcher l'aggravation des crues à un niveau plus large du régime hydrologique.

L'eau

Le régime des eaux est le fruit de l'interaction de nombreux facteurs et représente lui-même un facteur de formation du paysage essentiel qui influence :

- l'équilibre régional
- la sécurité et le potentiel de risques de la région
- l'utilisation et le potentiel d'utilisation de la région
- l'optimisation de l'état régional

Les écosystèmes

La construction de pistes de ski et leur exploitation peuvent avoir un impact sur les formes de vie caractéristiques des différents écosystèmes ou biotopes, comme notamment :

- les réservoirs d'eau
- les biotopes humides
- les forêts
- la végétation de hautes herbes et les buissons haut-montagnards et subalpins
- les landes d'arbustes nains subalpines
- les prairies alpines (pelouses calcaires, pelouses siliceuses, crêtes exposées au vent) et les prairies en proie aux avalanches
- les terrains enneigés
- les terriers et les éboulis
- les biotopes rocheux
- les biotopes de mauraines glacières
- les biotopes marqués par la culture et issus de celle-ci (prairies grasses et maigres, pâturages, haies, bosquets, etc.)

La mise en place de nouvelles installations et l'agrandissement de domaines skiables nécessitent une étude préalable des biotopes présents. Il ne faut pas nuire aux milieux exceptionnels dont les formes de vie sont en danger ou en voie de disparition. Nous n'aborderons par la suite que les écosystèmes les plus courants et ceux les plus pertinents en matière de gestion des eaux.

Les réservoirs d'eau

La construction et l'exploitation de pistes de ski peuvent porter préjudice aux cours d'eau ainsi qu'aux réserves d'eau statiques, d'une part à cause d'un ruissèlement et d'une érosion plus importants, d'autre part à cause des mesures d'aménagement. Il convient donc de veiller à ne pas nuire à la capacité de fonctionnement écologique des réservoirs d'eau concernés, ou à s'assurer que cette nuisance n'est que minime (cf. norme autrichienne ÖNORM M6232 : Pouvoir maintenir l'interaction entre le biotope d'un réservoir d'eau et de son environnement ainsi que les formes de vie organiques de ce biotope en fonction des conditions naturelles du réservoir en question.) Les mesures et interventions suivantes dans le cadre de la construction et de l'exploitation de pistes de ski **peuvent** nuire grandement à la capacité de fonctionnement écologique des cours d'eau se trouvant à proximité :

- pistes de ski traversant des cours d'eau (ponts, tuyauterie, etc.)
- mesures de régulation et de modification du débit

- prélèvement d'eau pour les systèmes d'enneigement, y compris la construction de l'installation de prélèvement
- maîtrise et déviation de petits cours d'eau, drainage des zones humides
- obstacles à la migration (barrages, digues, installation de prélèvement d'eau pour l'enneigement)
- couverture de la couche aquifère et des terres du lit du cours d'eau via des mesures de régulation
- perte des zones humides bordant les réservoirs d'eau
- modification du climat lumineux dans le cas de tuyauteries traversant un cours d'eau
- quantité plus élevée de matières en suspension à cause de l'érosion des pistes

La forêt

La forêt est également à prendre en compte lors de la planification, car celle-ci ne peut être modifiée que dans une perspective de très long terme. Il faut envisager les interventions du point de vue de la technique forestière et de l'écologie. Le rôle de la forêt doit être considéré en fonction des points suivants :

- la signification locale pour les éléments à protéger (biotopes, infrastructure, etc.)
- les risques dus à la neige et aux avalanches
- le risque d'éboulement
- le risque d'inondation
- le degré de protection garanti
- l'exposition, l'origine et la gestion de la sylviculture jusqu'à présent
- la vitalité, les dégâts et les maladies
- l'état et la dynamique de rajeunissement de la forêt

Les pâturages

La force d'influence des installations de ski sur la végétation des pâturages dépend surtout de l'exposition, de la forme du terrain et de l'altitude. Ces trois facteurs impactent grandement la hauteur et la durée du manteau neigeux et, par là, la protection de la végétation. L'altitude détermine surtout la capacité de régénération des pâturages.

La flore

Lors de la planification et de la construction des pistes de ski, une attention particulière doit être accordée à la couverture végétale. Il faut ainsi :

- protéger les biotopes de grande valeur écologique
- prendre soin des biotopes de moindre valeur écologique
- tenir compte des variétés de plantes menacées
- procéder immédiatement à l'aménagement d'espaces verts sur les terrains modifiés en plantant des espèces végétales locales et adaptées au site
- garantir la sécurité durable et l'entretien de la couverture végétale

La faune

La mise en place d'infrastructures de sports d'hiver implique par ailleurs un empiètement sur l'espace de vie de certains animaux sauvages. Le rétrécissement de leur zone d'habitat a lieu d'une part avec l'instauration de lignes de démarcation et la limitation conséquente des surfaces occupées et, d'autre part, par le dérangement qu'induit le ski et le tourisme. Ces éléments sont à prendre en compte dans les projets de pistes de ski. En principe, il faut traiter les questions relatives à la faune et à l'écologie de la région du projet dès la planification de celui-ci. Afin d'éviter tout impact négatif, prévoir si besoin :

- la création et la conservation de zones de tranquillité pour les animaux sauvages
- la création et la conservation de zones interdites (accès interdit, empêcher le ski hors-piste)
- la protection et l'amélioration de biotopes et de structures de grande importance pour la faune
- la séparation de zones aménagées pour les ongulés et les espèces en voie de disparition
- le déplacement des zones de nourriture par la création de nouvelles zones
- la mise en place d'une sylviculture et d'une agriculture alpestre adaptées à l'habitat de la faune et au site en question
- la prévention via des panneaux informatifs, l'entretien des relations avec le public
- l'instauration de mesures contre les sources de perturbations (ski hors-piste, ski de fond, etc).

Dans le cadre de la planification et de l'aménagement de pistes de ski, la priorité est donnée à la plus grande préservation possible de l'espace naturel et de ses fonctions. La planification doit minimiser les interventions dans le paysage, aussi bien au-dessus qu'en-dessous de la limite des forêts et ainsi éviter au mieux les impacts écologiques tardifs (dommages en bordure de piste et dommages indirects, érosion, avalanches, inondations, coulées de boue, destruction de la couverture végétale, nuisances aux espaces de vie des plantes rares et animaux sauvages, perturbation de l'équilibre écologique).

Principes de planification pour pistes de ski, installations et systèmes d'enneigement

Dans le cadre d'un projet de pistes de ski, il convient de prendre en compte les points suivants afin d'éviter, ou de minimiser, tous effets négatifs. Les indications relatives à une construction respectueuse de l'environnement concernent aussi bien les nouveaux aménagements (du tracé des pistes à la construction et jusqu'à la finalisation des travaux) que les installations existantes (entretien, amélioration, assainissement).

1. **Tracé précis des pistes de ski** : la première exigence à respecter dans une perspective d'aménagement de pistes de ski est la matérialisation des axes de pistes prévus et le marquage précis des bords de celles-ci (juste avant les travaux de déboisement), que ce soit au sein ou au-delà des domaines forestiers, afin de ne pas dépasser les largeurs de tracés prescrites (par ex. :

autorisation de déboisement conformément à la loi sur les forêts). La planification est également le moment de prévoir et de mettre en œuvre l'entretien de l'exploitation forestière (introduction du rajeunissement) et les mesures techniques (par ex. la pose de clôtures) pour garantir et stabiliser durablement le rajeunissement de la forêt.

2. **Grande adaptation des pistes de ski à l'espace naturel** : il est préférable d'envisager le ski hors-piste sans planification, bien que des modifications du terrain sur de petites surfaces soient tolérables. Cela permet aussi de viser un domaine skiable plus varié du point de vue technique. Les avantages que présente un tel principe de construction de pistes sont :
 - l'intervention limitée sur le sol
 - la préservation de la végétation naturelle
 - la conservation de la capacité d'infiltration du sol
 - la prévention d'une forte érosion
 - un meilleur succès de remise en culture
 - un impact moindre sur le paysage

1. **Minimisation des modifications du terrain** : les modifications du terrain doivent se limiter à l'élimination des sources de dangers pour le skieur. **L'utilisation de pelleteuses** devrait généralement être privilégiée car elle permet une adaptation relativement respectueuse des pistes de ski à l'espace naturel. Il est alors essentiel, dans ce processus de construction, d'effectuer un tri et un stockage de la terre végétale, ce qui aura un effet positif dans le cadre des mesures de remise en culture. L'utilisation d'une pelleteuse réduit également les dommages en bordure de piste (prévention des chutes de pierres). La vitalité et la stabilité des espaces bordant les pistes sont ainsi conservées, et l'apparition de dommages indirects se fait aussi plus rare (chablis, volis, pourriture rouge).

2. **Minimisation de l'impact sur les réservoirs d'eau, prévention d'une grande nuisance à l'écologie.**
Il convient d'observer les points suivants :
 - éviter les modifications de terrain à proximité des portions de cours d'eau et des zones humides dont la valeur écologique est particulièrement importante
 - éviter la traversée de cours d'eau par des tuyauteries. Si la traversée s'avère indispensable dans le cadre de l'aménagement de pistes de ski, il convient au moins de s'assurer que le fond reste ouvert en direction du bas et que la taille du passage est suffisamment grande (incidence de la lumière suffisante des deux côtés)
 - procéder à des aménagements adaptés aux types des réservoirs d'eau et aux objectifs des ressources hydrauliques naturelles à proximité
 - conserver une terre du lit du réservoir d'eau qui soit la plus perméable, dégagée et naturelle possible
 - éviter au maximum de dépasser une hauteur de chute de plus de 30 cm pour les réservoirs d'eau piscicoles (construire plutôt des rampes en présence de chabots ou de vairons en plus de truites de rivière)
 - préférer des barrages en pierres à des barrages en béton en cas de nécessité de consolidation (migration des organismes benthiques)

- maintenir la possibilité de migration en cas de construction de ponts et concevoir des passages pour les petits animaux
 - prendre des mesures préventives en cas d'exécution de travaux, afin qu'aucune substance nocive (par ex. ciment, béton non durci, huile minérale) pour le monde aquatique n'atteigne le cours d'eau en question
 - utiliser aussi les réservoirs d'eau statiques comme installations de rétention dans le cadre de l'aménagement de pistes de ski, tant que les variations naturelles de la surface de l'eau et la qualité de celle-ci n'en sont pas profondément modifiées
 - en règle générale, ne pas changer la morphologie d'un réservoir d'eau (façonnement et organisation du lit et des berges)
 - considérer et protéger les caractéristiques zoologiques et botaniques
 - veiller en tous les cas aux prélèvements de l'eau industrielle (par ex. étangs de pêche, installations d'irrigation, eau de refroidissement, etc). Ne nuire ni la qualité ni la quantité des eaux concernées
1. **L'aménagement de pistes de ski à la limite de la forêt et au-dessus** : en cas de besoin potentiel de modifier l'espace naturel de cette zone sensible, il est avantageux de retirer soigneusement la couverture de végétation par plaques, y compris la couche supérieure du sol, pour ensuite la remettre. S'il s'avère nécessaire de faire des semis, il convient de semer des végétaux alpins. La remise en culture par nivellement demeure difficile dans cette zone précise à cause du développement très lent du sol et de la végétation.
 2. **Éviter les pentes trop raides (plus de 60 %) et les escarpements prononcés** : le respect de ce principe vise la réduction des dommages sur le bord des pistes (chutes de pierres) et de l'érosion. Cela permet de mettre un terme au drainage coûteux et de réduire les incidents de skieurs hors-piste et de dameuses. L'aménagement d'espaces verts s'en trouve amélioré et le risque de givrage baisse. En somme, davantage de sécurité pour les utilisateurs.
 3. **Éviter les niveaux d'horizons de sources d'eau, les zones humides provoquées par des sources cachées et les versants hygroscopiques** : observer ce principe permet de limiter les portions de pistes instables (glissements de terrain, etc.) et de réduire les coûts (drainage). Si ces éléments ne peuvent être évités, les portions en question ne doivent si possible pas faire l'objet d'une planification, et il conviendra de prévoir un système de drainage complet.
 4. **Planification d'un système d'évacuation des eaux adapté au site** : dans la mesure du possible, l'évacuation des bords de pistes dont le sol et le sous-sol sont instables ne doit pas se faire à plat, afin d'empêcher tous glissements de terrain et accumulation d'eau. Dans ces zones, il faut ainsi privilégier des déviations des écoulements de surface qui n'impliquent aucun dommage, via des berges non sujettes à l'érosion menant à des canaux naturels. Le nombre et la taille des tranchées d'évacuation faites sur une piste de ski sont à adapter en fonction du calcul des précipitations, du site, de la végétation présente et de la largeur de la piste.

5. **Planification de chemins de ski et de pistes en diagonale à la pente du terrain** : s'il est nécessaire d'aménager des chemins de ski, il convient de procéder à des adaptations des chemins forestiers et d'alpages. Cela permet d'éviter des tracés parallèles aux chemins et pistes de ski existants, de ne pas utiliser plus de surface de forêt ni de pâturages et enfin de minimiser les dommages indirects causés par les chutes de pierres et l'érosion.
6. **Éviter les chemins de ski s'ils encouragent le ski hors-piste en forêt** : ce principe doit particulièrement être respecté puisque les bordures de forêts sont fréquentées de manière intensive, provoquant des dégâts pour les carres des skis. En cas de nécessité, il faut installer des barrières fixes côté aval.

Dévier l'eau du secteur des pistes de ski

Les éléments suivants sont à observer dans le but de minimiser les dommages sur l'espace naturel :

- ne pas charger davantage les foyers de regroupement des matériaux fluviaux
- si possible, diriger les eaux vers les terrains en bordure de pistes pour infiltration, ou les dévier sans provoquer de dommage
- empêcher que la déviation n'entraîne une détérioration importante des éléments naturels relativement à l'érosion, la stabilité du versant et l'écoulement
- tenir compte des sources utilisées lors des déviations
- ne pas nuire à l'espace bordant les pistes de ski en accumulant du matériel d'érosion (drainage à plat)
- ne pas provoquer de risques d'érosion pour les espaces verts

Remise en culture

La nécessité de remise en culture est due à la déstabilisation de l'état du paysage (sol, caractéristiques régionales) et aux dangers potentiels atteints. Elle est mue par le besoin de reconstitution de l'espace naturel originel. Le maintien de la rentabilité du sol et de l'espace naturel en question compte aussi directement et indirectement dans cet objectif de remise en culture.

Celle-ci implique de nombreuses mesures, allant du calcul de l'érosivité de l'eau à l'aménagement d'espaces verts, en passant par l'optimisation de l'état du sol.

Utilisation, contrôle et maintenance des installations

Outre une planification et une construction des pistes de ski reflétant les meilleures avancées techniques récentes, le contrôle constant et la maintenance des installations par l'exploitant sont de la plus grande importance pour assurer un fonctionnement durable et éviter de mauvaises répercussions. Il peut ainsi falloir renoncer au pacage sur les pistes dont le sol est fragilisé et qui présentent une forte pente, et privilégier la fenaison si besoin.

Utilisation des pistes de ski

Dans les zones urbanisées où l'agriculture de montagne est présente, les pistes de ski sont utilisées pour la fenaison pendant la période de végétation. Le fauchage des pistes où l'herbe croît en abondance représente une mesure d'entretien essentielle. La fenaison empêche la démarcation de la couche végétale par une trop forte accumulation de la masse végétale de surface morte. Elle contribue par ailleurs à une composition homogène de la couche végétale - en freinant les variétés qui poussent trop abondamment et trop haut et en favorisant celles dont la pousse est moins importante - et régularise l'écoulement. Les pelouses ont ainsi l'air plus soignées, ce qui est particulièrement voulu dans les zones habitées.

Les pistes de ski sont également utilisées pour le pacage. Celui-ci favorise le développement de verdure sur les pistes par des moyens plus naturels que pour la fenaison. Les pistes dont les sols sont très sensibles au piétinement (sols humides ou argileux) ou celles situées sur des versants très abrupts ne conviennent pas au pacage. Il faut alors bien déterminer le nombre et le type d'animaux de pacage (habitudes alimentaires, poids). Le pacage a lieu, au plus tôt, dans la deuxième année suivant les semis, une fois que le degré de couverture est atteint.

Entretien des pistes en été

L'introduction de bovins écossais des Highlands dans certains domaines skiables s'est avérée des plus avantageuses. Ces animaux non sujets au vertige s'adaptent également aux terrains les plus abrupts. Le pacage constant et les empreintes laissées par le piétinement réduisent voire empêchent les glissements de neige (les départs d'avalanches causés par un mauvais enneigement des pistes peuvent ainsi être évités).

Plusieurs études ont démontré l'effet positif du pacage des alpages sur les processus d'enneigement.

La seule réserve concerne le fait que ces bovins ne vont pas là où l'herbe est haute. Après l'été et avant l'enneigement, l'introduction de moutons pour brouter cette herbe haute est donc conseillée.

Enfin, l'utilisation de mulch dans le cadre de l'entretien des pistes a plutôt un effet négatif car il réduit la diversité des plantes. Le pacage s'avère en tous les cas la solution la plus économique, surtout avec des moutons.

OITAF – Commission d'étude VII

Organisation Internationale des Transports à Câbles

L'EXPLOITATION DES SYSTEMES D'ENNEIGEMENT **MONITORING** **BASES EN MATIERE DE GESTION DES EAUX ET D'HYDROLOGIE**

Propositions de bonnes pratiques

Le présent document est destiné à fournir assistance pratique aux personnes intéressées soit dans la phase de conception soit pendant l'exploitation d'une installation à câbles. Il met l'accent sur les problèmes essentiels de la neige de culture dont il faut tenir compte dès la phase de projet pour être en mesure dans la phase administrative qui suit d'intervenir en connaissance de cause pour obtenir les autorisations nécessaires sans retard.

Les auteurs soulignent que le niveau d'application du document doit faire l'objet d'une évaluation spécifique par rapport au projet / installation en question et que cette analyse devra notamment tenir compte des particularités régionales et locales.

L'installation et l'exploitation de systèmes d'enneigement impliquent indubitablement une atteinte à l'espace naturel. La satisfaction des besoins en eau joue alors particulièrement un rôle important. Il ne faut pas non plus oublier que même l'eau acheminée lors de la fonte des neiges pour transformation en neige de culture peut avoir des répercussions sur les terrains bordant les pistes de ski ainsi que sur les cours d'eau récepteurs. Outre l'eau (avant, pendant et après acheminement pour transformation en neige de culture), la situation climatique propre à chaque domaine skiable constitue aussi un facteur déterminant à prendre en compte.

Après une phase de planification réalisée minutieusement, et afin d'agir de manière optimale au cours de l'exploitation, il convient de procéder à un monitoring complet des paramètres climatiques, hydrologiques et hygiéniques (bactériologiques).

Pour bien comprendre le concept de « monitoring », une brève définition s'impose ici :

Le monitoring est un terme générique désignant tous les types de recensement d'un processus qui sont réalisés à l'aide d'un moyen technique ou d'autres systèmes d'observation.

Conditions en matière de gestion des eaux

Compte tenu des exigences légales et de la réalité de l'espace naturel, il ne faut pas que l'installation et l'exploitation d'un système d'enneigement nuisent outre mesure ni ne détruisent l'équilibre hydraulique et le cycle naturel de l'eau qui y sont liés. Ainsi :

- L'eau doit être disponible en quantité suffisante et avoir une qualité certaine pour qu'en entretenant le bon état du réservoir d'eau une exploitation convenable du système d'enneigement soit garantie.
- Lors des prélèvements d'eau, des tests spécifiques sur les conditions hydrologiques, hydrogéologiques et écologiques doivent être effectués, et les résultats de ces tests sont à joindre aux projets.
- Les eaux de surface utilisées se trouvant à proximité des pistes et des systèmes d'enneigement doivent être protégées par une planification adaptée, de sorte à préserver le bon état écologique.
- Toutes nouvelles mesures (constructions) touchant aux réservoirs d'eau doivent être mises en place en tenant compte de la capacité d'évacuation nécessaire du réservoir en cas d'inondation.
- La construction de la structure de prélèvement dépend de la quantité d'eau nécessaire garantie.
- Les organismes vivants aquatiques doivent pouvoir circuler constamment dans le bassin de rétention.

Travaux préliminaires

Lors de la planification de systèmes d'enneigement, il convient de mettre l'accent sur les conditions de gestion des eaux et les conditions climatiques, notamment la disponibilité variable de la quantité d'eau nécessaire et les phénomènes climatiques locaux. Les observations réalisées depuis longtemps par les services d'hydrologie et de météorologie, complétées par les mesures locales relatives aux projets, représentent une aide précieuse.

Ces travaux préliminaires intensifs ont une signification importante. Il s'agit non seulement de prendre ses responsabilités mais aussi de respecter la directive-cadre sur l'eau de l'UE. Car c'est là la seule solution pour garantir que l'état des masses d'eau ne se dégrade pas, l'objectif étant néanmoins de préserver leur « bon état ».

Dans la perspective d'un réseau de monitoring efficace et économique, il convient, parallèlement aux points de mesure gérés par les services publics, de mettre en place des points de mesure propres aux conditions spécifiques du domaine skiable et adaptés aussi bien à la situation géographique qu'aux paramètres à recenser.

Principes du monitoring

Dans de nombreux domaines de l'économie, l'observation constante de processus et de phénomènes représente une partie essentielle de l'activité du domaine en question. L'observation sert à :

- acquérir des données et du savoir
- vérifier des éléments
- mieux comprendre les phénomènes

Dans le cas précis des systèmes d'enneigement, les activités de monitoring sont le plus souvent rattachées au domaine de l'**hydrologie**. (L'hydrologie est la science de l'eau, elle étudie sa répartition sur les terres, dans l'espace et dans le temps, ainsi que ses propriétés et ses effets).

Les principales études de l'hydrologie concernent l'observation et la mesure de processus hydrologiques dans le cycle de l'eau (précipitations/température de l'air/évaporation, eaux de surface, eaux souterraines, eaux de source) et l'analyse systématique des phénomènes hydrologiques.

Outre l'hydrologie, il convient de mentionner le domaine de l'hydrométrie, dédié au recensement quantitatif du cycle de l'eau. Il s'agit ici de prélever des données et de les présenter de sorte à pouvoir les exploiter.

Pourquoi le monitoring ?

Seule l'observation constante de la température et de l'humidité de l'air (étude du domaine atmosphérique) permet de reconnaître des états durables et des changements d'états de long terme, et d'envisager la disponibilité de ressources en eau ainsi que le meilleur moment pour l'enneigement.

Grâce à un monitoring adapté, autrement dit un retour sur les processus qui se sont déroulés, il est possible d'établir des scénarios sur la base de moyens statistiques et analytiques dont la mise en application répond aux exigences en matière de gestion des eaux, de législation sur l'eau et d'économie.

Concernant ces exigences, nous pouvons désormais apporter ces premières réponses :

- Un enneigement n'est opérationnel que sous certaines conditions climatiques et, afin de viser de bons résultats, le comportement à long terme des phénomènes climatologiques est très important (climatologie).
- L'eau ne doit être utilisée que si cela ne provoque pas de dégradation durable dans les masses d'eau de prélèvement (cf. Directive-cadre sur l'eau de l'UE et Loi sur le régime des eaux) ; les preuves relatives doivent être fournies en engageant des mesures de protection des preuves aussi bien qualitatives que quantitatives (gestion de l'eau).
- Il faut tenir compte des restrictions légales concernant l'utilisation et l'influence de l'eau et des réservoirs d'eau, et la protection des ressources et des droits étrangers ; une masse d'eau ne peut être utilisée que dans la limite où cela n'entraîne pas de dégradation durable (droit en matière d'eaux).

- Les bons résultats d'enneigement ne peuvent être atteints qu'en utilisant les conditions climatiques de manière optimale ; la surveillance des coûts liés à l'enneigement doit elle aussi être soumise au monitoring (économie).

Pour être conforme aux exigences mentionnées, il est nécessaire de recenser une série de paramètres. Il s'agit globalement des éléments suivants :

Climatologie	Hydrologie	Hygiène, Bactériologie
Température de l'air Humidité de l'air Vitesse du vent Direction du vent Précipitations	Écoulement Niveau des eaux souterraines Débit de source Paramètres qualité	Paramètres chimiques et physiques Paramètres bactériologiques

Tous ces paramètres doivent être prélevés dans une résolution temporelle adaptée. Cela s'impose car c'est uniquement sur la base de ces données que l'on pourra obtenir une estimation statistique des plus probables sur l'apparition de phénomènes spécifiques qui permettra de déduire des prévisions et la portée de ces phénomènes.

Afin de remplir ces conditions, le processus global doit faire l'objet d'une planification et d'une projection minutieuse pour déterminer les paramètres indispensables, le nombre de points de mesure, la situation géographique de ceux-ci ainsi que les modalités de transfert des données vers le centre opérationnel.

Dans un second temps, les mesures et les observations doivent être débutées au plus vite pour pouvoir analyser les données obtenues, dans la perspective de mettre en place l'exploitation d'un système d'enneigement (facteurs économiques) mais aussi de respecter les exigences légales (influence / restriction des droits étrangers).

Collecter des données de manière pertinente

Il faut procéder à une collecte complète et pertinente pour les systèmes d'enneigement qui regroupe à la fois des données sur les précipitations et la température de l'air, les eaux de surface et les matières solides, les eaux souterraines et les sources.

Plus les données sont collectées longtemps, plus la fiabilité de leur analyse augmente. Il apparaît donc approprié de ne pas limiter la collecte au réseau de mesure propre au domaine skiable, mais d'étoffer celle-ci avec les données prélevées depuis des années par les organismes publics, par exemple les services météorologiques nationaux et internationaux et les services hydrographiques régionaux et nationaux.

Pour les données collectées par un domaine skiable (/ par l'exploitant des installations à câbles) qui ont un caractère local, les données mentionnées ci-dessus offrent des informations à plus grande échelle et permettent aussi d'aboutir plus rapidement à des prévisions simplifiées.

Dans tous les domaines, la collecte de données devrait être réalisée dans la durée, aussi bien du point de vue du temps que de l'espace, afin d'atteindre la fiabilité souhaitée.

En ce qui concerne l'évaluation des données, il faut préciser qu'il s'agit – à l'exception des données provenant du radar météorologique – de données ponctuelles dont la fiabilité diminue plus le point de mesure est éloigné.

Les précipitations peuvent aussi bien être recensées comme valeurs d'événement, comme valeurs journalières, mensuelles et annuelles, que comme valeurs extrêmes. Elles sont mises à disposition comme telles par les services. Parallèlement à ces valeurs, les valeurs de mesure de la température de l'air sont également intéressantes pour l'exploitation optimisée des systèmes d'enneigement, et se présentent de manière standard : 7h, 14h, 21h.

Pour garantir une exploitation optimale des systèmes, il est crucial que l'évaluation statistique de ces données, en particulier leur fréquence et leurs probabilités d'apparition, soit reliée aux données locales recensées par l'exploitant des installations à câbles.

Les prévisions météorologiques sont un autre outil gagnant toujours plus d'importance dans l'enneigement. Celles-ci sont notamment très utiles pour déterminer les meilleures périodes d'enneigement. Il est en effet possible de prévoir en amont les conditions climatiques favorables au personnel et à l'infrastructure technique pour agir efficacement dès l'apparition des phénomènes favorables à l'enneigement. Les renseignements correspondants sont disponibles auprès des services météorologiques compétents. Ces informations concernent aussi bien le modèle de prévisions mis en place que la possibilité d'accéder aux résultats des prévisions.

Qualité de l'eau

Outre les domaines hydrologique et climatologique évoqués, le monitoring de la qualité de l'eau gagnera toujours plus d'importance à l'avenir.

Il ne s'agit plus seulement de mener des observations sur les eaux de surface, mais aussi sur les eaux souterraines et les eaux de source. Un élément demeure en effet, même après de longues années d'expérience : l'enneigement est encore et toujours confronté aux dégradations de l'environnement.

Coûts du monitoring

En matière de coûts du monitoring, il convient de distinguer les coûts liés à la construction de la station de mesure de ceux dus à l'exploitation de cette dernière. Sur la base de nombreuses années d'expérience avec différents prestataires, les coûts suivants ont pu être établis (prix généraux).

Climatologie	Hydrologie
Température de l'air Humidité de l'air Vitesse du vent Direction du vent Précipitations	Écoulement Niveau des eaux souterraines Débit de source Paramètres qualité

Domaine	Coûts en €
Domaine atmosphérique (précipitations, température de l'air, vent)	4.000,00 – 4.500
Température et humidité de l'air	2.500,00
Direction et vitesse du vent	3.000,00
Hauteur de neige	3.500,00
Niveau d'eau (échelle limnimétrique)	500,00
Niveau d'eau et température de l'eau (collecteur de données)	1.500,00

Les montants indiqués ci-dessus sont des prix généraux qui n'incluent pas la construction du point de mesure pour le capteur et le collecteur de données.

Gestion et transfert des données

Il existe plusieurs solutions pour transférer les données : la traditionnelle transmission via un réseau téléphonique, la transmission GSM, la transmission GPRS, la transmission par satellite et la radio-transmission.

OITAF – Commission d'étude VII

Organisation Internationale des Transports à Câbles

Réduction des besoins énergétiques et des émissions de CO₂

Propositions de bonnes pratiques

Le présent document est destiné à fournir une assistance pratique aux personnes impliquées soit dans la phase de conception d'une installation à câbles, soit pendant l'exploitation de celle-ci. Ce document aide à prendre en compte, dès le début du projet, des thèmes importants dans l'exploitation des domaines skiables équipés d'installations à câbles et de leur infrastructure, notamment les locaux dédiés à la restauration, et à garantir ensuite une exploitation respectueuse de l'environnement avec des besoins énergétiques réduits et de faibles émissions de CO₂.

Les auteurs soulignent que le niveau d'application du document doit faire l'objet d'une évaluation spécifique par rapport au projet /ou à l'installation en question, et que cette analyse devra notamment tenir compte des particularités régionales et locales.

Avant-propos

Afin de proposer un cadre clair pour ce thème, il est précisé que les secteurs des transports à câbles ne peuvent produire de bilan CO₂ que pour les domaines dont ils sont directement responsables.

Un tel bilan exclut donc les émissions de CO₂ que pourraient produire les moyens d'accès au site en question, les solutions externes d'hébergement et de restauration, l'offre bien-être proposée et toute autre infrastructure touristique.

Le point de départ concret pour établir un bilan CO₂ est l'entrée directe dans le domaine skiable qui se fait au niveau du « tourniquet ».

Cela est dû au fait qu'à partir de ce point l'exploitant d'un domaine skiable peut agir sur ses activités de telle manière que l'impact sur le bilan CO₂ relève de son périmètre d'influence. Il convient par ailleurs de noter que pour la question du bilan CO₂, il faut toujours partir du principe que c'est d'abord le touriste qui est venu visiter la région. Ce n'est qu'ensuite que sont apparues les offres de confort comme les remontées mécaniques, les hôtels et les infrastructures de bien-être pour augmenter l'attractivité des sites. Par conséquent, ce n'est pas l'exploitant mais le touriste lui-même qui est le déclencheur des impacts environnementaux sur une région.

Si l'on observe les bilans CO₂ réalisés dans les secteurs des transports à câbles, ils tendent souvent à pointer les nuisances entraînées par le ski. Pourtant, les bilans CO₂ ont une bien plus grande importance pour les domaines skiables eux-mêmes parce qu'ils peuvent représenter une aide conséquente pour économiser de l'énergie, utiliser celle-ci de manière efficace et promouvoir des investissements pour l'amélioration des installations. Après la prise de conscience du client sur les bilans

communiqués, c'est surtout leur comparabilité et leur transparence à l'échelle internationale qui revêtent une grande importance aux yeux de la Commission d'étude - Environnement de l'OITAF

Dans cette optique, un projet pilote a été lancé par l'Université des ressources naturelles et des sciences de la vie de Vienne et la Commission d'étude - Environnement de l'OITAF, en collaboration avec l'Agence fédérale autrichienne pour l'environnement (Département pollutions sonores et transports), un projet financé par le domaine skiable de Lech, en Autriche. L'objectif de ce projet est de développer une méthode appropriée et de montrer à l'aide d'exemples les possibilités qu'offrent ces bilans CO₂ aux domaines skiables.

L'établissement des bilans d'émissions de CO₂ dans une exploitation complexe comme celle des remontées mécaniques de Lech s'est fait à l'aide d'un modèle informatique. Le modèle GEMIS de l'Agence fédérale pour l'environnement est adapté à l'Autriche et permet de calculer les impacts environnementaux de différents systèmes pour ensuite les comparer. Le calcul des équivalents CO₂ (quantité de CO₂ émise et autres gaz à effet de serre comme le CH₄, le N₂O, le perfluorométhane, l'hexafluoroéthane) intègre l'ensemble des processus essentiels, comme par exemple l'extraction de matières premières, la production d'énergie primaire et les émissions dues au transport. Dans ces bilans, à la différence des représentations de valeurs habituelles, les processus en amont sont également représentés dans le calcul. La modélisation du domaine skiable de Lech s'est basée sur la consommation des saisons d'hiver 2008/09, 2009/10 et 2010/11.

L'ensemble des installations exploitées par le site ont été observées pour calculer l'empreinte carbone de celui-ci. Le domaine utilise le courant électrique pour l'exploitation des remontées mécaniques, les systèmes d'enneigement, les gares et les services internes de restauration. Le diesel est utilisé pour les dameuses et les machines agricoles. Les bâtiments sont chauffés au chauffage urbain, à l'aide de panneaux solaires et de l'énergie géothermique. Le calcul a également pris en compte le recours à d'autres types d'énergie et de matériaux pour les ateliers, les installations photovoltaïques ou les chenillettes à neige, ainsi qu'à des consommables comme les huiles, les graisses et les produits nettoyants.

En examinant les trois années de référence considérées pour faire ce calcul, il ressort une baisse des équivalents CO₂ dans l'ensemble des secteurs du domaine skiable de Lech, à l'exception de l'enneigement dont la proportion a significativement augmenté. Les saisons suivantes montrent toutefois un inversement de cette tendance, les chutes de neige naturelles et les températures lors de ces chutes étant totalement différentes.

Une certaine variation peut également s'expliquer par la longueur de la saison, c'est-à-dire le nombre de jours que compte celle-ci.

Outre le courant utilisé pour les remonte-pentes, la consommation de diesel entraîne des équivalents CO₂ élevés. Sur l'ensemble des émissions, le diesel est la deuxième catégorie la plus élevée. Les domaines skiables équipés d'installations fonctionnant au diesel ont des potentiels d'économie importants.

Par exemple, les équivalents CO₂ du bouquet électrique de la centrale du Vorarlberg qui alimente le domaine de Lech (0,177 kg/kWh) sont en-dessous de la moyenne

autrichienne (0,231 kg/kWh) grâce à une grande proportion d'énergie renouvelable. Si l'on intégrait du courant issu de centrales à charbon ou de l'électricité nucléaire, le bilan baisserait autrement.

Potentiels d'économie

Les potentiels d'économie dépendent d'une part des chiffres absolus (exploitation des ressources) et d'autre part de l'intégration de l'énergie issue de sources respectueuses de l'environnement. Les principaux axes d'amélioration concernent l'électricité et la consommation de diesel. Le chauffage des bâtiments avec l'approvisionnement en eau chaude représente aussi une autre catégorie importante. Ces éléments sont analysés ci-après :

L'électricité

La consommation électrique est essentiellement liée au système d'enneigement. Celui-ci représente par exemple près de 52 % de l'énergie électrique pour le domaine skiable de Lech. Les améliorations atteintes grâce à des modifications conséquentes et continues sur l'ensemble des installations et à des adaptations à l'état de la technique sont particulièrement efficaces. Par ailleurs, les mesures couvrant toute la gestion de l'enneigement (mesures des hauteurs de neige calculées par GPS) ont un effet positif sur la consommation électrique.

En fonction des conditions locales, des turbines peuvent également être installées dans les systèmes de canalisation des systèmes d'enneigement afin de produire du courant électrique. Le domaine skiable d'Oberstdorf, par exemple, dispose d'une centrale de ce type qui produit 33 % de sa consommation électrique annuelle totale.

Pour ce qui est du bilan CO₂, recourir davantage au courant vert représente un autre potentiel d'économie.

Les efforts faits dans le secteur du photovoltaïque contribuent à sensibiliser les gens et montrent un engagement en faveur des énergies renouvelables.

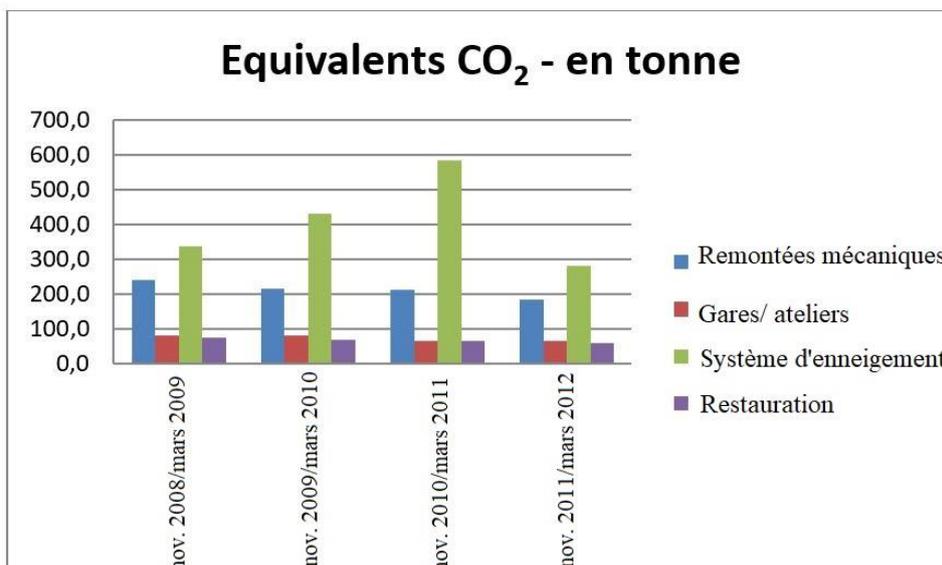


Illustration 1 : Représentation de la consommation électrique pour chaque catégorie de consommateur (équivalents CO₂ en tonne) de novembre à mars pour les saisons 2008 à 2012 (domaine skiable de Lech)

Tableau 1 : Représentation de la consommation électrique pour chaque catégorie de consommateur (équivalents CO₂ en tonne) de novembre à mars pour les saisons 2008 à 2012 (domaine skiable de Lech)

Catégories de consommateur	Equivalents CO ₂ en tonne			
	nov. 2008 / mars 2009	nov. 2009 / mars 2010	nov. 2010 / mars 2011	nov. 2011 / mars 2012
Remontées mécaniques	238,9	216,3	211,6	182,4
Gares/ ateliers	81,2	80,0	65,3	66,0
Système d'enneigement	338,0	431,2	584,1	280,3
Restauration	72,8	66,9	66,1	57,8
Total	730,9	794,5	927,1	586,5

Remarque : les émissions de l'installation photovoltaïque sont comprises dans celles des remontées mécaniques.

Remarque : la période de novembre à mars a été choisie en raison de la qualité des données disponibles.

Le diesel

Le diesel est principalement utilisé pour la préparation des pistes. Une bonne gestion du parc de véhicules, des formations pour adopter un comportement de conduite optimisé ainsi que des systèmes incitatifs à destination du personnel du domaine skiable permettent de faire de grandes économies.

Les améliorations apparaîtront avec l'utilisation de carburants respectueux de l'environnement et l'usage cohérent des innovations techniques en matière de systèmes moteurs.

La capacité de résistance hivernale limitée des biocarburants est à prendre en compte, mais ceux-ci restent toutefois une option pour l'utilisation des machines agricoles (entretien estival des pistes).

Chauffage des bâtiments

Pour ce qui est des équivalents CO₂, et outre l'application de mesures en matière de construction (isolation des bâtiments), il est possible d'atteindre des valeurs remarquables grâce à l'utilisation de ressources régionales et à la mise en place de systèmes de chauffage et de dispositifs de régulation de chaleur. En comparaison avec d'autres combustibles, la biomasse peut être classée comme produisant peu

d'émissions. Une autre façon de réduire les émissions consiste à utiliser des pompes thermiques (énergie géothermique) ou encore des panneaux solaires pour l'approvisionnement en eau chaude.

Pertinence des résultats

Il s'avère qu'un bilan CO₂ se prête bien à démontrer les efforts réalisés en matière de consommation d'énergie et de prévention environnementale.

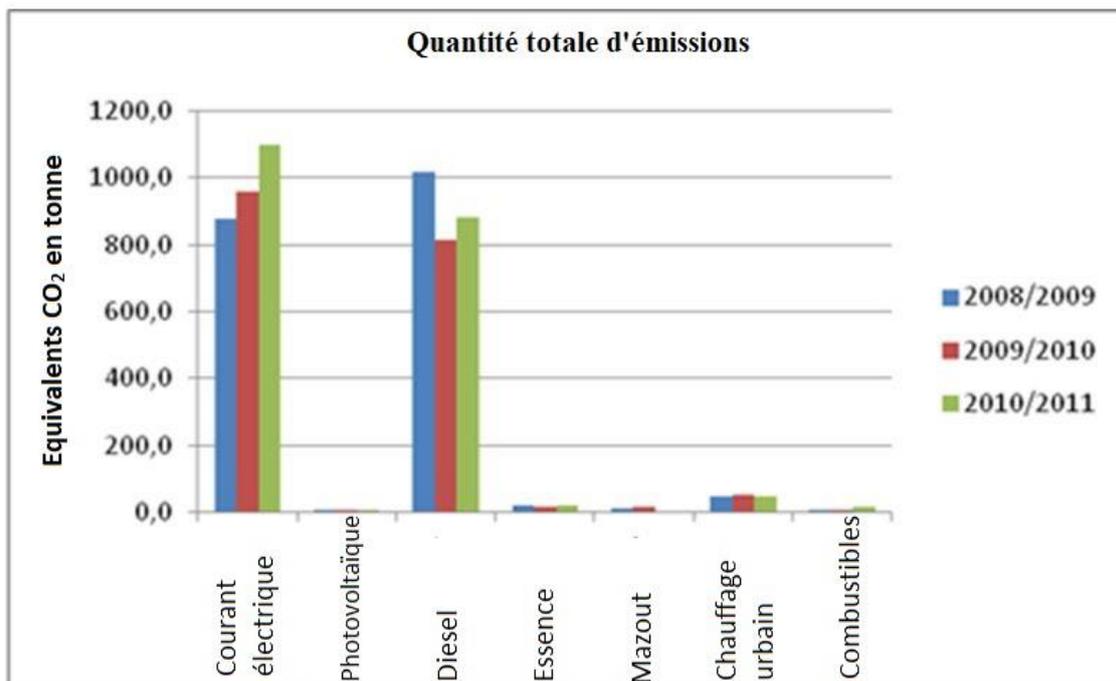


Illustration 2 : Evolution des émissions de gaz à effet de serre en équivalents CO₂ en tonne pour les saisons 2008/09, 2009/10, 2010/11 (Domaine skiable de Lech)

OITAF – Commission d'étude VII

Organisation Internationale des Transports à Câbles

Efficacité énergétique dans le secteur des transports à câbles

Propositions de bonnes pratiques

Sur la base du **Guide pour les domaines skiables** (*Leitfaden für Schigebiete - BMLFUW 2006*), du **Guide pour le concept énergétique et climatologique dans le cadre d'une procédure d'étude de l'impact environnemental** (*Leitfaden für das Klima- und Energiekonzept im Rahmen von UVP-Verfahren*) ainsi que des **Recommandations sur les possibilités de réduction des besoins énergétiques en entreprise** (*Empfehlung eines Weges zur Energieeinsparung im Unternehmen*) et de l'étude sur la **Gestion énergétique des transports à câbles - Suisse** (*Energiemanagement bei Bergbahnen*), nous souhaitons présenter ici des mesures visant à augmenter l'efficacité énergétique dans le secteur des transports à câbles.

L'objectif est d'optimiser l'utilisation des ressources disponibles, comme l'eau, l'énergie électrique et les combustibles fossiles. Cela implique également l'intervention du personnel et le recours aux machines.

1. Exposé sur l'état actuel de la consommation énergétique et ses sources

En premier lieu, il convient de lister et de classer les combustibles et les vecteurs énergétiques principalement utilisés (approvisionnement en énergie avec des vecteurs énergétiques fossiles et/ou renouvelables) :

1.1 Activités générales

- Contrats de fourniture d'énergie
- Consommation électrique des transports à câbles et des remonte-pentes (consommation totale, courbe de variation aux différentes heures de la journée)
- Consommation en eau et en énergie via l'infrastructure d'enneigement
- Consommation de carburant du parc de véhicules (tracteurs, dameuses, etc.)
- Consommation énergétique au sein des bâtiments alloués aux bureaux/ caisses/ ateliers
- Consommation énergétique liée à la restauration
- Consommation énergétique du système de chauffage

- Autoproduction d'énergie (énergies hydraulique, solaire, éolienne, géothermique)
- Récupération de chaleur (moteurs des transports à câbles, air évacué des locaux de restauration)

1.2 Energie électrique (électricité)

- Raccordement (puissance absorbée, etc.) et indications concernant les capacités de réserve
- Présentation de la simultanéité de l'exploitation des remonte-pentes et de la production de neige. Pouvoir expliquer si ou à quel moment des pics de captage d'électricité sont (ou vont être) atteints.
- Recensement des pertes de réseau en dehors des heures d'exploitation par des postes de transformation
- Recensement du courant déwatté

1.3 Combustibles fossiles

- Quantité [t/a, l/a] et qualité des combustibles et carburants
- Description technique des installations en place concernant l'utilisation des combustibles fossiles (puissance installée, heures de pleine charge / an, production énergétique en kWh / an)

1.4 Energie renouvelable

- Energie hydraulique, énergie solaire thermique, photovoltaïque, énergie éolienne, biomasse, biocarburants, etc.
- Quantité [t/a, l/a, kWh] et type d'énergie renouvelable autoproduite/ fournie
- Qualité de la biomasse
- Description technique des installations en place concernant l'utilisation de l'énergie renouvelable (puissance installée, heures de pleine charge / an, production énergétique en kWh / an)

2. Présentation des besoins énergétiques des bâtiments, installations, machines et appareils

- Les remonte-pentes
- Les systèmes d'enneigement
- Les autres appareils et machines (parc de véhicules, moteurs, pompes, etc.)
- L'éclairage des installations sportives et des bâtiments
- La technique du bâtiment (restauration, hôtellerie, structures de services, etc.)
- Heures d'exploitation et puissance par jour et par saison, distinction saison d'hiver / saison d'été pour la durée d'exploitation maximale

3. Présentation de l'efficacité énergétique par le biais d'indicateurs

- Remonte-pentes (par ex. la dépense d'énergie par personne transportée : personnes-altitudes-km)
- Systèmes d'enneigement (par ex. la dépense d'énergie par m³ de neige)
- Autres appareils et machines (dameuses, moteurs, pompes) : par ex. classes EURO
- L'éclairage (par ex. les informations sur le label énergétique)

4. Analyse des processus d'exploitation

- Réalisation d'un bilan énergétique
- Gestion des pics de charge : vérifier si ou à quelle fréquence le prestataire doit dépasser la prestation convenue
- Préparation des pistes : gestion de la flotte/ mesures de la hauteur de la neige
- Vérification de l'utilisation efficace des véhicules, quel que soit leur type
- Gestion de l'enneigement : quelle est la proportion d'enneigement par borne hydrante/ zone de piste pour obtenir une piste en parfait état, maintenir celle-ci ainsi et avoir des réserves suffisantes, sans produire trop de neige ?
- Exploitation des transports à câbles : adaptation de leur vitesse en fonction de la fréquentation et du nombre de cabines
- Exploitation des infrastructures de restauration et des bâtiments : gestion des pics de charge
- Règles d'application pour le personnel

5. Solutions

5.1 Solutions pour l'organisation

Compte tenu des points mentionnés ci-dessus, les éléments suivants se révèlent pertinents pour le recensement et l'amélioration de l'efficacité énergétique :

- Introduction d'un mode d'exploitation des transports à câbles en fonction des besoins
- Attention à accorder à l'efficacité énergétique de tous les types de produits utilisés
- Préférence pour des moteurs économiques pour les nouvelles installations
- Utilisation de logiciels adaptés pour un contrôle constant et un recensement de la consommation énergétique par voie/ station/... gare d'embarquement (base pour la comparaison sur plusieurs années d'exploitation)
- Enregistrement des durées d'exploitation des différentes installations
- Contrôle des factures d'électricité
- Formation du personnel sur les possibilités d'économie d'énergie :
 - chauffage et ventilation des pièces
 - utilisation correcte des commandes des installations/ appareils
 - utilisation responsable de l'énergie et de l'eau

5.2 Solutions pour les bâtiments et la technique

- Isolation des bâtiments
- Automatisation et optimisation du système de chauffage
- Récupération de chaleur (installation d'échangeurs thermiques sur les groupes moteurs des voies, restauration, etc.)
- Optimisation des systèmes de ventilation
- Autoproduction d'électricité donc de chaleur
 - *Utilisation du système d'enneigement pour autoproduire de l'électricité*
 - *Utilisation d'une petite centrale hydroélectrique*
 - *Installation d'une centrale de pompage-turbinage : judicieux à partir d'une surface d'eau utilisable supérieure à 500 000 m³*
 - *Exploitation d'installations photovoltaïques*
 - *Utilisation de la chaleur de la terre via des sondes géothermiques*
 - *Utilisation de l'énergie solaire thermique comme chauffage d'appoint*
 - *Utilisation de l'énergie éolienne*

6. Baisse des coûts de l'énergie

- Vérification des contrats de fourniture d'énergie
- Introduction d'un pool d'achat avec plusieurs acheteurs
- Optimisation du plafond concernant l'achat d'électricité ; coordination avec les producteurs-distributeurs d'électricité, flexibilisation temporelle
- Gestion des pics de charge (empêcher le dépassement du plafond de référence)
- Limitation et réduction de la consommation (modulation de l'exploitation des différents éléments consommateurs en fonction du temps et des températures, par ex. un puit canadien)
- Activation du groupe électrogène de secours

Les premiers constats faits ci-dessus et les mesures qui en résultent forment un outil complet en vue d'optimiser l'utilisation des ressources disponibles dans les domaines skiables (transports à câbles, restauration, etc.) et leurs environs.