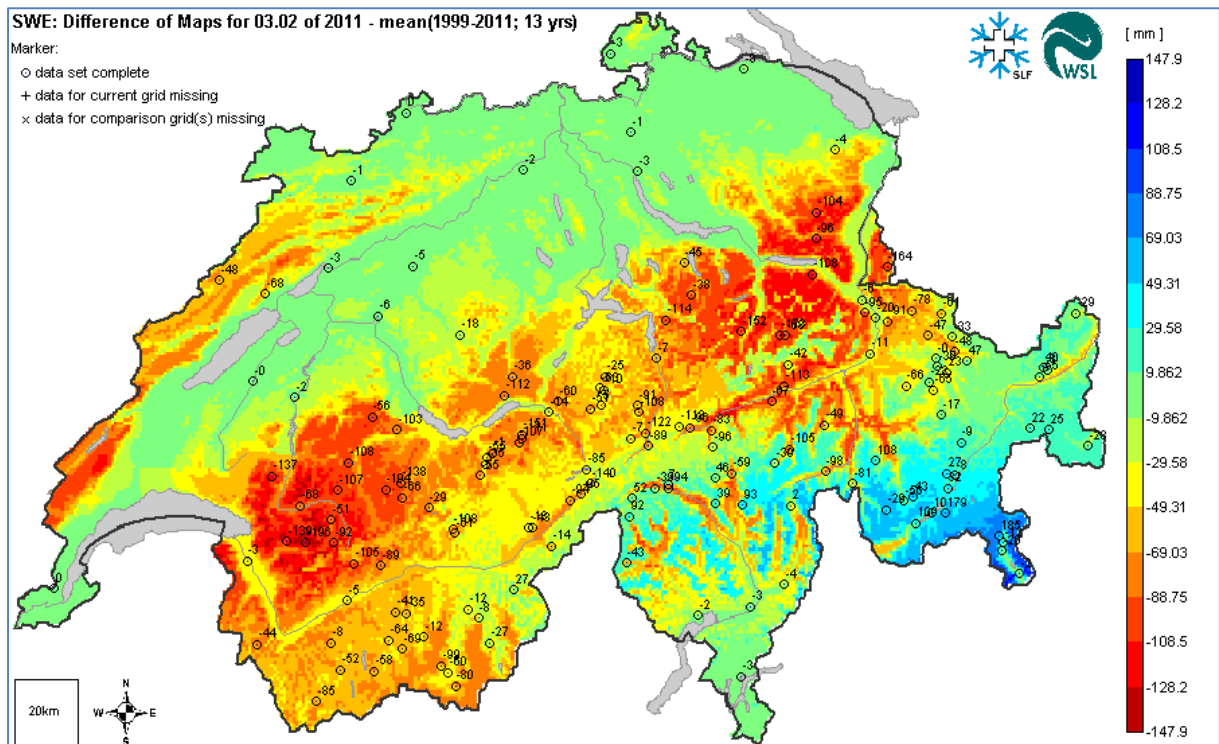
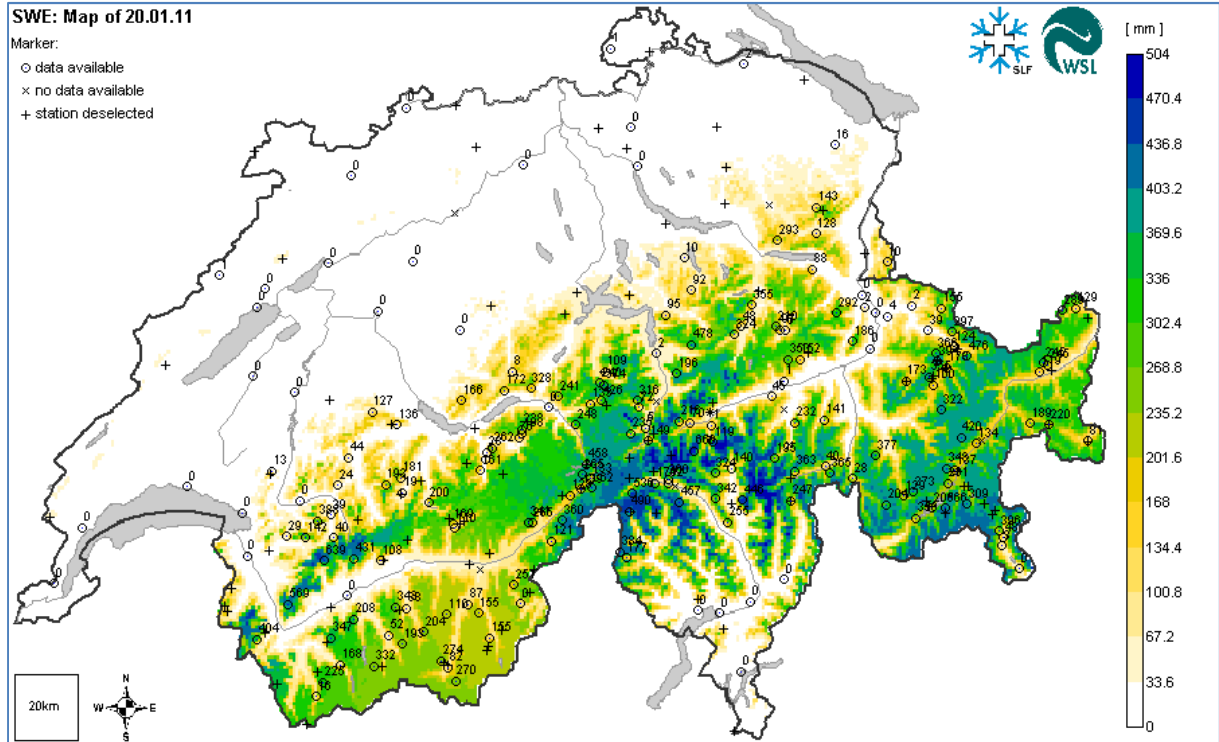


Produits d'hydrologie nivale sur GIN

Cartes SWE



Description

Les cartes d'équivalent en eau de la neige (cartes SWE) montrent une estimation de la répartition des ressources hydrologique stockées dans le manteau neigeux en Suisse. Les cartes ont une résolution de 1km et les valeurs sont exprimées en mm (équivalent en eau). Les cartes se basent seulement sur les données des bassins de mesure et des stations situés en plaine. Elles montrent les valeurs de référence des zones de plaine, c'est-à-dire le SWE qui devrait être mesuré en plaine dans la topographie réelle. Vous trouverez plus d'informations sur ce sujet au paragraphe « Aides à l'interprétation ».

La carte « SWE absolu » montre la situation pour un moment défini. En général, les cartes sont actualisées en hiver chaque jeudi et sont valables pour 8h00. Dans certains cas, les cartes sont même actualisées plus souvent. La carte « SWE relatif » montre la différence de la situation actuelle par rapport à la moyenne de toutes les cartes des années passées depuis 1999 pour le même jour. Une valeur positive (en bleu sur la carte) signifie que le SWE est plus élevé qu'habituellement à la même période de l'année et au même lieu.

Bases de données

Les données suivantes ont servi à la réalisation des cartes

« SWE absolu »

- Les informations quotidiennes sur la hauteur de neige de l'hiver en cours provenant de plus de 200 stations / bassins de mesure de différents réseaux;
- Les mesures prises régulièrement (généralement tous les 14 jours) de la densité de la neige dans environ 40 bassins de mesure cet hiver;
- Informations satellite actuelles sur la couverture neigeuse;
- Informations spécifiques sur la couverture neigeuse obtenues par webcam, en particulier là où on ne dispose pas, pour le moment, d'informations satellite à cause de la couverture nuageuse.

« SWE relatif »

- Les informations quotidiennes sur la hauteur de neige de plus de 200 stations / bassins de mesure de différents réseaux depuis 1999;
- Les mesures prises régulièrement (généralement tous les 14 jours) de la densité de la neige dans environ 40 bassins de mesure depuis 1999.

Méthodologie

La première étape est de convertir l'ensemble des données concernant la hauteur de neige (HS) en SWE au moyen d'un modèle de densité de la neige. SWE et HS sont liés à la densité moyenne du manteau neigeux (ρ_b)

$$\text{SWE} = \text{HS} \cdot \rho_b$$

Les données de plus de 10 000 profils de neige des Alpes suisses montrent que le SWE est relativement en bonne corrélation avec la HS, mais qu'on ne déduit pas facilement ρ_b du SWE ni de la HS. D'autres facteurs jouent manifestement un rôle important. Il existe une série de modèles qui ont résolu cette problématique. On calcule le SWE sur la base d'un modèle de densité de la neige qui est décrit en détail dans les publications suivantes:

- Tobias Jonas, Christoph Marty, Jan Magnusson; *Estimating the snow water equivalent from snow depth measurements in the Swiss Alps*; 2009; *Journal of Hydrology*, 378, 161-167, doi:10.1016/j.jhydrol.2009.09.021

Les données SWE calculées selon ce modèle sont interpolées sur une carte au quadrillage 1x1 km au moyen d'un procédé développé spécialement pour les données concernant la neige. On calcule par région quelle valeur de SWE on retrouve selon les différentes altitudes (tendance de l'altitude). A la fin, on calcule pour chaque pixel, sur la base des données des stations environnantes, l'écart local le plus vraisemblable par rapport à la tendance régionale de l'altitude. Ces deux informations sont nécessaires au calcul des cartes SWE pixel par pixel. Le procédé utilisé ici a été optimisé pour la densité des réseaux disponibles en Suisse et validé quantitativement.

La mise en commun des données fournies par les satellites et les webcams se fait à l'aide d'une intégration supplémentaire de stations de mesure virtuelles. Ces informations supplémentaires ne sont pas incluses partout, on les ajoute seulement aux endroits importants pour compléter les réseaux existants. Le choix judicieux de ces lieux permet une répartition homogène des stations de mesure, aussi bien horizontale que verticale. On utilise environ 200 stations de mesure virtuelles, essentiellement le long des gradients d'altitude dans les vallées et au niveau des points de référence sur le Plateau. Pour plus d'informations, consulter la publication suivante:

- Foppa, N., A. Stoffel and R. Meister. 2007. *Synergy of in situ and space borne observation for snow depth mapping in the Swiss Alps*. *Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinform.*, 9(3), 294–310

Les cartes SWE différentielles (« SWE relatif ») sont obtenues à partir de treize cartes pour un moment défini pour chaque année depuis 1999. A chaque fois, ces treize cartes sont recalculées en se basant uniquement sur les stations qui peuvent donner des mesures au moment choisi pour les treize années et en n'associant pas les données fournies par les satellites et webcams. Ainsi, on s'assure que les cartes ne contiennent pas d'artefacts dus à d'éventuelles modifications dans le réseau des stations. Néanmoins les cartes SWE différentielles s'appuient sur moins de données.

Aides à l'interprétation

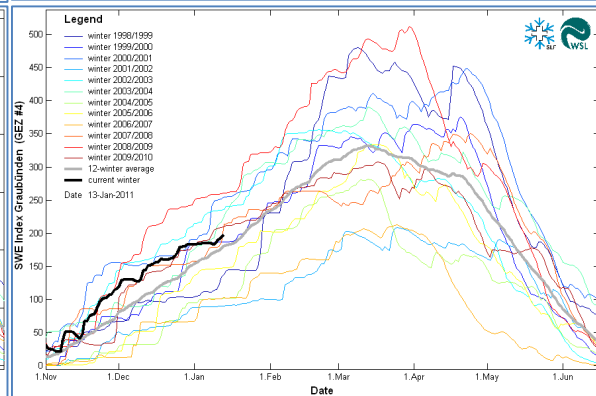
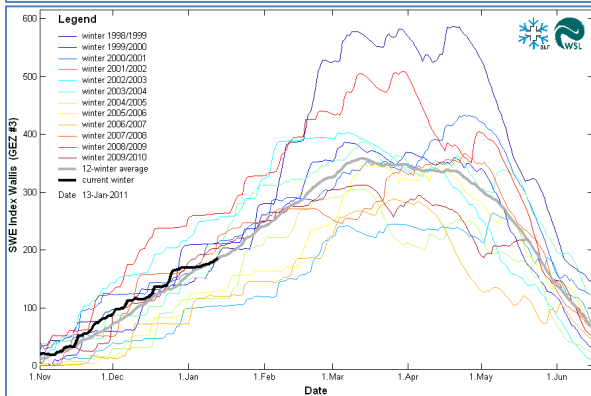
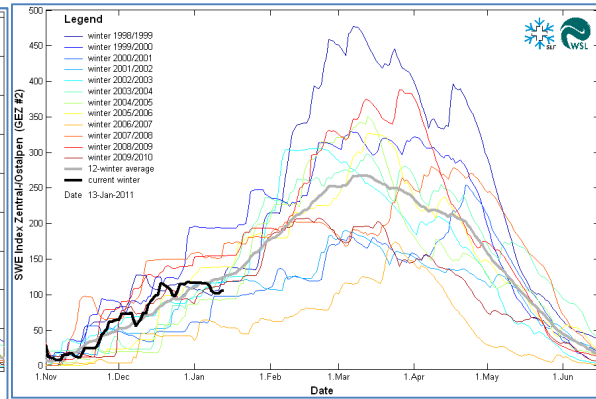
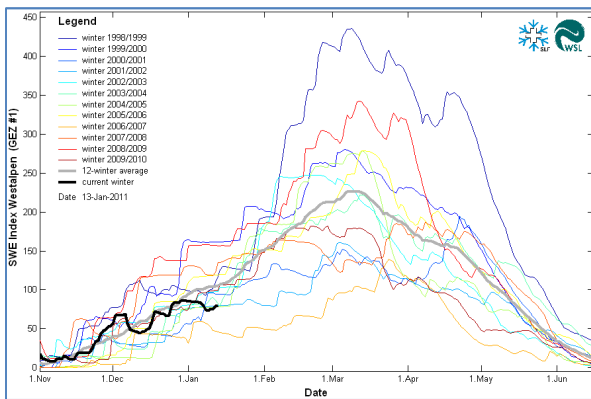
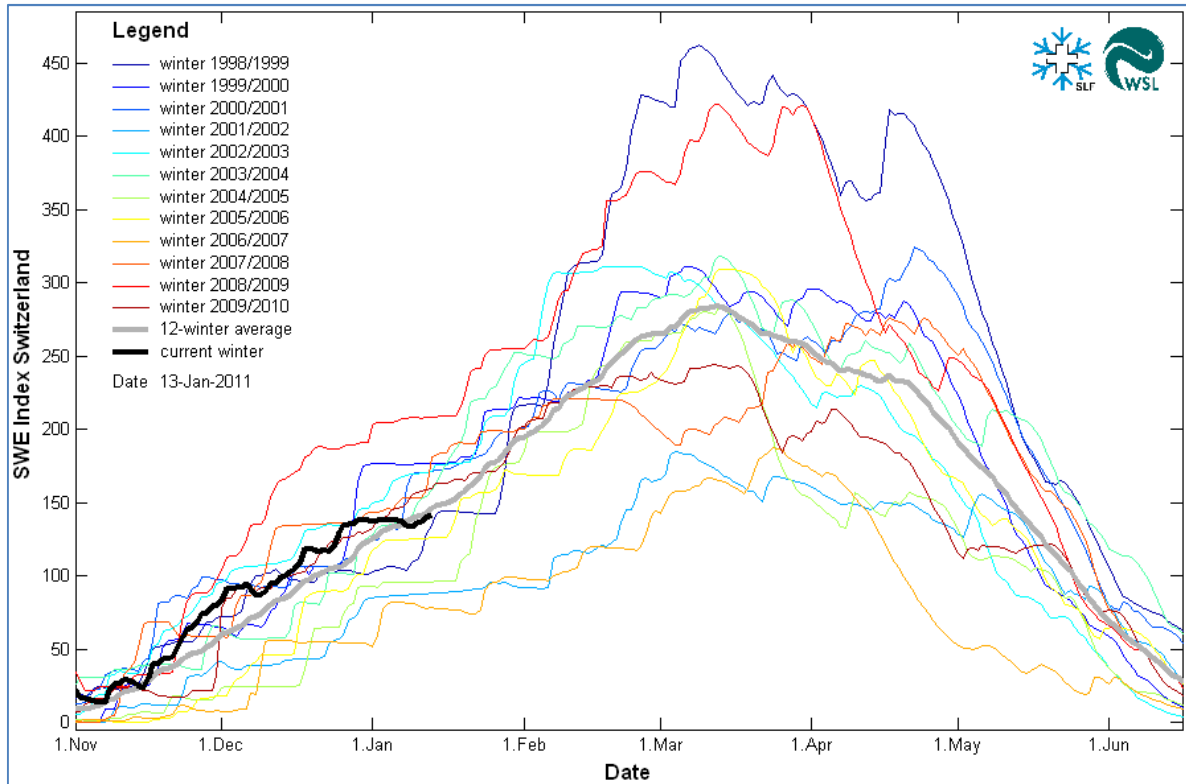
Il convient d'accorder une attention particulière aux points suivants lors de l'interprétation des cartes.

- Les cartes montrent la répartition géographique du SWE avec une résolution relativement élevée. Mais il ne faut pas oublier que les cartes (avec la méthodologie actuelle) ne peuvent représenter que les calculs produits à partir des données des réseaux existants. Exemple de calculs ou de déclarations qui devraient être (oui)/ne devraient pas être (non) couverts par les réseaux actuels:
 - La répartition du SWE à différentes altitudes en Engadine (oui);
 - Dans le Prättigau, le SWE est moins élevé qu'en Engadine (oui);
 - Dans la région du Gothard, les valeurs SWE sont supérieures à la moyenne (oui);
 - A Davos Dorf, il y a de la neige contrairement à Davos Platz (non – la déclaration est géographiquement trop précise, de plus les petites erreurs de modèle peuvent conduire à de faibles valeurs SWE sur les lieux où il n'a pas neigé en réalité);
 - Dans la vallée du Rhône, le SWE est plus élevé sur les versants nord que sur les versants sud (non – les cartes SWE indiquent les valeurs de référence des zones de plaine, voir plus haut);
 - Dans le Jura, il y a aujourd'hui 2 mm de moins de SWE que la semaine dernière (non – cette déclaration est trop précise/explicite, voir le point suivant dans « Aides à l'interprétation »).

- Les cartes sont actualisées régulièrement. Pour chaque actualisation, toutes les données représentatives et disponibles sont prises en compte, mais ce ne sont pas toujours les mêmes. Une semaine, les données satellite sont incluses, une autre semaine, les données couvrent toute la Suisse. Fin avril, la plupart des observateurs effectuent encore des mesures, début mai ou après la fin de la saison locale de ski, certains d'entre eux arrêtent. Pour cette raison, on ne peut pas toujours comparer les cartes d'une actualisation à l'autre. Ainsi, on ne devrait pas évaluer les différences entre deux cartes successives. Le calcul de telles différences peut se faire au cas par cas, en se fondant toujours sur une base de données unique pour les deux moments de mesure.
- Comme expliqué dans le paragraphe « Description », les cartes montrent les valeurs de référence des zones de plaine, c'est-à-dire le SWE qui devrait être mesuré en plaine dans la topographie réelle (modèle de référence). Concrètement, plat signifie également qui n'est pas boisé et ne subit pas l'influence négative de bâtiments, de cours d'eau ou de la topographie environnante. Ces conditions devraient également valoir pour les sites des stations. Même si localement cela peut être insuffisant, le SWE est représentatif d'un point de vue global pour les bassins versants.

Factsheet produits d'hydrologie nivale sur GIN

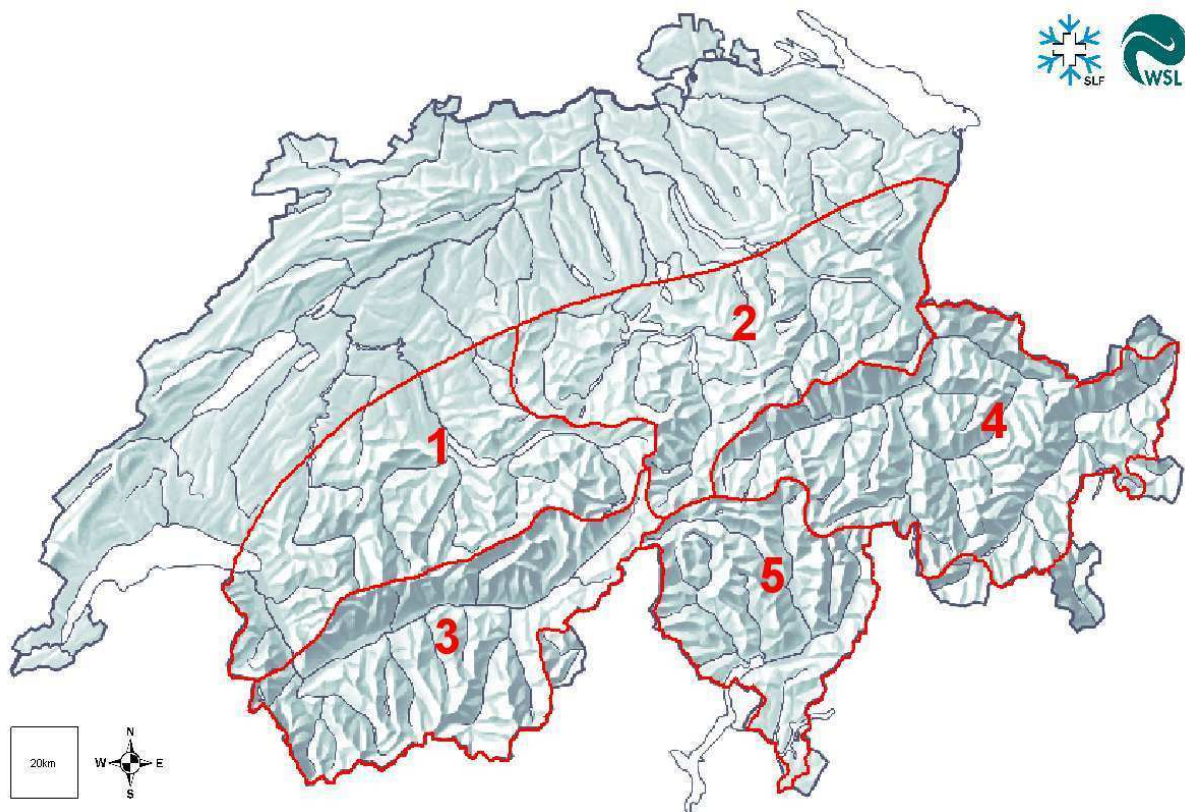
Indice SWE



Description

L'indice d'équivalent en eau de la neige (indice SWE) montre l'évolution dans le temps des ressources hydrologiques stockées dans le manteau neigeux en Suisse pour tous les hivers depuis 1998/99, y compris l'hiver en cours ainsi que leur moyenne. L'indice SWE est calculé comme moyenne géographique des cartes SWE mises à jour quotidiennement. Ces dernières ont été regroupées dans les cinq régions où sont présentes des stations de mesure nivologique. Ces régions sont les suivantes:

- 1) Indice SWE Alpes occidentales
 - 2) Indice SWE Alpes centrales / Alpes orientales
 - 3) Indice SWE Valais
 - 4) Indice SWE Grisons
 - 5) Indice SWE Suisse italienne
- 1+2+3+4+5) Indice SWE Suisse



L'indice SWE est exprimé en mm (équivalent en eau). Comme pour les cartes SWE, l'indice se base seulement sur les données des bassins de mesure et stations situés dans les plaines. Les tracés des moyennes des régions montrent donc les valeurs de référence SWE des zones de plaine (voir Factsheet sur les cartes SWE).

Base de données

Les données suivantes ont servi au calcul de l'indice SWE:

- archive des cartes quotidiennes SWE depuis 1998/99 pour les mois de novembre à juin.

Ces cartes se basent sur:

- les informations quotidiennes concernant la hauteur de neige de plus de 200 stations / bassins de mesure de différents réseaux depuis 1999;
- les mesures prises régulièrement (généralement toutes les deux semaines) de la densité de la neige dans 40 bassins de mesure environ depuis 1998/99.

Dans le but de pouvoir comparer les cartes SWE d'une année ou d'un mois à l'autre, toutes les cartes SWE archivées se fondent sur une sélection spéciale de stations / champs de mesures qui livrent des données aussi complètes que possibles au fil des années et jusqu'au printemps, lorsque la neige a entièrement disparu. C'est pour cette raison qu'aucune donnée disponible seulement de manière ponctuelle, comme les informations satellite ou les images webcam, n'est intégrée aux cartes.

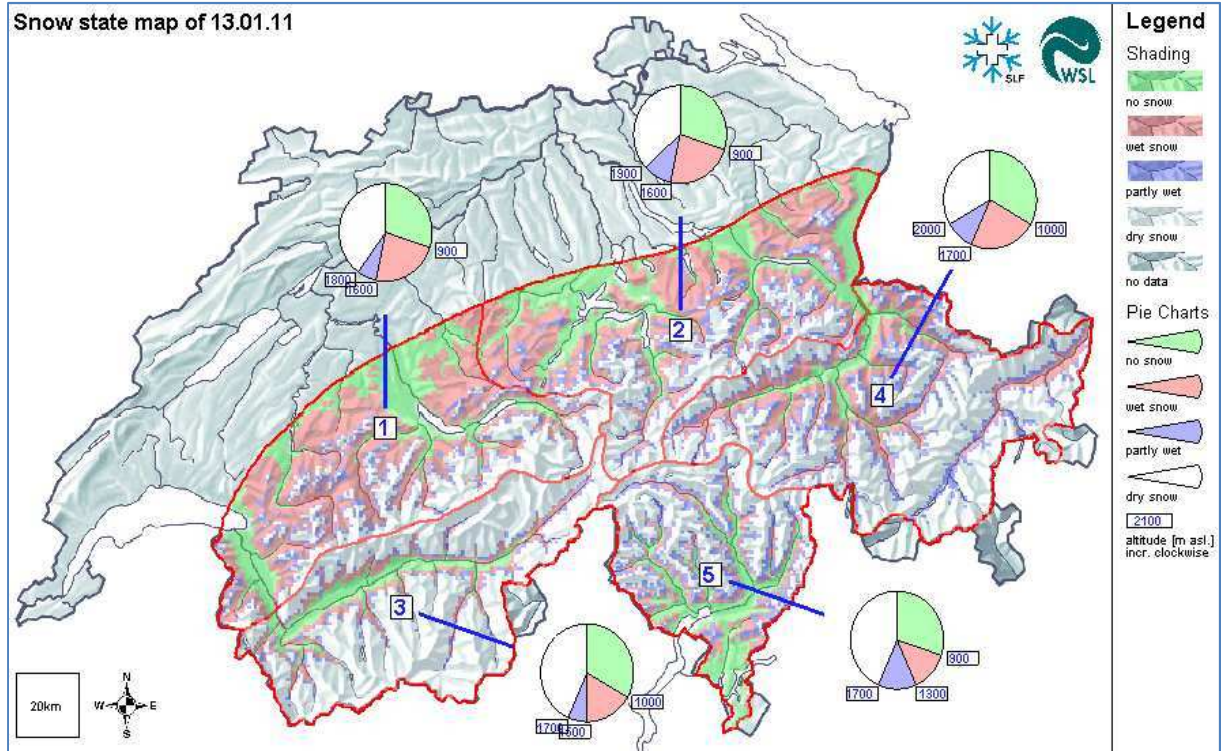
Aides à l'interprétation

Il convient d'accorder une attention particulière aux points suivants lors de l'interprétation de l'indice SWE

- L'indice SWE de la Suisse est un agrégat des indices régionaux (régions 1 à 5, voir paragraphe « Description »). Dans cet indice, la situation neigeuse du Plateau et du Jura n'est pas prise en compte.
- L'indice SWE est un agrégat des indices calculés pour toutes les altitudes. Par exemple, si l'indice indique un SWE supérieur à la moyenne dans le Tessin, cela n'est pas forcément dû à la situation neigeuse des sites de basse ou de moyenne altitude. Inversement, le SWE peut être dans l'ensemble inférieur à la moyenne même s'il n'y a particulièrement beaucoup de neige dans les vallées. En effet, la situation neigeuse dans les sites de haute altitude a en général une plus grosse influence sur la moyenne des régions.

Produits d'hydrologie nivale sur GIN

Carte état de la neige



Description

Les cartes présentant l'état de la neige (Snow State) montrent une estimation de la propension du manteau neigeux à ruisseler. On distingue généralement quatre catégories:

- pas de neige
- neige humide, isotherme (0°C), propension immédiate à ruisseler (wet snow)
- neige majoritairement humide et isotherme, propension partielle à ruisseler (partly wet)
- neige sèche ou seulement partiellement humide, aucune propension à ruisseler (dry snow)

Les données disponibles permettent d'évaluer séparément les cinq régions suivantes où sont présentes des stations de mesure nivologique:

- 1) Indice SWE Alpes occidentales
- 2) Indice SWE Alpes centrales / Alpes orientales
- 3) Indice SWE Valais
- 4) Indice SWE Grisons
- 5) Indice SWE Suisse italienne

L'évaluation dans ces régions est complète et se fonde sur des bandes d'altitude représentées au moyen de diagrammes circulaires. Les altitudes indiquées correspondent au passage d'une catégorie à l'autre: par exemple la limite d'état de la neige est le passage entre les catégories « no snow » et « wet snow ». Les couleurs utilisées pour les infographies par quadrillage servent simplement à représenter les bandes d'altitude. Les versants sud, nord ou les vallées n'ont pas été différenciés.

Bases de données

Les données suivantes ont servi à la réalisation des cartes:

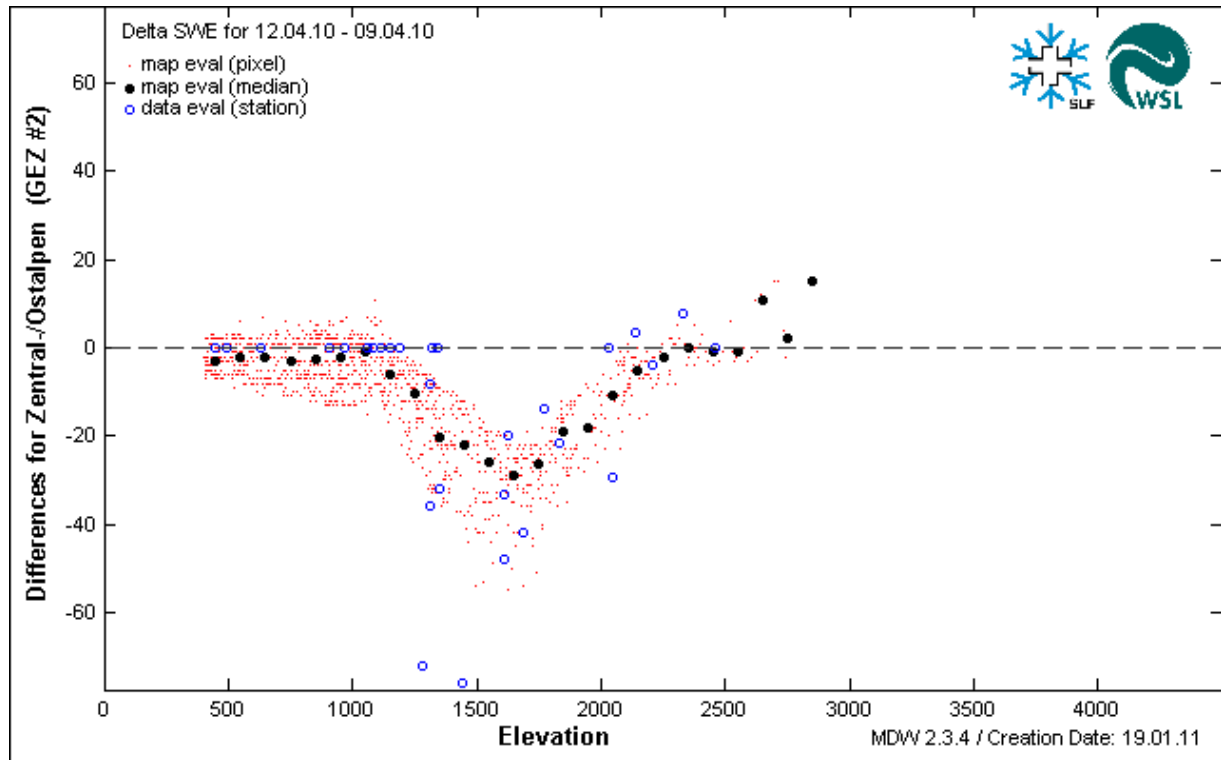
- situation neigeuse générale dans les cinq régions où sont présentes des stations de mesure (SWE, neige fraîche);
- données actuelles sur la limite moyenne d'état de la neige (observateurs SLF, webcams, données satellite);
- données actuelles du profil du manteau neigeux (en particulier sur l'humidité et la température de la neige);
- températures du manteau neigeux enregistrées par les stations automatiques;
- estimations du service d'alerte avalanches du SLF;
- évolution des températures atmosphériques des derniers jours.

Méthodologie

Les cartes présentant l'état de la neige sont principalement réalisées à la main et se basent sur une évaluation globale des sources de données citées ci-dessus. L'évolution de la limite d'état de la neige peut considérablement varier au cours de l'hiver au sein d'une même région (expositions, gradients

régionaux, etc.). Néanmoins, toutes les données disponibles sont regroupées pour donner une seule altitude par région.

Les différentes informations sur le SWE peuvent aider au printemps à évaluer l'altitude jusqu'à laquelle la manteau neigeux a une propension à ruisseler. Le graphique ci-dessous indique la modification du SWE en fonction de l'altitude pour la région 2 sur trois jours au printemps 2010. Manifestement, dans cet exemple, la diminution du SWE n'est constatée qu'entre 1300 m (en dessous pas de neige) et 2100 m (au dessus ne peut pas encore entraîner de débit ou neige trop froide) environ. Ces informations sont prises en compte dans l'évaluation globale de l'état de la neige dans les cinq régions étudiées. Le résultat est à chaque fois corrigé par les estimations du service avalanches du SLF.



Aides à l'interprétation

Il convient d'accorder une attention particulière aux points suivants lors de l'interprétation des cartes.

- Même à petite échelle, l'épaisseur de la neige mais surtout l'état du manteau neigeux sont extrêmement variables. Aussi les données disponibles sont-elles très diverses. Pour avoir à disposition un nombre suffisant d'informations permettant une communication fiable, on choisit des zones d'agrégation relativement étendues.
- Les couleurs utilisées pour les cartes (voir ci-dessus) servent simplement à représenter les bandes d'altitude, qui sont évaluées intégralement pour chaque région. Les cartes doivent donc être interprétées par région et non pixel par pixel. Comme pour les cartes SWE, les différences entre les versant sud et nord de la limite de l'état de la neige ne sont pas représentées sur les cartes « état de la neige ».
- Que signifie « propension à ruisseler »? Pour que la neige fonde, l'ensemble du manteau neigeux doit atteindre 0°C (bilan énergétique avec un excédent positif). A partir de ce moment, le manteau neigeux commence à s'humidifier, des couches supérieures vers les couches inférieures. Mais, ce n'est que lorsque la capacité d'absorption maximale du manteau neigeux est atteinte que l'eau de

fonte excédentaire peut ruisseler. A ce stade, le manteau neigeux a une propension à ruisseler mais cela ne signifie pas qu'il le fait réellement. De l'eau ne ruisselle vraiment que lorsque de la neige fond et qu'elle ne peut plus être absorbée. Le bilan énergétique du manteau neigeux dans son ensemble présente alors un excédent positif.