

CAMPAGNE EXPERIMENTALE NATIONALE DE SURVEILLANCE DE L'EQUIVALENT EN EAU DE LA NEIGE (SWE) : PREMIERS RESULTATS

Antonio CARDILLO^{1,2}, Umberto BIAGIOLA¹, Gabriele STAMEGNA¹, Massimiliano FAZZINI^{2,3}

¹ Service Italien des Avalanches, une structure technique au Club alpin italien, Milan – Italy, antonioCardillo76@gmail.com

² ARPES srl – Rome - Italy

³ University of Camerino – URDIS – San Benedetto del Tronto - Italy

Mots-clés : Equivalent en eau de la neige - Snow Water Equivalent, Enneigement, Surveillance, Service Italien des Avalanches.

RÉSUMÉ: L'équivalent en eau de la neige – snow water equivalent (EEN - SWE) est un paramètre « clé » en hydrométéorologie et se réfère à la quantité d'eau contenue dans un manteau neigeux complexe, c'est-à-dire caractérisé par quelques couches de différentes densités. Il représente la quantité d'eau qui résulterait théoriquement contenue si de la fonte instantanée de l'entièreté du manteau neigeux va abler instantanément. L'équivalent en eau de la neige s'avère être un paramètre d'estimation d'une grande valeur projective utile pour de nombreux domaines, comme celui de la production de neige technique pour le tourisme d'hiver, la climatologie de montagne, la gestion des ressources naturelles, l'agriculture et toutes les activités productives susceptibles d'assurer le développement soutenable du territoire. Plus particulièrement, l'estimation plus ou moins correcte de l'EEN - SWE est cruciale pour comprendre la disponibilité de l'eau dans les ambiances physiques, où la fonte de la neige contribue de manière significative au débit des rivières et à l'approvisionnement en eau. Le Service Italien des Avalanches (SVI) - une structure technique du Club Alpin Italien (CAI), a projeté une campagne expérimentale de surveillance à grande échelle (chaîne des Alpes et des Apennines), impliquant tous ses détenteurs et concluant des accords spécifiques avec le Troupes alpines de l'armée italienne (Fig. 1). La campagne de mesure de l'équivalent en eau de la neige implique l'application d'une méthodologie expérimentale et très simple; les mesures sont effectuées dans le même point sur une base hebdomadaire. On va, donc, examiner la densité de la neige chaque 20 cm d'épaisseur à partir de la base du manteau neigeux; si l'épaisseur de la couche de surface dépasse 20 cm, la mesure de la densité est effectuée exactement à la moitié de la couche même. Ici on présente les premiers résultats de la campagne de mesure avec l'analyse des valeurs et des preuves comparaisons entre les données mesurées sur le terrain et la comparaison avec les données satellitaires Copernicus et NASA qui évaluent, estimant, avec une précision pas acceptable, l'EEN-SWE ainsi que la couverture de neige de manière spatio-altitudinale et temporelle.

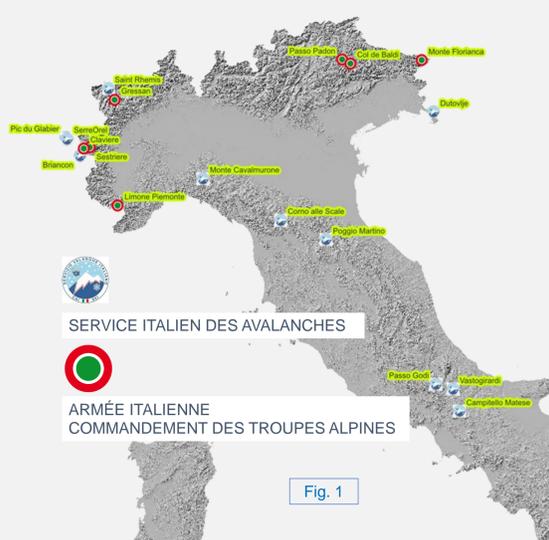


Fig. 1

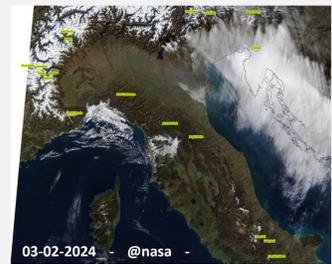
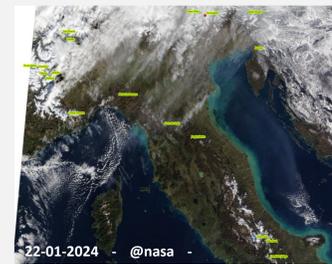
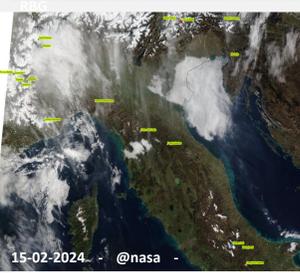
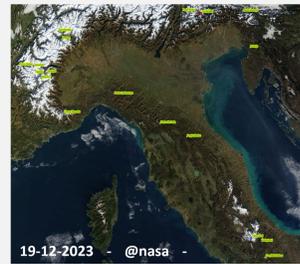


Fig. 2

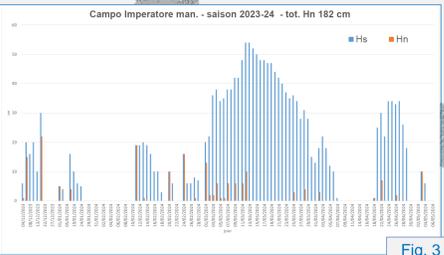


Fig. 3

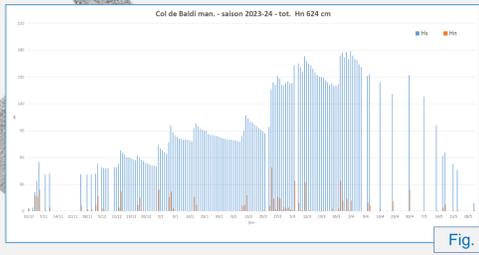
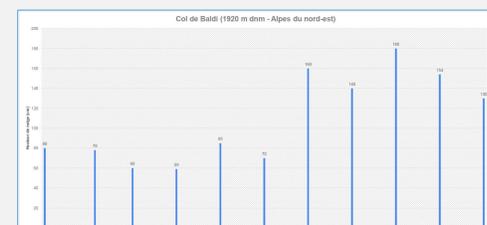


Fig. 4



Tab. 1

Massif	Localité	Longitude (E)	Latitude (N)	Hauteur au-dessus du niveau de la mer (m)	Bassin fluvial principal	Organization
Alpi Cozie	Pic du Glabier	6,388610	45,064000	2840	Rhone	SVI
Alpi Cozie	Serra Orel	6,415190	45,047780	2110	Rhone	SVI
Alpi Cozie	Briancon	6,709385	44,828440	2300	Rhone	SVI
Alpi Pennine	Saint Rhemis	7,141834	45,823497	1805	Po	SVI
Appennino Tosco Emiliano	Monte Cavalmurone	9,205129	44,653850	1626	Po	SVI
Appennino Tosco Emiliano	Corno alle Scale	10,805612	44,126612	1596	Po	SVI
Appennino Tosco Emiliano	Poggio Martino	11,718610	43,879440	1473	Fiume Unti	SVI
Alpi Giulie	Dutovlje	13,812610	45,749910	300	Isonzo	SVI
Appennino Centrale	Passo Godi	13,924607	41,845361	1558	Aterno - Pescara	SVI
Appennino Centrale	Vastogiardì	14,255985	41,773573	1179	Trigno	SVI
Appennino Centrale	Campitello Matese	14,391453	41,464395	1458	Biferno	Truppe Alpine
Alpi Carniche	Monte Fiorancia	13,547011	46,489382	1649	Danube	Truppe Alpine
Dolomiti	Passo Padon	11,891195	46,463387	2409	Piave	Truppe Alpine
Alpi Graie	Gressan	7,288865	45,671428	2285	Po	Truppe Alpine
Dolomiti	Col de Baldi	12,068913	46,414966	1911	Piave	Truppe Alpine
Alpi Cozie	Sestiere	6,883399	44,957553	2037	Po	Truppe Alpine
Alpi Marittime	Limone Piemonte	7,552155	44,173833	1409	Po	Truppe Alpine
Alpi Cozie	Claviere	6,765894	44,937233	1938	Po	Truppe Alpine

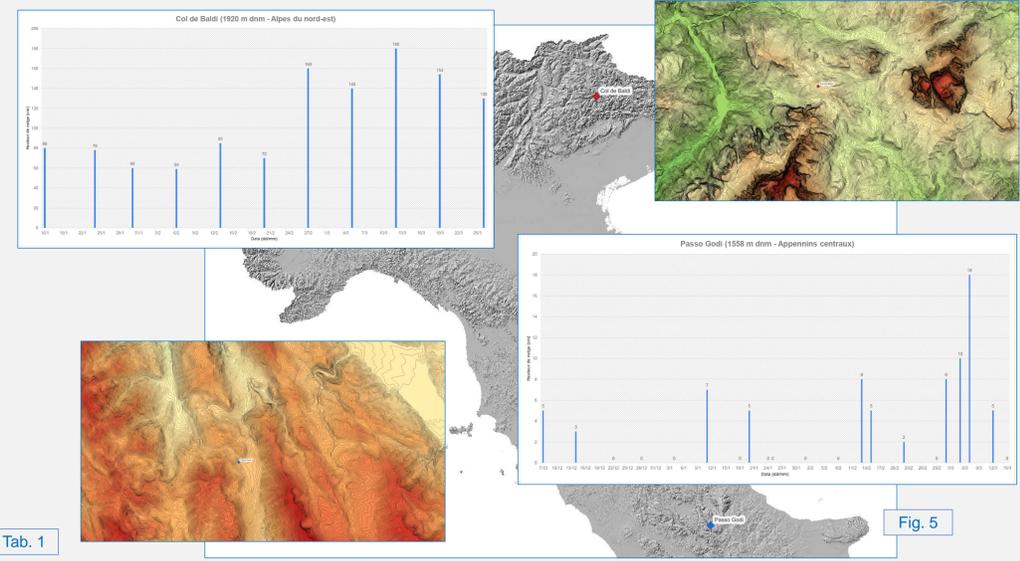


Fig. 5

Fig. 1: Points d'observation de la neige du Service Italien des Avalanches et de l'Armée Italienne - Troupes Alpines. Fig. 2: Séquence d'observations satellitaire MODIS (@NASA) de la couverture neigeuse. Tab1: Tableau avec les principales données des points d'enquête. Fig. 5: Points d'observation avec tendance de la neige au sol (Hs) et géomorphologie (DTM) de 2 sites de mesures hebdomadaires manuelles.

La SAISON D'HIVER 2023-24 a enregistré chutes de neige irrégulières dans les Alpes. Après un hiver très peu enneigé, surtout au-dessous de 1400 m., le printemps a été très enneigé et froid. Une première estimation des cumuls saisonniers évidence qu'ils étaient en moyenne alignés sur le Clino 1991-2020 en ce qui concerne aux Alpes occidentales et orientales, supérieure dans les Alpes centrales d'environ 20 %. **Sur les Apennins, les chutes de neige ont été extrêmement rares,** surtout dans les secteurs nord; les jours de chutes de neige ne manquaient pas, mais les contributions moyennes pour chaque événement étaient toujours très faibles et limitées aux altitudes supérieures à 1500 m. En figure 3 et 4 les tendances saisonnières de l'enneigement pour les stations de mesure manuelles du Col de Baldi (1930 m. - Dolomites) et de Campo Imperatore (1976 m. - Apennin centrale) sont mises en évidence.

CONCLUSION - Le post-traitement des données, qui a également été effectué par comparaison avec d'autres méthodes de surveillance plus complexes et plus coûteuses mais moins affidables, a confirmé le bien-fondé de la méthode, qui ne nécessite qu'une sonde à avalanche, un dynamomètre et un carottier de 1000 cmc. Dès la prochaine saison d'hiver, on disposera d'un réseau de mesures spatiales beaucoup plus dense et organisé et il sera donc possible d'effectuer des mesures SWE très précises même là où les conditions morphologiques sont particulièrement dangereuses pour le déclenchement des avalanches, et en général, là où l'action du vent provoque d'énormes différences dans l'épaisseur et les caractéristiques mécaniques du manteau neigeux, même à de très courtes distances spatiales. Nous disposons également d'une application mobile « NOVATELLUSE SVI » (Fig. 6 et Fig. 7) qui prend en charge la collecte, l'organisation et le développement des données.

BIBLIOGRAPHIE:

Guyennon, N., Valt, M., Salerno, F., Petrangeli, A. B., & Romano, E., (2019). Estimating the snow water equivalent from snow depth measurements in the Italian Alps. Cold Regions Science and Technology, 167, 102859.

Premier, V., Marin, C., Bertoldi, G., Barella, R., Notarnicola, C., & Bruzzone, L., 2022. Exploring the Use of Multi-source High-Resolution Satellite Data for Snow Water Equivalent Reconstruction over Mountainous Catchments. The Cryosphere Discussions, 1-42

Capelli, A., Koch, F., Henkel, P., Lamm, M., Appel, F., Marty, C., & Schweizer, J., 2022. GNSS signal-based snow water equivalent determination for different snowpack conditions along a steep elevation gradient. The Cryosphere, 16(2), 505-531

Beaumont, J., Ménégoz, M., Morin, S., Gallée, H., Fettweis, X., Six, D., ... & Anquetin, S., 2021. Twentieth century temperature and snow cover changes in the French Alps. Regional Environmental Change, 21(4), 114.

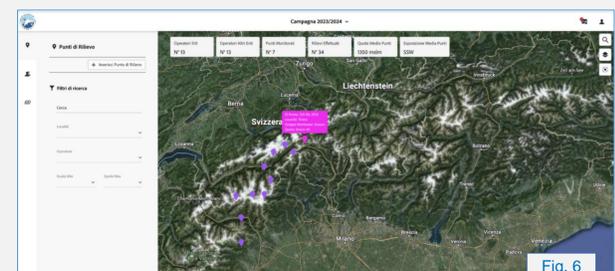


Fig. 6

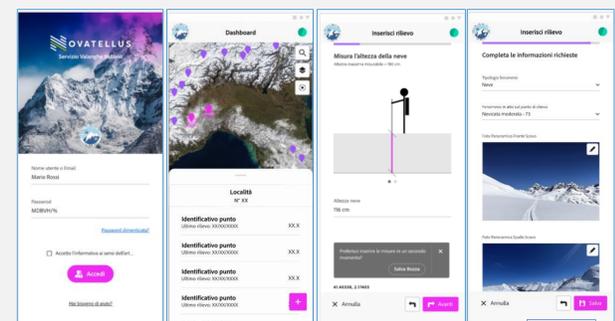


Fig. 7

REMERCIEMENT

Un grand merci pour la collaboration à la Campagne de Secours 2023-2024 de l'Armée Italienne - Commandement des Troupes Alpines - Service Météomont, à l'ARPA Vallée d'Aoste pour la comparaison technique et la méthodologie pertinente.