

## VARIABILITÉ DE L'ENNEIGEMENT

# La neige dans le Haut-Doubs au cours de l'hiver 2004-2005

Daniel JOLY, ThéMA, CNRS-UMR 6049, Université de Franche-Comté  
Bruno VERMOT-DESROCHES, CDM 25, Météo-France

**La** neige est une ressource dont peut s'enorgueillir la Franche-Comté. Mais elle est peu abondante, aussi convient-il de bien cerner, d'abord, quelle est sa permanence, ensuite, quelle est la variabilité spatiale de l'épaisseur du tapis neigeux, enfin, comment elle fond.

La Franche-Comté est d'ordinaire considérée comme une région humide et froide, ce qui n'est pas totalement injustifié si l'on considère les statistiques. Par exemple, Morteau est la station française où il est enregistré le plus grand nombre de jours de pluie en juillet ; Mouthe est la commune d'altitude inférieure à 1000 m qui compte le plus grand nombre de jours avec une température inférieure à -5°C. Mais tout cela ne doit pas être perçu que du côté négatif. À l'heure où l'on parle tant du réchauffement climatique et de la sécheresse en saison estivale qui devrait s'ensuivre, on ne saurait se plaindre d'habiter un château d'eau dont les réserves semblent inépuisables. De même, habiter une région où le climat est froid constitue un atout si l'on considère cette ressource enviée qu'est la neige.

### La neige : une ressource dont il convient de cerner l'abondance

Pour être gérée de façon optimale, l'extension de la neige doit être connue avec précision. Ainsi, quels sont les lieux qui en sont le plus abondamment pourvus, quelle est sa durée de présence au sol,

sont deux questions, parmi beaucoup d'autres, qui méritent d'être posées au préalable à toute entreprise d'aménagement touristique ou sportif. Un des problèmes majeurs est de pouvoir établir ce diagnostic de manière continue dans le temps et l'espace. Le réseau « Allo-neige » (voir *Images de Franche-Comté n°28*, décembre 2003) apporte une première réponse à ce problème, à l'échelle de la chaîne du Jura. Les statistiques montrent la fragilité de l'enneigement au-dessous de 1000 m d'altitude et surtout son extrême variabilité d'une année à l'autre. L'influence de l'altitude et des formes du relief (les « pièges à froid » des combes, par exemple) sont alors bien mises en évidence.

Afin d'en savoir plus sur le comportement de la neige, à échelle fine cette fois-ci, une campagne de mesures a été conduite au cours de l'hiver 2004-2005 sur la commune des Alliés, où nous connaissons deux personnes susceptibles d'effectuer des observations répétées sur le terrain : Georges BRANTUT, agriculteur aux Alliés, et Michel RIGAUDIER, retraité à Pontarlier, sont ici vivement remerciés pour l'aide qu'ils nous ont apportée.

## L'aire d'étude est située aux Alliés, vers Pontarlier

La commune des Alliés est située au fond d'un val allongé ouest-est, dont les versants dissymétriques (le versant ubac est plus pentu que son opposé) sont entaillés de ruz profonds. Des affleurements marneux excavés par l'érosion ajoutent à la diversité topographique en offrant des ressauts et contrepentes aux orientations et inclinaisons multiples. La monoculture herbagère ayant repoussé la forêt sur les versants les plus pentus, le paysage est ouvert. Seuls quelques bosquets de sapins et de hêtres rompent la monotonie, en imposant leurs taches sombres aux prairies émeraude.

Deux informations spatiales sont disponibles sur l'aire considérée :

- une orthophotographie de l'IGN (photographie aérienne digitalisée et corrigée géométriquement) renseigne sur l'occupation du sol (figure 1) ;
- plus de 10 000 points levés grâce à un GPS de précision ont servi de support à des traitements informatiques en vue, d'abord, de construire un modèle numérique de terrain à haute résolution (1 m), et ensuite de créer des couches d'information variées (figure 2) : pente, orientation des versants, énergie solaire reçue au sol, etc. Ainsi, la surface topographique de l'aire d'étude est connue avec une très grande précision spatiale.

## Les observations de la neige

Les variations de la hauteur de la neige ont été observées à 16 reprises entre le 30 décembre et le 25 mars. À cet effet, 21 piquets à neige gradués (repérés par les lettres A à V sur les figures 1 et 2) ont été implantés courant novembre. La durée séparant deux mesures dépendait des conditions atmosphériques : une chute de neige importante, une période de redoux, étaient suivies d'une observation afin d'évaluer les apports de neige, ou, au contraire, sa fonte ; ceci dans le but d'étudier leur variabilité d'un lieu à l'autre du secteur d'étude.

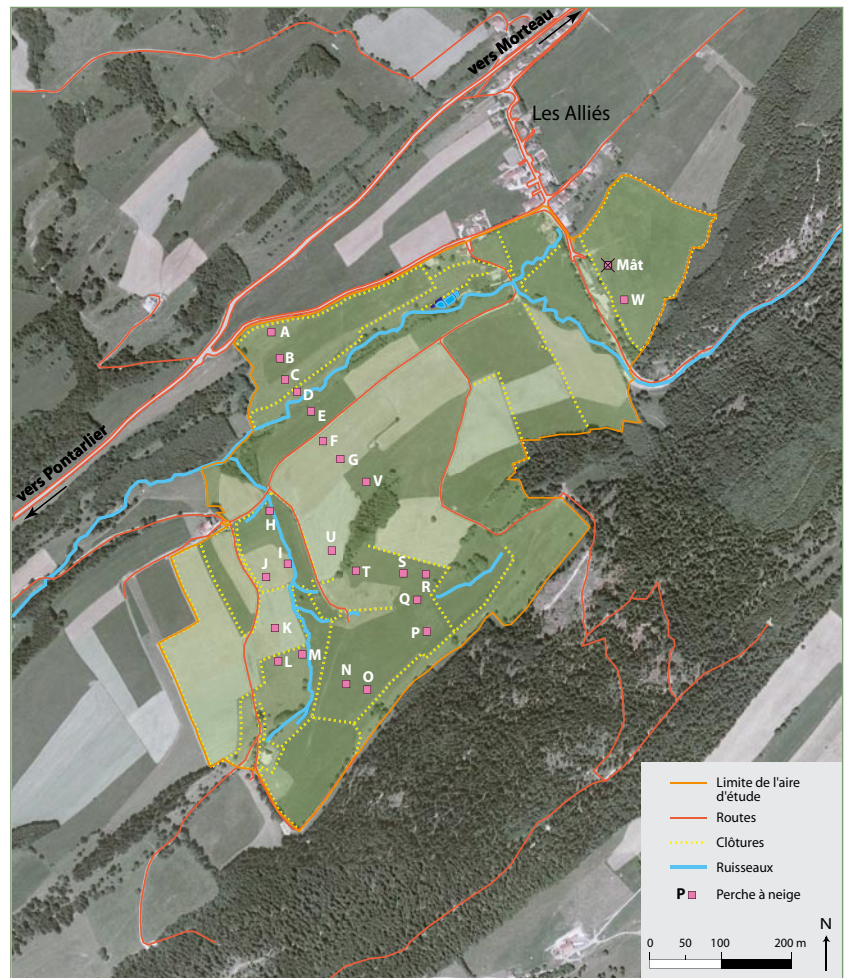
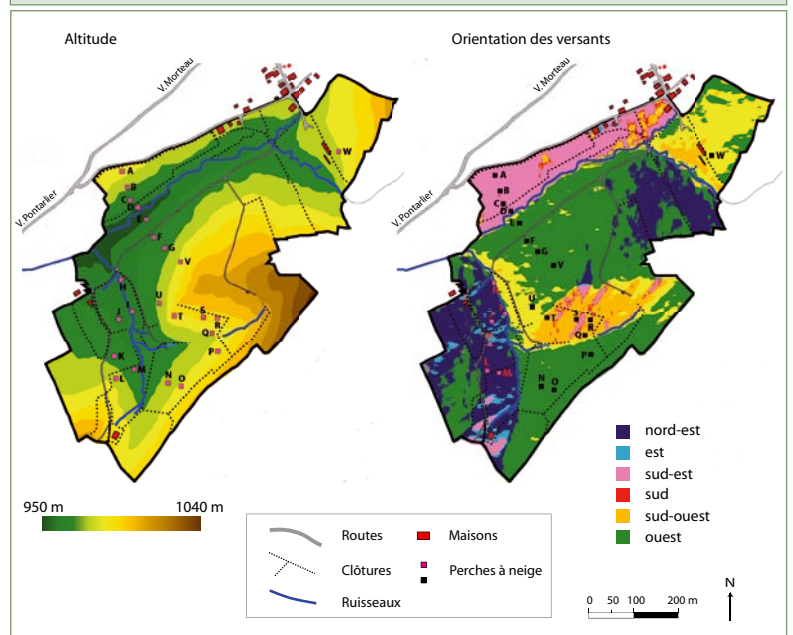


Figure 1 : le paysage du secteur étudié, constitué de larges prairies, est ouvert

Figure 2 : toutes les configurations topographiques possibles sont présentes, de 970 à 1050 m d'altitude

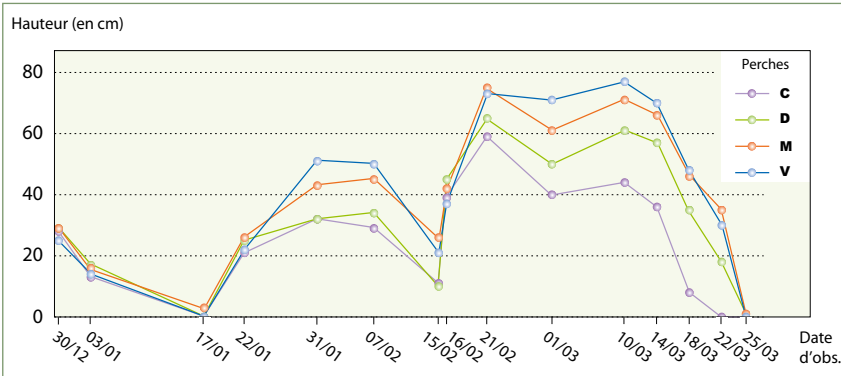


## Un tapis neigeux fragile

La chronique de la neige au sol montre trois phases principales. Le cumul de la première neige significative, tombée entre le 25 et le 29 décembre et mesurée le 30 décembre est assez important. Le tapis, de 25 à 30 cm selon les endroits fond rapidement et, 15 jours plus tard, le 17 janvier, il a totalement disparu (figure 3).

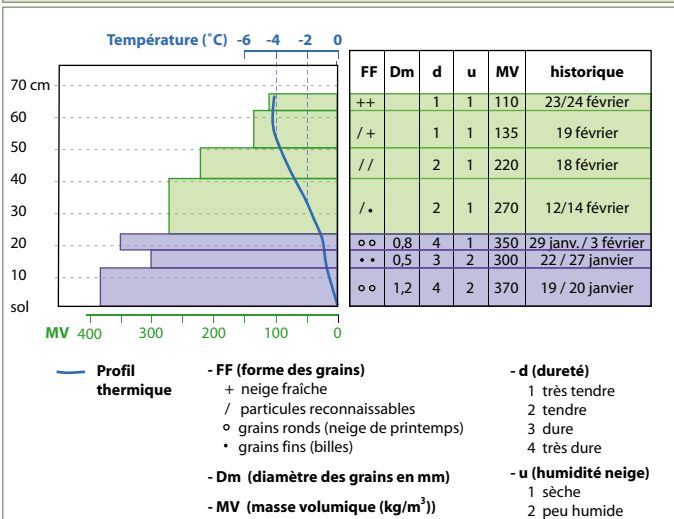
Il faut attendre fin janvier pour que de nouvelles

Figure 3 : profil hiémal de la neige



chutes, échelonnées entre le 18 janvier et le 3 février, redonnent au paysage une allure hivernale. Ces chutes de neige se produisent souvent par un temps très froid et venté, avec des quantités mesurées rarement observées dans de telles conditions. Le 7 février, l'accumulation varie de 30 à 50 cm selon les sites, car la neige, froide et légère, est facilement transportée par le vent, dégarnissant les bosses et s'accumulant dans les creux. Cette différence, importante, s'explique aussi par une courte phase de redoux relatif qui s'est produite le 21 janvier et qui

Figure 4 : profil stratigraphique du manteau neigeux le 24 février 2005 (temps : variable avec chutes de neige, température de l'air : -4,8°C)



a surtout affecté les altitudes inférieures à 1000 m (perches C et D). Un important redoux pluvieux les 11 et 12 février, a encore contribué à tasser et à faire fondre la neige. Le tapis s'est réduit de moitié, voire du tiers, en l'espace de 15 jours (figure 3).

Le dernier épisode neigeux, le plus important de l'hiver, intervient entre le 13 et le 24 février. On passe ainsi, en un peu plus d'une semaine, de 20-35 cm à 60-75 cm de neige. Le profil de ce manteau neigeux, mesuré le 24 février (figure 4), montre la superposition de deux couches de neige bien distinctes :

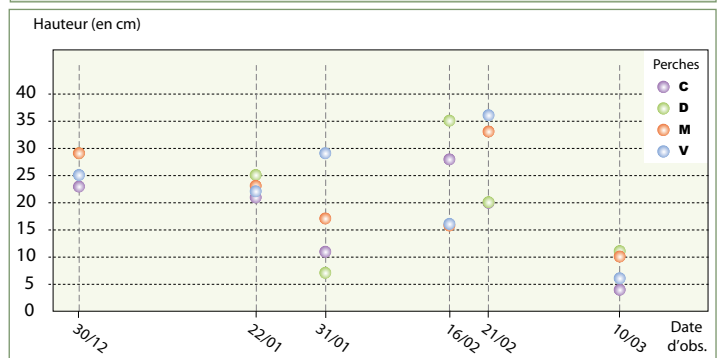
- l'une, au-dessus, tombée entre le 12 et le 24 février, est froide, d'aspect poudreux et de faible densité dans sa partie supérieure ;
- l'autre, en dessous, datant du 19 janvier au 3 février, est lourde, moins froide, transformée en grains avec une croûte de regel à sa surface.

La neige se maintient *grosso modo* jusqu'au 10 mars, date à laquelle une séquence de beau temps s'installe pour plus de 15 jours. Le rayonnement combiné à des températures élevées, dépassant parfois 20°C, accélère la fonte de la neige qui, selon les sites, disparaît entre le 20 et le 25 mars.

## Les apports

Les variations spatiales des apports peuvent être estimées au travers des six observations qui ont été effectuées suite à des séquences neigeuses (figure 5). Certaines chutes, (30 décembre, 22 janvier, 10 mars) sont assez homogènes. Les écarts, qui ne dépassent pas 15 cm, peuvent être mis au compte des différences d'altitude. Les secteurs localisés aux alentours de 950 m (perche C) reçoivent en règle générale un peu moins de neige que ceux qui sont situés au-dessus de 980 m (perche V). Cependant, plusieurs observations (31 janvier, 21 février) montrent que ceci est loin d'être toujours le cas et que d'autres facteurs jouent. On pense en particulier à l'action du vent qui, microlocalement, a un rôle

Figure 5 : la neige est tombée en six séquences principales



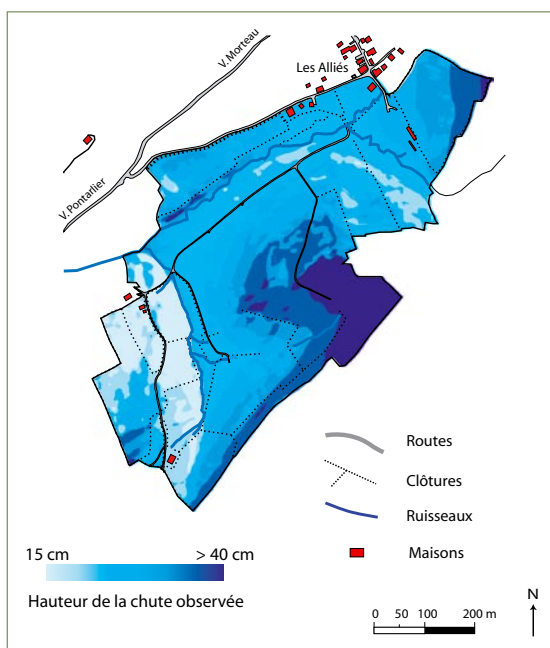


Figure 6 : des différences importantes apparaissent dans l'épaisseur de la chute du 16 février

très important : les zones en creux, sous le vent, accumulent la neige qui est arrachée aux zones en relief. Ainsi, cette redistribution de matière explique-t-elle les écarts d'enneigement observés.

La cartographie de la neige accumulée durant la nuit du 15 au 16 février (figure 6) fournit de bonnes indications sur les processus en jeu. La carte résulte d'une modélisation qui a combiné les influences de trois facteurs : l'altitude explique 20 % de la variation spatiale tandis que l'orientation des versants et la rugosité interviennent respectivement à hauteur de 38 et 35 %. Le rôle prépondérant de la micro-topographie est ainsi indubitablement mis en évidence. Sur la carte, les versants orientés à l'est reçoivent moins de 15 cm tandis que les zones en creux (fond du vallon) ou en altitude sont mieux pourvues.

## La fonte

Neuf séquences d'abaissement du manteau neigeux se sont succédé au cours de l'hiver, alternant tassement et fonte, cette dernière se produisant à cinq reprises, suite à des redoux (première quinzaine de janvier et de février), ou associée à l'action du rayonnement (seconde quinzaine de mars) (figure 7).

Cette dernière séquence, tout particulièrement instructive, met en évidence le rôle joué par le rayonnement solaire, l'altitude et l'orientation des versants. La figure 8 montre qu'une tranche supérieure à 30 cm de neige a disparu en seulement

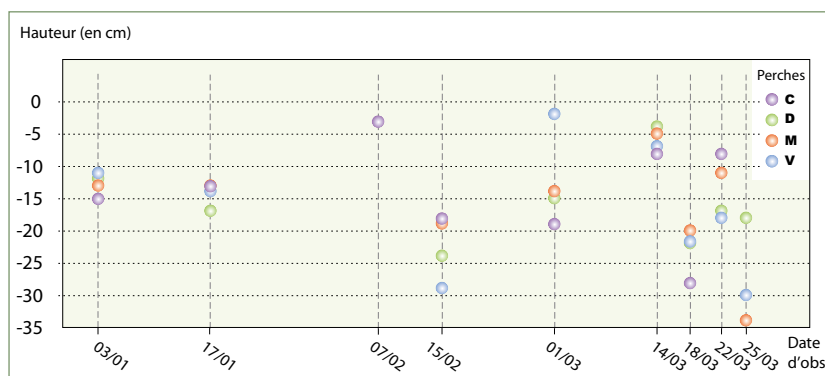


Figure 7 : chaque couche du manteau neigeux se tasse, fond, en bref diminue d'épaisseur tout au long de l'hiver

quatre jours partout où le rayonnement solaire est un tant soit peu efficace. Les secteurs concernés se situent sur les versants adret, de pente supérieure à 10°. En revanche, les zones situées à l'ombre, abritées du soleil par les versants ou les masques végétaux, conservent un enneigement important en ne perdant pas plus de 10 cm du total accumulé. Ceci explique que l'écart d'enneigement augmente entre les stations « bien » et « mal » exposées (figure 3). L'action du vent qui accélère la fonte est encore ici mise en évidence : toutes choses égales par ailleurs, les versants exposés à l'est sont protégés des vents dominants d'ouest et perdent ainsi moins de neige que leurs homologues orientés à l'ouest (figure 8).

Si l'enneigement, dans ses modalités d'accumulation et ses processus de lente transformation obéit à des règles complexes, il est possible, en simplifiant

l'information, de cerner les tendances majeures de sa variation spatiale. Les exemples décrits ici ne sont que la partie émergée de l'iceberg, si l'on ose l'expression... Mais ils aident à comprendre les mécanismes à l'œuvre. Il reste bien sûr beaucoup à faire pour avancer dans une compréhension plus complète des modalités de la permanence de cet élément tant apprécié des skieurs émérites que nous sommes... D'autres campagnes seront à coup sûr nécessaires pour apporter des éléments de réponse plus complets ■

Figure 8 : la fonte du 14 au 18 mars affecte principalement les versants exposés au sud

