

Département de géomatique appliquée

Université de Sherbrooke

**Essais de protection hivernale de la vigne hybride au moyen d'une toile
isolante avec un fil chauffant**

Yvon Jolivet et Jean-Marie Dubois

Bulletin de recherche n° 180

ISSN 1713-7667

Mars 2006

Résumé

Le froid hivernal est un facteur qui met en péril la culture de la vigne au Québec. Même les cépages hybrides, dont le seuil de cryotolérance se situe entre -20 °C et -30 °C vers la mi-janvier, peuvent subir de graves dommages durant la saison froide. Des recherches ont été entreprises, durant les périodes froides de 2000 à 2002, pour évaluer l'efficacité des toiles isolantes associées à un fil chauffant pour protéger la vigne. Les résultats démontrent que leur efficacité est supérieure au couvert de feuilles mortes qui est utilisé par certains vignerons du Québec. Les températures minimales révèlent une différence de 10 °C à 14 °C à 40 cm du sol en faveur de la toile isolante. En fait, la toile isolante donne un support à la neige qui augmente considérablement son efficacité isolante durant les mois froids de janvier et février. Par contre, en période d'absence de neige à la surface de la toile, un problème de surchauffe est à redouter sous la toile avec l'intensification du rayonnement solaire et l'accumulation de chaleur au sol. Un fil chauffant, installé sous la toile isolante et mis sous tension à un seuil de température de -10 °C , a pu maintenir les sarments et les bourgeons de la vigne à une température viable alors que la température extérieure atteignait $-21,5\text{ °C}$. Outre le facteur de protection hivernale, l'utilisation de toiles protectrices pourrait aussi offrir plusieurs avantages non négligeables aux viticulteurs, dont la protection contre les gels tardifs printaniers ou les gels trop hâtifs de fin d'automne.

Mots-clés : vigne hybride, couvert nival, microclimat, protection contre le froid, régime thermique, toile isolante, tolérance au froid, cryotolérance.

Experiments in the winter protection of hybrid vine using an insulating cover with a heating wire

Winter cold is a factor that can jeopardize the culture of the vine in Québec. Even hybrid vines, with a cryotolerance varying between -20 °C and -30 °C towards mid-January, can sustain heavy damages during the cold season. Research was undertaken, during the cold periods from 2000 to 2002, to evaluate the efficiency of insulating covers used in conjunction with a heating wire to protect the vine. Results show that their efficiency is superior to a fallen leaf cover, a technique used by certain vine growers in Québec. The minimal temperatures reveal a difference varying from 10 °C to 14 °C at 40 cm from the soil in favor of the insulating cover. Moreover, the insulating cover provides support for the snow thus substantially increasing its insulating efficiency during the cold months of January and February. On the other hand, during periods of absence of snow at the surface of the cover, an overheating problem can occur under the cover with the intensification of solar radiation and ground heat accumulation. A heating wire installed under the insulating cover, which is brought to tension at a threshold of -10 °C , was able to maintain the vine stocks and buds at a viable temperature while the outside temperature reached -21.5 °C . In addition to providing winter protection, the use of protective covers could also offer many substantial advantages to vine growers, such as protection against late spring frosts or early frosts in the late fall.

Key words: hybrid vine, snow cover, microclimate, protection against cold, thermal regime, insulating cover, tolerance to cold, cryotolerance.

Table des matières

Liste des figures ii

Remerciements iii

1. Introduction	1
2. Matériel et méthodes	1
3. Description du site d'étude et du cépage.....	4
4. Conditions climatiques pendant les hivers 2000-2001 et 2001-2002	5
4.1. Hiver 2000-2001	5
4.2. Hiver 2001-2002	5
5. Résultats	6
6. Conclusion.....	12
7. Références	14

Liste des figures

1 - Schéma illustrant le montage des instruments de mesure sous une toile isolante	2
2 - Toile isolante utilisée en 2001-2002	3
3 - Composantes de la toile isolante utilisée en 2001-2002	4
4 - Taux comparatifs de transmission thermique de la toile isolante utilisée en 2001-2002 et de la toile isolante avec différente épaisseur de neige fraîche sur sa surface.....	6
5 - Profils des températures minimales à différents niveaux au-dessus du sol pour la toile isoalnte et le couvert de feuille (1 ^{er} janvier 2002).....	8
6 - Profils des températures minimales à différents niveaux au-dessus du sol pour la toile isoalnte et le couvert de feuille (8 janvier 2002).....	9
7 - Variation des températures à 40 cm du sol sous différentes techniques de protection en comparaison avec la température de l'air ambiant (1 ^{er} au 31 janvier 2002)	10
8 - Variation des températures sous la toile isolante utilisée en 2001-2002 à 20 cm du sol en fonction de l'intensité du rayonnement solaire global et en comparaison avec la température de l'air ambiant (1 ^{er} au 7 février 2002)	10
9 - Variation des températures sous la toile isolante utilisée en 2001-2002 à 40 cm du sol en fonction de l'intensité du rayonnement solaire global en comparaison avec la température de l'air ambiant (20 au 25 avril 2002).....	11
10 - Variation des températures sous la toile isolante utilisée en 2001-2002 déneigée, à 5 et 20 cm du sol, lorsque le fil chauffant est sous tension (11 au 20 janvier 2001)	12
11 - Nombre moyen de bourgeons débouffés par site expérimental (7 juin 2002).....	13

Remerciements

Les auteurs remercient le Conseil des recherches en pêche et en agroalimentaire du Québec pour le financement de l'étude, le propriétaire du vignoble Sous les Charmilles (Georges Ducharme) pour son aide technique et professionnelle constante ainsi que Patrick Cliche, du Laboratoire de spectroradiométrie du Département de géomatique appliquée de l'Université de Sherbrooke, pour son aide technique et professionnelle.

1. Introduction

La culture de la vigne est limitée par la nordicité du Québec. Le climat hivernal très rigoureux et quasi omniprésent, de la mi-décembre à la fin février, oblige les viticulteurs québécois à protéger la vigne. La protection des ceps demeure donc encore, et cela même avec l'arrivée de nouveaux cultivars, le centre de préoccupation en matière viticole québécoise. Des températures minimales de -30 °C, et même inférieures, peuvent être atteintes pendant plusieurs jours durant les mois de janvier et de février, et ce même dans la partie sud du Québec, où la majorité des vignobles sont concentrés. Sous ces conditions climatiques à haut risque, la plupart des variétés de vignes hybrides ont besoin de protection hivernale. Les viticulteurs québécois n'ont d'autres choix que de butter ou d'enfeuiller la vigne (Jolivet *et al.*, 1999 ; Jolivet et Dubois, 2000a, b).

Par contre, 15 à 20 cm de neige permettent de protéger les bourgeons fructifères du froid (Jolivet et Dubois, 2000b). Une couche de neige de 30 cm de neige permet d'obtenir un très fort gradient de température (30 °C) entre les températures de surface et la zone des bourgeons (Telebak *et al.*, 2003). Des recherches effectuées sur l'enneigement artificiel ont aussi démontré que, même si la masse volumique de la neige était supérieure à la neige naturelle, ses propriétés isolantes permettaient de conserver les bourgeons sous le seuil de cryotolérance durant la période froide (Jolivet et Dubois, 2000b). Étant donné les coûts de production élevés liés au déploiement de cette technologie, l'enneigement artificiel sur de grandes surfaces semble encore irréalisable et risqué (Aloir-Roy *et al.*, 2004). Par contre dès le début de mars, alors que le rayonnement solaire direct s'intensifie, la formation de trous de fonte à proximité des sarments peut mettre les bourgeons de la vigne en contact avec les températures de l'air et, ainsi, mettre en péril leur survie (Bertrand Carrière *et al.*, 2002).

L'utilisation d'une toile thermique isolante en association avec le fil chauffant s'inscrit dans le cadre des recherches effectuées sur un vignoble près de Sherbrooke. Contrairement à l'enneigement artificiel, qui demande une infrastructure assez lourde et des conditions de température égale ou inférieure à -7 °C avant de démarrer la fabrication de neige, la confection et la pose d'une toile isolante restent accessibles et simples pour l'entreprise viticole. Cette technique permet aussi la protection de la vigne du tout premier gel d'automne au tout dernier du printemps.

2. Matériel et méthodes

Les températures près des sarments et celles de l'air ambiant ont été enregistrées à l'aide d'un système d'acquisition de données de type Campbell Scientific (CR10). Les instruments de mesure de température, les fils chauffants et les thermostats de régulation de la mise sous tension des fils chauffants sont reliés à des boîtes de relais AM32 contrôlés par le système CR10 (figure 1). La fréquence d'acquisition de données est de 15 minutes. La précision des thermocouples et des thermostats est de 0,2 °C à 0,5 °C.

Les fils chauffants de 15 W/m sont contrôlés à partir de thermocouples qui agissent comme régulateurs de température (thermostat). Ils se situent sous les fils chauffants à environ 5 cm du sol. Les thermostats ont été placés sous le fil chauffant pour minimiser l'impact du panache de chaleur lié au départ du fil chauffant. En fait, son effet pourrait, sans aucun doute, arrêter prématurément l'action thermique du fil par le rehaussement hâtif des températures à proximité des régulateurs de température.

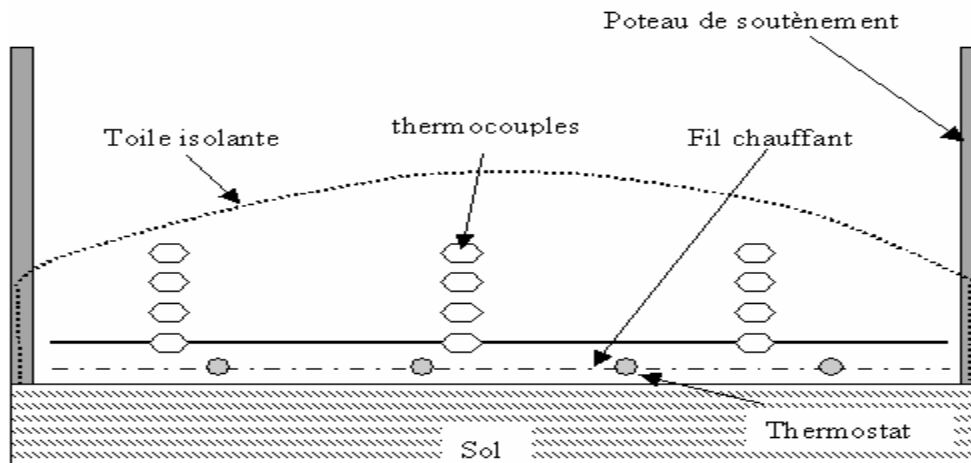


Figure 1 - Schéma illustrant le montage des instruments de mesure sous une toile isolante.
Graph showing the instrumentation under insulating cover.

Nous avons fait l'essai deux types de toiles isolantes de notre fabrication pendant les deux hivers d'essai, soit ceux de 2000-2001 et 2001-2002. Le premier hiver, la toile n'était qu'un simple géotextile qui a été recouvert d'une pellicule de plastique blanc sur sa face extérieure et d'une autre de couleur noire sur sa face intérieure. Son coût était d'environ 1,10 \$CAN le mètre carré en 2001. Le deuxième hiver, une toile isolante plus durable et performante a été utilisée (figure 2). Cette dernière se compose de trois couches successives (figure 3) dont la face supérieure est un tissu synthétique finement tissé de marque TYVEC de couleur blanche, réfléchissant partiellement le rayonnement solaire et résistant aux contraintes climatiques de froid, de pluie et de vent. La couche centrale est composée d'une feuille à multiples bulles d'air qui a pour fonction de minimiser la perte de chaleur du sol. Elle est composée d'une multitude de cellules fermées de polyéthylène recyclable de la compagnie AirCap@ contenant de l'air et mesurant 3,2 cm de diamètre par 1,27 cm d'épaisseur (figure 3). Finalement, la couche faisant face au sol se compose aussi de polystyrène et permet simplement de protéger les cellules d'air de la couche centrale des perforations que pourrait provoquer la pointe des sarments dont la taille a été pratiquée afin de faciliter le recouvrement des ceps par la toile isolante. L'ensemble de la couverture isolante représente, à cause du volume d'air qu'elle contient, une épaisseur moyenne de 5 cm. La toile isolante mesure 8 m par 1,5 m et est fixée à chaque extrémité des poteaux de soutènement (figure 2). Ce type de toile coûtait 1,80 \$ CAN le mètre carré.



Figure 2 - Toile isolante utilisée en 2001-2002. *Insulating cover used in years 2001-2002.*

Tel que déjà mentionné, la mise en place de la toile et du fil chauffant a nécessité une taille d'automne. Après la vendange, les ceps furent taillés à 40 cm de hauteur.



Figure 3 - Composantes de la toile isolante utilisée en 2001-2002. *Components of insulating cover used in years 2001-2002.*

3. Description du site d'étude et de cépage

L'étude a été faite au vignoble Sous les Charmilles, dans la région du Bas-plateau appalachien, à Rock Forest, au sud du Québec, un vignoble de 2,85 ha. L'altitude du site expérimental est d'environ 280 m sur une pente de 0° à 2°. Le cépage utilisé est le Seyval blanc (ou Seyve-Villard 5-276) : c'est le principal cépage des vignobles québécois. Le Seyval blanc est un hybride français, un croisement réalisé en 1930 entre le Rayon d'or (Seybel 4986) et le Seibel 5656 (Telebak *et al.*, 2003). Le Seyval blanc est un cépage adapté au climat du Québec du fait de sa résistance au froid au regard des courbes de tendance de cryotolérance des bourgeons de la vigne hybride durant la période froide (Jolivet et Dubois, 2000b). Mais c'est un cépage qui doit être protégé du froid hivernal car le seuil de tolérance au froid de ses bourgeons fructifères est d'environ -23 °C (Breault, 2000).

4. Conditions climatiques pendant les hivers 2000-2001 et 2001-2002

4.1. Hiver 2000-2001

L'hiver 2000-2001 fut généralement plus chaud que la normale climatique de l'est du Canada avec des anomalies positives de température de 1,6 °C (Aloir-Roy *et al.*, 2004). L'absence de périodes de grand froid où les températures peuvent atteindre, dans certains cas, jusqu'à -30 °C, n'a pas engendré de redoux (brève période de dégel pendant l'hiver) pour la même période. Le couvert nival n'a donc pas subi les effets des températures chaudes des redoux qui sont souvent associés à des précipitations sous forme de pluie. Les nombreuses chutes de neige tout au long de l'hiver ont permis d'augmenter l'épaisseur du couvert nival qui a atteint 95 cm au sol vers le 28 mars 2001.

L'automne 2000 a été clément sur tout le Québec méridional. Mais dès la fin octobre, les conditions de températures froides associées à des masses d'air humide permettent l'accumulation de 7 à 10 cm de neige au sol, neige qui fondra par la suite. Par contre, le mois de novembre fut plus chaud avec des températures minimales moyennes de -1,2 °C alors que la normale pour ce même mois est -4,6 °C. Ce n'est qu'à la dernière décade du mois que l'on enregistre des températures froides qui oscillent entre -12 et -15 °C alors que le couvert de neige au sol est encore absent.

Ce n'est qu'en décembre que de fortes précipitations neigeuses constituent un bon couvert nival. À la fin du mois, quatre tempêtes accumulent jusqu'à 42 cm de neige au sol. Durant ce mois, les températures minimales atteignent -20 °C pendant six jours consécutifs. Le minimum enregistré est de -23,1 °C le 9 décembre.

Le mois de janvier 2001 fut aussi plus chaud que la normale avec une anomalie positive de 3 °C. Cette période n'a pas connu d'événement climatique particulier en termes de précipitations : seulement 13 cm de neige s'ajoutent au couvert nival existant. Par contre, les précipitations du mois de février apportent 50 cm de neige de sorte que le couvert nival s'élève à la fin du mois à 68 cm. Le mois de mars ne faisant pas exception : les températures moyennes demeurent au-dessus de la normale et les précipitations abondantes (60 cm de neige) augmentent l'épaisseur de neige au sol à plus de 80 cm.

4.2. Hiver 2001-2002

Au sud du Québec, les tendances de 2000-2001 se maintiennent et les températures hivernales ont été encore plus chaudes que la normale climatique canadienne. En fait, les données nationales de température révèlent que l'hiver 2001-2002 se classe huitième dans le rang des hivers les plus chauds au pays depuis 1948 avec des anomalies positives de 2,3 °C (Service météorologique du Canada, 2003). Ceci qui porte à 19 le nombre d'hivers consécutifs où sont enregistrées des températures plus chaudes que la normale nationale enregistrée depuis 1948.

La région d'étude ne fait pas exception à la norme nationale. Les mois de janvier et février 2002 connaissent des températures beaucoup plus chaudes que la normale régionale. En fait, la température minimale enregistrée à la station du vignoble durant le mois de janvier est -13,6 °C, alors que la normale régionale des minima pour la même période est de -18 °C et que le minimum

extrême est de -38 °C (1973). Le minimum enregistré en février est de -19,0 °C, pour une normale des minima de -16,7 °C et un minimum extrême de -40 °C (1979). À cet effet, la deuxième moitié du mois de février est particulièrement chaude, en maintenant des températures de 5 °C à 6 °C au-dessus de la normale régionale.

Par contre, les précipitations de l'hiver 2001-2002 ont été inférieures à la normale canadienne de l'ordre d'environ 30 %. Les températures chaudes du 20 février 2002, avec un maximum de 7,1 °C, apportent sur la région d'étude des épisodes de pluie verglaçante. En fait, l'année 2002 est la troisième année la plus sèche pour la région d'étude (CRIACC, 2003).

5. Résultats

Les calculs de déperditions de chaleur de la toile isolante de 2001-2002 montrent l'avantage qu'offre l'usage de cette technique de protection (figure 4). D'une part, la faible conductivité thermique de l'air permet de minimiser le transfert de chaleur et, d'autre part, les multiples cellules fermées qui composent la partie centrale de la toile minimisent le transfert de chaleur par convection et offrent une bonne protection aux ceps.

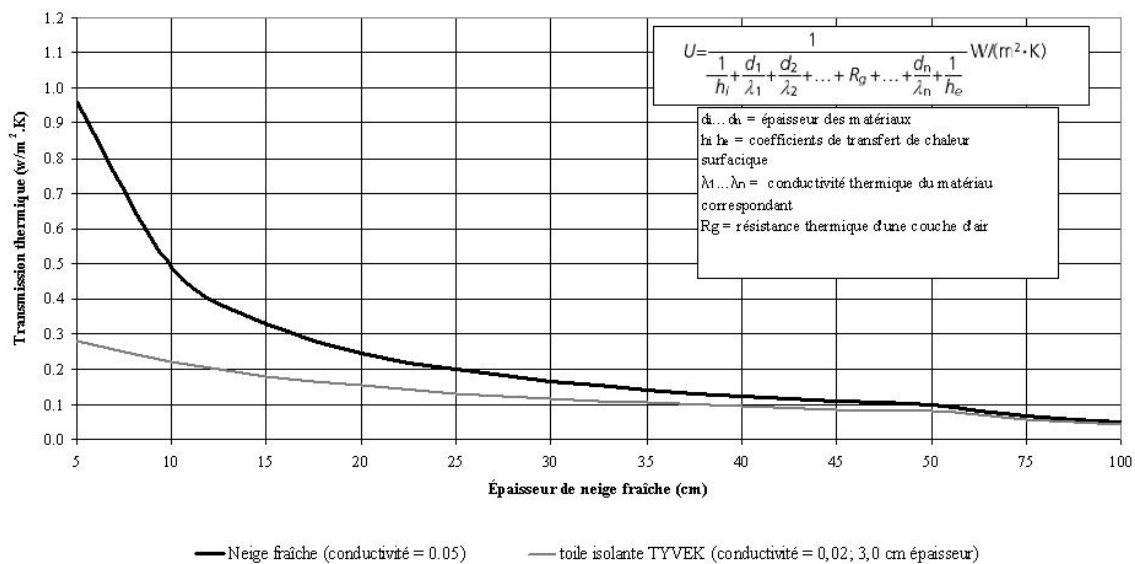


Figure 4 - Taux comparatifs de transmission thermique de la toile isolante utilisée en 2001-2002 et de la toile isolante avec différente épaisseur de neige fraîche sur sa surface. *Thermal transmission of the insulating cover used in years 2001-2002 as compared to insulating cover with different thickness of fresh snow on it.*

L'avantage de cette toile est qu'elle offre un coefficient de transfert de chaleur d'environ 0,39 W/m² K (en ne prenant en compte que la conductivité de l'air qui est établi à 0,02 W/m K). En se référant à cette figure, la toile devrait permettre une protection égale à près de 12 cm de neige (0,40 W/m² K) (figure 4). Par contre, les calculs de transfert de chaleur par convection à l'intérieur même des cellules d'air ont été ignorés et devraient faire l'objet d'une étude plus approfondie.

Les conditions de température minimale, enregistrées le 1^{er} et le 8 janvier 2002 sous la toile isolante, sont plus élevées que sous un couvert de feuilles des ceps jusqu'à une hauteur de 15 cm (figures 5 et 6). L'air emprisonné dans la couche de feuille ainsi que sa masse thermique permet de conserver une température généralement plus élevée à proximité du sol alors que, sous la toile, l'air libre permet, par convection, la diffusion de la chaleur vers le haut de la toile. Ce phénomène entraîne donc une uniformisation des températures sous l'abri qui permet, dans ces conditions, de conserver nettement la température des bourgeons sous le seuil de cryotolérance de cette variété.

Pour le mois de janvier 2002, par exemple, le comportement du régime thermique des sarments sous la toile isolante, sous le couvert de feuilles et avec la seule neige naturelle à 40 cm du sol, qui est le niveau le plus élevé et le plus difficile à protéger, est révélateur (figure 7). Pendant cette période, deux types de froid se sont manifestés soit, un froid advectif durant la nuit du 4 janvier et un froid de type radiatif durant celle du 19 janvier. Sous chacune de ces conditions climatiques synoptiques, la température des sarments et des bourgeons sous la toile isolante a été supérieure à la température sous le couvert de feuilles. La neige accumulée sur la toile permet de réduire et de stabiliser les écarts de température qui existent à l'extérieur. Par contre, le couvert de feuilles est plus influencé par ces épisodes de froid et maintient des températures d'environ 8 °C plus élevées que la température de l'air.

Le régime des températures à 20 cm du sol sous la toile de 2001-2002, dont une partie sur laquelle la neige a été enlevée, peut être comparé à celui de l'autre partie, laissée dans des conditions d'enneigement naturel (figure 8). On remarque que la neige détermine de façon significative la température sous la toile. D'une part, la température s'abaisse considérablement jusqu'à atteindre les mêmes minima que la température enregistrée à la station au champ. D'autre part, en période diurne, le rayonnement solaire apporte l'énergie nécessaire au rehaussement de la température sous la toile jusqu'à l'élever momentanément au-dessus du point de congélation, et ce même lorsque la température de l'air extérieur est de -10 °C le jour (5 février). L'albédo de la toile utilisée à l'hiver 2001-2002 n'est pas de 100 % et son opacité au rayonnement solaire n'est pas totale. Ainsi, une partie du rayonnement solaire direct et diffus peut être transmise à l'intérieur de la toile et peut être absorbée par les sarments et le sol. Cet état de transparence relative au rayonnement solaire de la toile n'a pas été évalué et a pu engendrer des variations de température importantes sous la toile en situation où elle n'est pas couverte de neige.

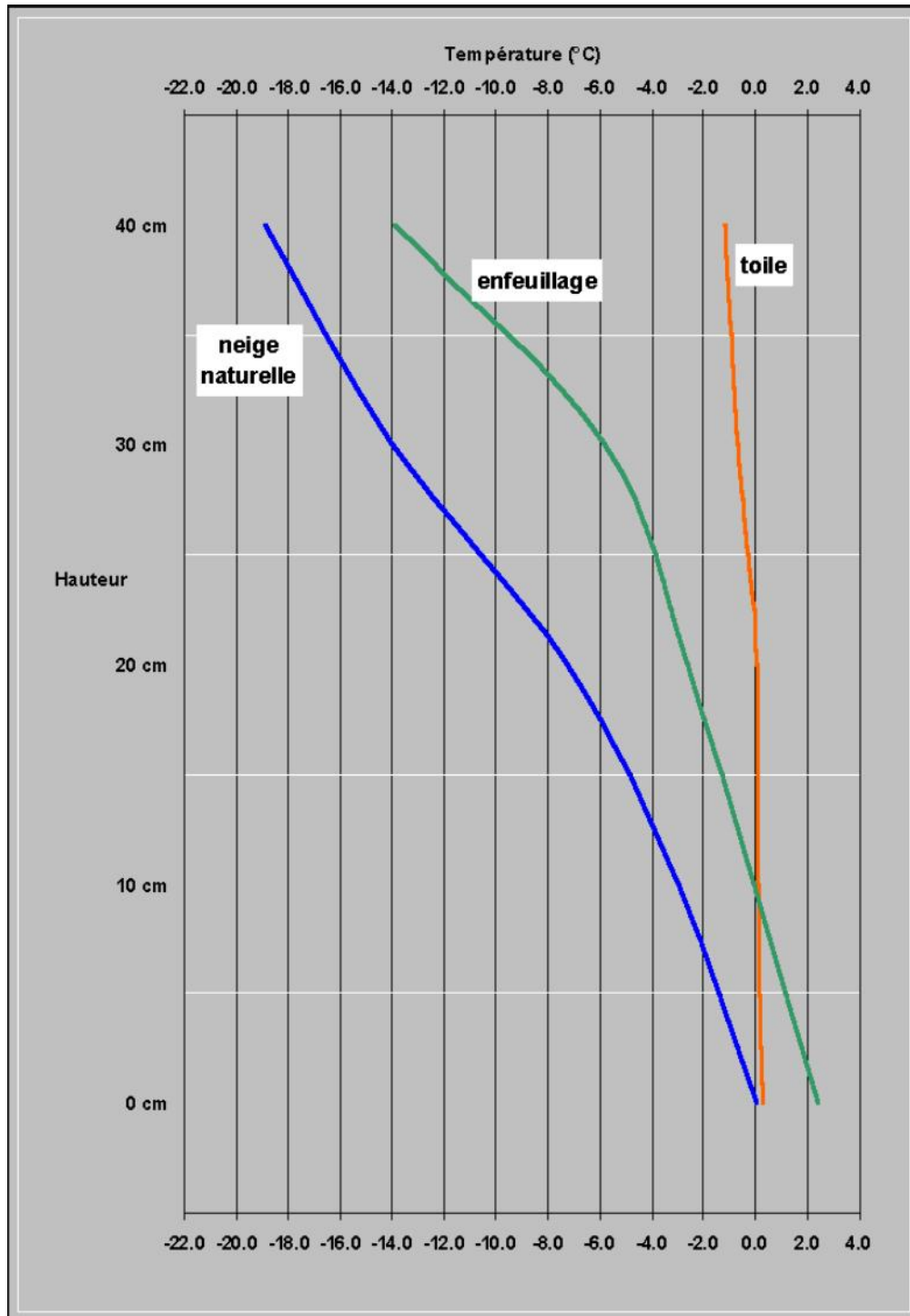


Figure 5 - Profils des températures minimales à différents niveaux au-dessus du sol pour la toile isolante et le couvert de feuille (1^{er} janvier 2002). *Minimum temperature profile at different height from ground as compared to insulating cover and leaf cover.*

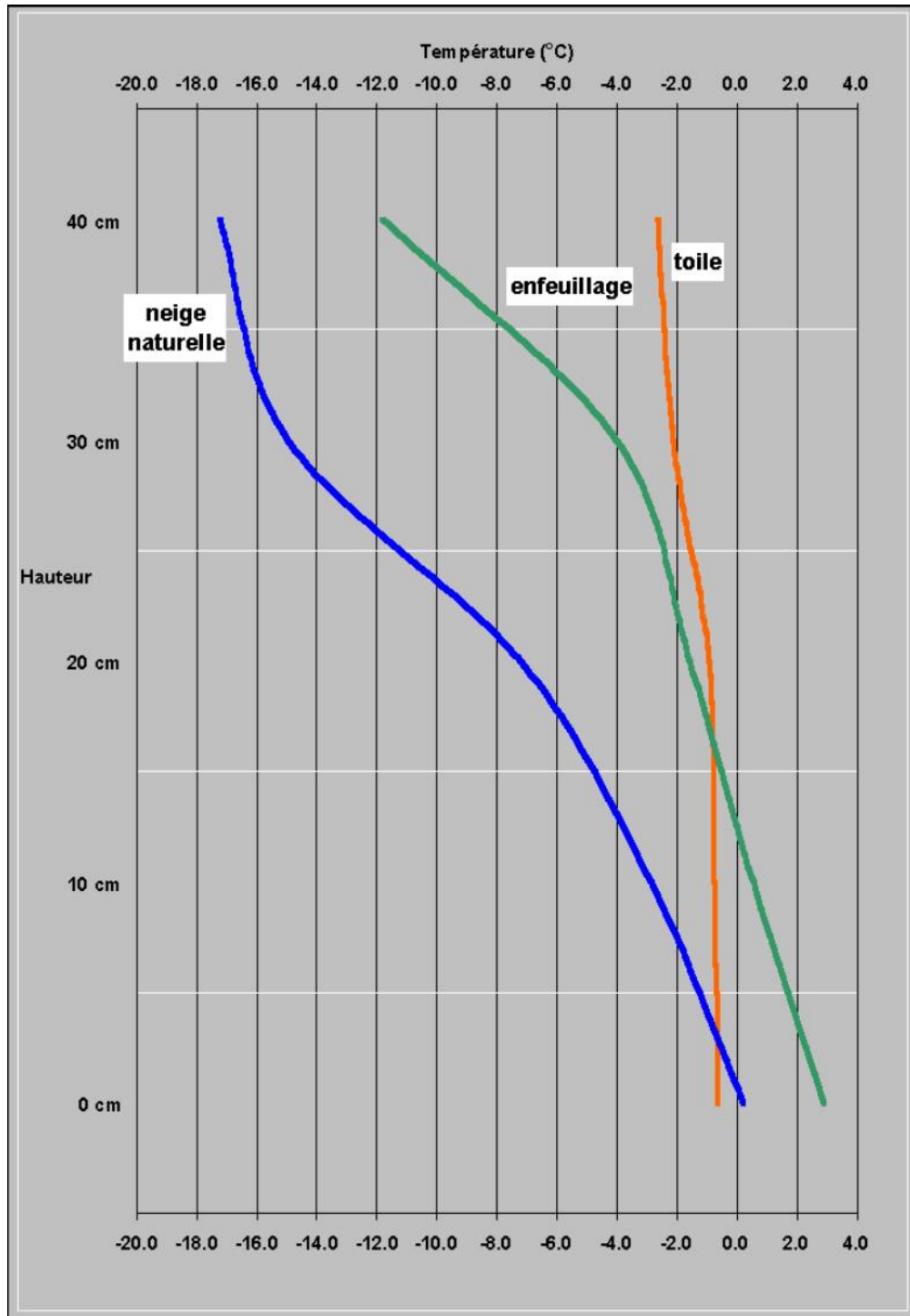


Figure 6 - Profils des températures minimales à différents niveaux au-dessus du sol pour la toile isolante et le couvert de feuille (8 janvier 2002). *Minimum temperature profile at different height from ground as compared to insulating cover and leaf cover.*

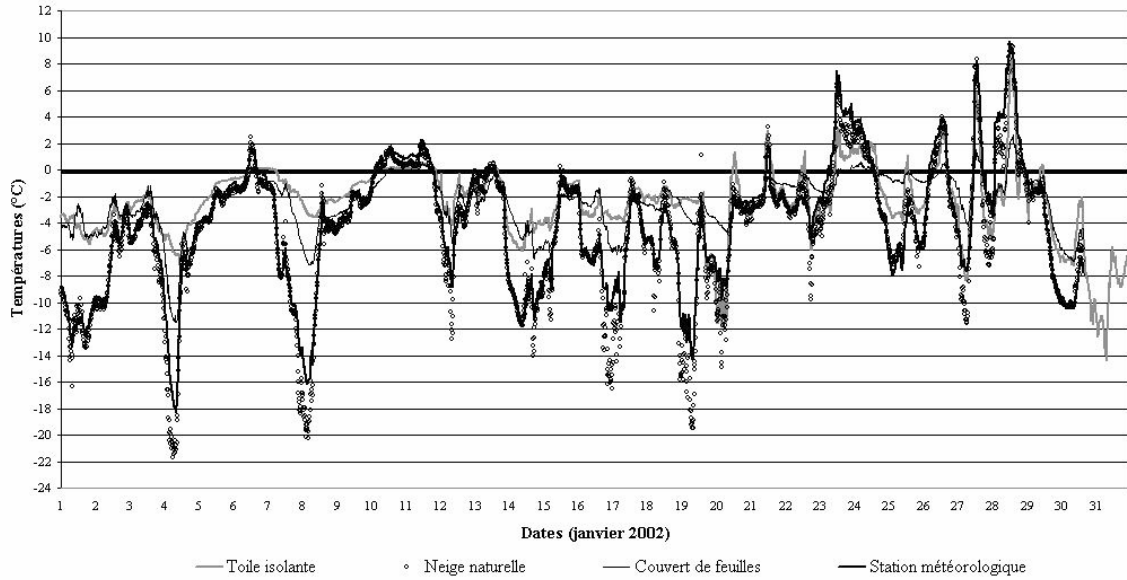


Figure 7 - Variation des températures à 40 cm du sol sous différentes techniques de protection en comparaison avec la température de l'air ambiant (1^{er} au 31 janvier 2002). Variation of temperature at 40 cm height from ground for different methods of frost protection as compared to the air temperature.

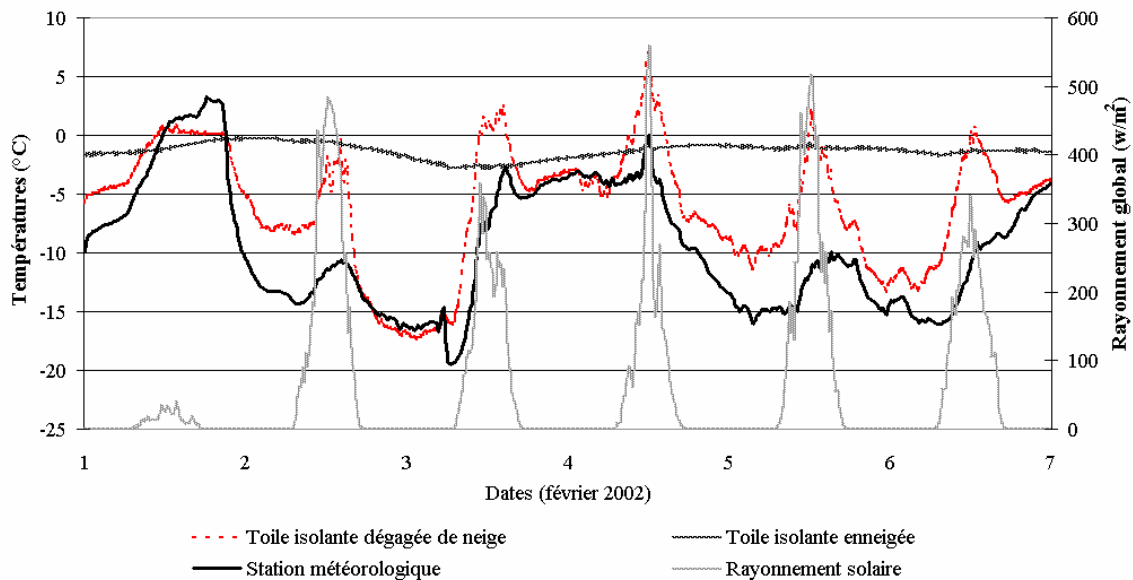


Figure 8 - Variation des températures sous la toile isolante utilisée en 2001-2002, à 20 cm du sol en fonction de l'intensité du rayonnement solaire global et en comparaison avec la température de l'air ambiant (1^{er} au 7 février 2002). Variation of temperature under insulating cover used in years 2001-2002 at 20 cm from ground as compared to the global radiation intensity and air temperature.

Ce phénomène de transparence fait en sorte que la température enregistrée sous la toile au début du printemps, période où le rayonnement peut atteindre une intensité de plus de 900 W/m^2 (figure 9), dépasse celle qui est enregistrée sous le couvert de feuilles au même niveau. La température à 40 cm du sol s'est parfois élevée à plus de 15 °C supérieurs à celle qui est enregistrée sous le couvert de feuilles. La chaleur accumulée sous la toile a pu faire sortir les bourgeons de leur dormance et, de ce fait, les placer en situation précaire face au gel au sol qui sévit toujours à cette période de l'année. Toutefois, il semble que les dommages liés au froid n'aient pas endommagé les bourgeons puisque leur croissance n'a pas été affectée par la suite.

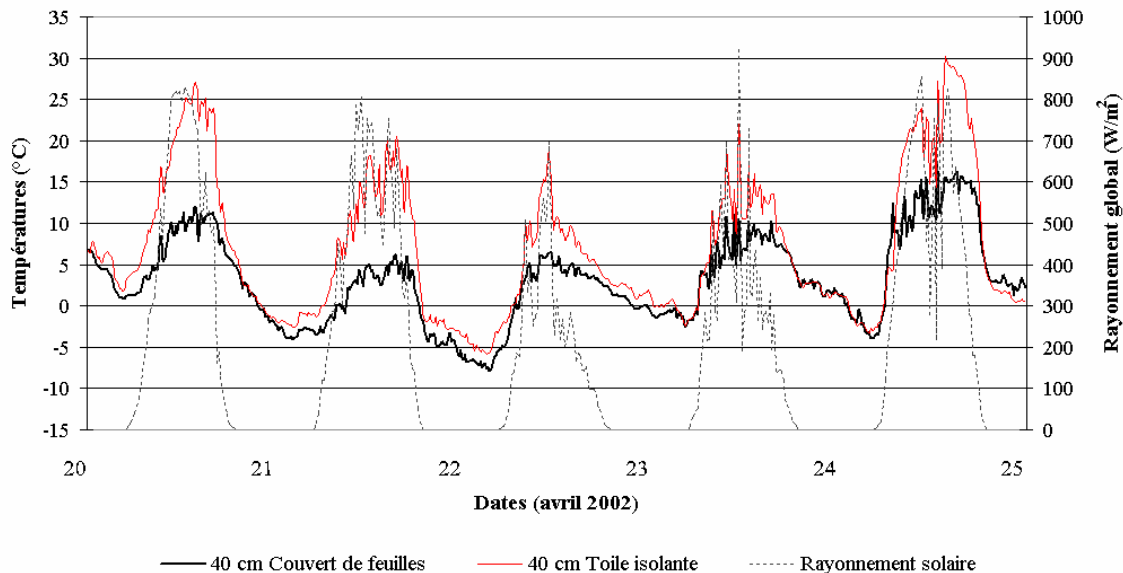


Figure 9 - Variation des températures sous la toile isolante utilisée en 2001-2002 à 40 cm du sol en fonction de l'intensité du rayonnement solaire global en comparaison avec la température de l'air ambiant (20 au 25 avril 2002). Variation of temperature under insulating cover used in years 2001-2002 at 20 cm from ground as compared to the global radiation intensity and air temperature.

De plus, durant les nuits de froid radiatif de la première quinzaine de mai 2002, les températures sous la toile isolante ont subi les mêmes baisses de température que sur la parcelle sans protection. À cet effet, nous croyons que la façon dont la toile est attachée crée un pont thermique important, ce qui facilite les échanges de chaleur avec le milieu extérieur ambiant et abaisse la température de l'air sous la toile. Une modification des attaches de la toile au poteau, soit de manière plus hermétique soit en abaissant les extrémités vers le sol, devrait permettre de conserver la chaleur sous la toile et de limiter les inversions de température dans la partie supérieure de la toile.

À l'hiver 2000-2001, les thermostats avaient été programmés pour démarrer au moment de la mise sous tension du fil chauffant à partir de -10 °C . En examinant les effets de la chaleur dégagée par le fil sous la toile déneigée (figure 10), on constate que la variation de la température enregistrée à 5 cm au-dessus du sol, donc à proximité du fil chauffant, est importante. Ce fait

démontre qu'un fil de 15 Watts/mètre peut suffire à maintenir une température viable sous ce type de toile.

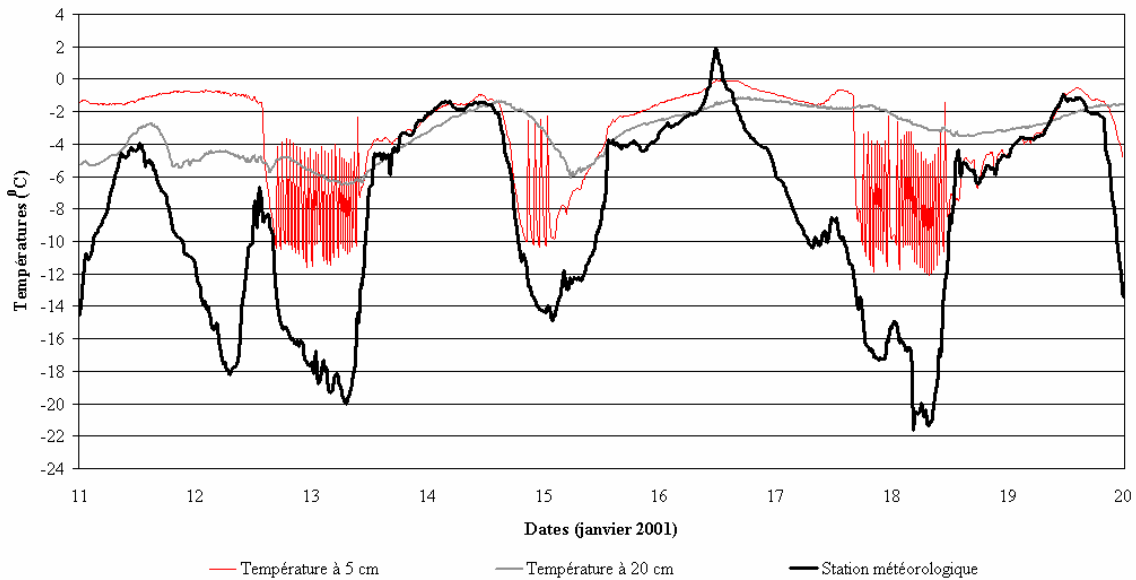


Figure 10 - Variation des températures sous la toile isolante utilisée en 2001-2002 déneigée, à 5 et 20 cm du sol, lorsque le fil chauffant est sous tension (11 au 20 janvier 2001). *Variation of temperature under insulating cover without snow on it used in years 2001-2002, at height of 5 and 20 cm from ground, when a heating wire is on.*

Le décompte des bourgeons débouffés le 7 juin 2002 montre que la toile isolante est efficace et permet de conserver les bourgeons de la vigne à une température viable pendant toute la saison froide (figure 11). Le nombre moyen de bourgeons débouffés est nettement supérieur sous la toile isolante comparativement aux techniques du couvert de feuilles et de l'enneigement artificiel. Non seulement les bourgeons actifs sont plus nombreux, mais aussi le débouffement s'effectue jusqu'au sommet des sarments. Contrairement aux autres techniques, les bourgeons sont entièrement localisés sous la toile et par ce fait constamment protégés du froid extérieur. En effet, même sous le couvert de feuilles qui, à sa mise en place, fait un ourlet de 50 à 70 cm d'épaisseur, une partie des bourgeons finissent par se découvrir puisque les feuilles ont tendance à se compacter de 20 à 30 cm sous la pluie et sous le poids de la neige.

6. Conclusion

La toile isolante pourrait être une technique de protection des ceps très prometteuse pour les vignobles des régions froides comme le Québec. Contrairement aux techniques traditionnelles de buttage des ceps, soit 50 à 70 cm de terre ou l'équivalent en feuilles mortes, celle-ci ne nécessite pas l'usage de machinerie lourde et d'énergie considérable. Cette technique a aussi démontré son efficacité dans des conditions de froid autant advectif que radiatif. En réalité, l'utilisation de la toile est similaire au concept de la culture en serre. En faisant abstraction de l'utilisation du fil chauffant pour réguler la température interne sous l'abri, c'est en fait la chaleur même du sol qui fournit l'énergie nécessaire au maintien d'une température viable sous la toile.

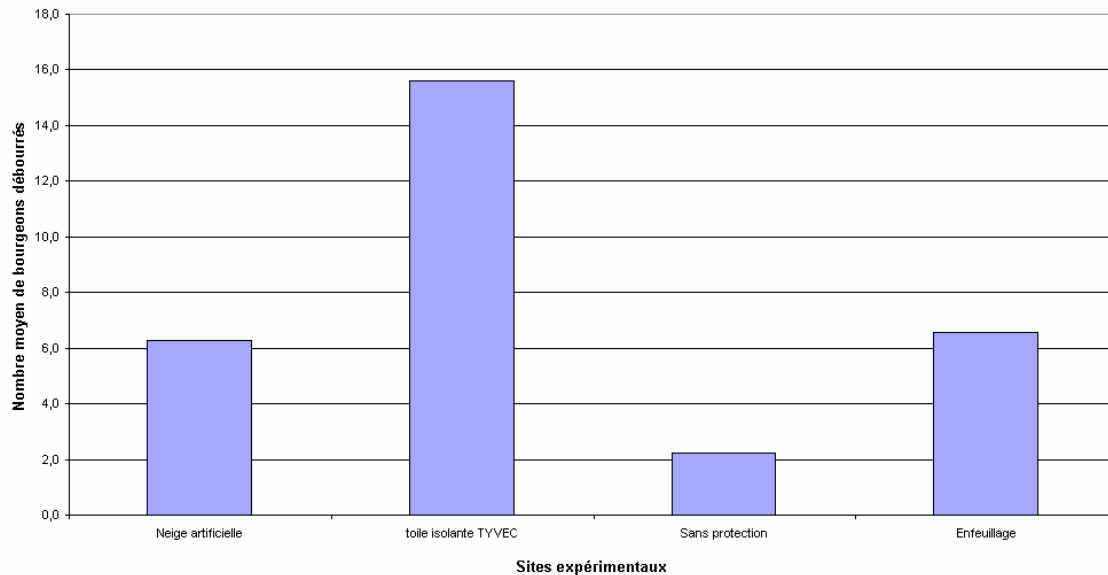


Figure 11 - Nombre moyen de bourgeons débouffrés par site expérimental (7 juin 2002).
Mean number of budbreak over experimental plot.

Les températures froides du début décembre peuvent parfois atteindre $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ à $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ et, à cette période de l'année, il n'y a pas nécessairement un couvert nival. En fonction de la variété ainsi que d'autres paramètres liés à l'état physiologique du cépage, il se peut que seule une toile puisse protéger efficacement les ceps contre le froid. Sans l'apport appréciable de la capacité isolante de la neige qui s'accumule sur la surface de toile, les ceps sont soumis pratiquement aux mêmes conditions de température qu'à l'extérieur.

La mise en place, sous la toile, d'un fil chauffant préalablement réglé pour s'activer à un seuil de température défini permet de sécuriser ce type de protection dans les cas de froid intense alors qu'il n'y a pas de couverture nivale. Parallèlement aux expériences menées en France (Drouard, 2001), où son utilisation semble se limiter à la lutte contre le gel de type radiatif, l'utilisation du fil chauffant dans les vignobles des pays froids pourrait avantageusement servir à la même cause et même être utilisé pour apporter de l'énergie calorifique sous ces conditions climatiques particulières.

Le réchauffement climatique planétaire déjà engagé engendrera très probablement des variations considérables, non seulement en ce qui a trait au régime des températures hivernales, mais également en ce qui concerne le régime des précipitations sous forme neigeuse. Dans un futur rapproché, l'influence que pourrait avoir tant une diminution importante de l'épaisseur du couvert nival au champ que de la date moyenne de mise ne place du couvert nival au sol à l'automne et de la persistance de ce couvert nival, auront assurément un impact majeur sur l'efficacité des techniques de protection de la vigne en climat froid. La neige étant un isolant de très bonne qualité, son absence au sol durant les périodes de grand froid pourrait mettre en péril la survie des ceps de plusieurs cépages hybrides actuellement en culture au Québec et ailleurs dans le monde. Même l'efficacité du buttage traditionnel de la vigne avec de la terre pourrait être affecté par l'absence de couvert nival lors des froids extrêmes.

Il est évident que l'utilisation de toiles isolantes avec des câbles chauffants présente un investissement de départ important, mais il devrait être compensé par les coûts d'achat et d'entretien des équipements lourds de buttage avec de la terre ou la quête de matière première pour le buttage avec des feuilles que requièrent d'autres techniques de protection. De plus, l'utilisation de toiles ne détériore pas les ceps comme risque de le faire le buttage avec de la terre.

7. Références

Aloir-Roy, A.-N., Dubois, J.-M.M. et Fontaine, L. (2004) Rendement du Seyval Blanc dans un vignoble du Québec suite à l'essai de protections hivernales de neige artificielle, de neige naturelle et de feuilles. Département de géographie et télédétection, Université de Sherbrooke, Bulletin de recherche n° 171-172, 143 p.

Bertrand Carrière, G., Jolivet, Y. et Dubois, J.-M.M. (2002) Formation et évolution des trous de fonte le long des sarments de vigne en hiver au Québec. Journal international des sciences de la vigne et du vin, vol. 36, n° 3, p. 83-92.

Breault, A. (2000) Seyval blanc (Seyve-Villard 5-276). Viticulture A & M inc., Brigham (Québec), 2 p.

CRIACC (Centre de ressources en impacts et adaptation au climat et à ses changements) (2003). Suivi saisonnier du climat. http://www.criacc.qc.ca/climat/suivi/hiver0102/bilan_f.html (consulté le 24 février 2005).

Drouard, A. (2001) Lutte anti-gel : vinicâble, le câble chauffant électrique. EDF (Électricité de France) Agriculture, http://alex.drouard.free.fr/vinicable/vini_01.htm (consulté le 24 février 2005).

Service météorologique du Canada (2003) Bulletin des tendances et des variations climatiques pour le Canada. Environnement Canada, http://www.smc-msc.ec.gc.ca/ccrm/bulletin/winter01/index_f.html (consulté le 24 février 2005).

Jolivet, Y. et Dubois, J.-M.M. (2000a) Évaluation de l'efficacité du buttage de la vigne comme méthode de protection contre le froid hivernal au Québec. Journal international des sciences de la vigne et du vin, vol. 34, n° 3, p. 83-92.

Jolivet, Y. et Dubois, J.-M.M. (2000b) Évaluation préliminaire de l'enneigement artificiel comme méthode de protection hivernale de la vigne au Québec. Journal international des sciences de la vigne et du vin, vol. 34, n° 4, p. 155-167.

Jolivet, Y. et Dubois, J.-M.M. et Granberg, H. (1999) Évaluation de l'efficacité du cône de polystyrène et de la toile géotextile comme méthode de protection de la vigne contre les gels tardifs printaniers au Québec pour les petites exploitations et les pépinières. Journal international des sciences de la vigne et du vin, vol. 33, n° 3, p. 99-104.

Telebak, T., Jolivet, Y. et Dubois, J.-M.M. (2003) Évaluation du rendement d'un cépage hybride (Seyval Blanc) en fonction de différents moyens de protection de la vigne contre le gel hivernal au Québec. *Journal international des sciences de la vigne et du vin*, vol. 37, n° 1, p. 1-13.

Therrien, S. et Dubois, J.-M.M. (2000) Comparaison préliminaire du régime thermique de la vigne en début d'hiver : différentes méthodes de phytoprotection contre le gel, vignoble Sous les Charmilles, Rock Forest (Québec). Département de géographie et de télédétection, Université de Sherbrooke, *Bulletin de recherche*, n° 149, 40 p.