

(19)



(11)

**EP 1 318 366 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**28.02.2007 Patentblatt 2007/09**

(51) Int Cl.:  
**F25C 3/04 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **02002668.8**

(22) Anmeldetag: **06.02.2002**

**(54) Schneesporthalle und Verfahren zu deren Betrieb**

Indoor skiing ground and method of operation thereof

Piste de ski couverte et procédé d'opération de celle-ci

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
 MC NL PT SE TR**  
 Benannte Erstreckungsstaaten:  
**LV**

(30) Priorität: **07.12.2001 DE 10160237**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**11.06.2003 Patentblatt 2003/24**

(73) Patentinhaber:  
 • **allrounder winter world gmbH & co. kg**  
**41472 Neuss (DE)**  
 • **Stevens Koeltechnik NV**  
**8900 Ieper (BE)**

(72) Erfinder: **D'Hulster Herman**  
**8900 Ieper (BE)**

(74) Vertreter: **Paul, Dieter-Alfred et al**  
**Paul & Albrecht,**  
**Patentanzwaltssozietät,**  
**Hellersbergstrasse 18**  
**41460 Neuss (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 378 636**                      **WO-A-99/58910**  
**US-A- 5 381 668**                      **US-A- 6 079 161**  
**US-B1- 6 176 091**

**EP 1 318 366 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Schneesporthalle mit einer darin angeordneten Schneepiste, die einen Boden hat, auf dem eine Schneeschicht aufgebracht ist oder aufbringbar ist, sowie mit einer Kälteanlage, die eine Schneekühleinrichtung zur Kühlung der Schneeschicht aufweist. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum Betrieb einer solchen Schneesporthalle. Eine solche Schneesporthalle ist aus dem Dokument US 5 381 668 bekannt.

**[0002]** Schneesporthallen sind beispielsweise aus der EP-B-0 378 636, US-A-5,102,044, US-A-5,241,830 und US-A-5,272,883 bekannt. Sie weisen ein hallenförmiges Gehäuse auf, in dem eine in der Regel geneigte Schneepiste angeordnet ist. Das Profil der Schneepiste wird durch einen Boden vorgegeben, auf dem eine Schneeschicht mittels Schneekanonen aufgebracht ist. Statt Schneekanonen können auch Wassersprüheinrichtungen vorgesehen sein, die in die Luft oberhalb der Schneepiste Wasser einsprühen, welches beim Auftreffen auf den kalten Boden oder die schon vorhandene Schneeschicht zu Schnee gefriert (vgl. US-A-5,241,830).

**[0003]** Solche Schneesporthallen haben vor allem dann, wenn die Außentemperatur erheblich über 0°C liegt, einen hohen Energieverbrauch, auch wenn ihre Außenhaut gut isoliert ist. Um diesen Energieverbrauch zu begrenzen, hält man die Temperatur mit Hilfe einer Kälteanlage gerade so niedrig, daß die in der Schneesporthalle entstehende Wärme, verursacht durch die darin befindlichen Personen, Lampen, Reibung etc., abgeführt und die Schneeschicht am Schmelzen gehindert wird. Dies kann dadurch geschehen, daß die Temperatur der Luft oberhalb der Schneeschicht und die Temperatur der Schneeschicht selbst im wesentlichen gleich gehalten wird, und zwar einige Grad unter 0°C (vgl. EP-B-0 378 636; US-A-5,272,883). Hierzu muß die Kälteanlage sowohl eine Luftkühleinrichtung als auch eine Schneekühleinrichtung aufweisen. Teilweise wird versucht entsprechende Verhältnisse allein durch eine Luftkühleinrichtung zu erreichen (vgl. US-A-5,102,044).

**[0004]** In der US-A-5,241,830 wird auf das Problem hingewiesen, daß es für die in der Schneesporthalle befindlichen Personen unangenehm ist, in solch kalter Luft Ski oder Snowboard zu fahren, insbesondere wenn der Temperaturunterschied zu den Verhältnissen außerhalb der Schneesporthalle groß ist. Um dies zu vermeiden, wird in diesem Dokument vorgeschlagen, die Lufttemperatur nach Bildung der Schneeschicht so einzustellen, daß sie bis zu 10°C über dem Gefrierpunkt liegt, wobei die Temperatur der Schneeschicht so gehalten wird, daß gerade kein Schmelzen eintritt. Lediglich beim Aufbau der Schneeschicht wird die Lufttemperatur auf Bereiche unterhalb des Gefrierpunktes herabgesetzt.

**[0005]** In Schneesporthallen wird die Breite der Schneepiste häufig nicht ausgenutzt. Die Belastung der Schneeschicht durch die Ski- und Snowboardfahrer konzentriert sich auf einen mittleren Bereich. Dabei kommt

es durch die Schwungbewegungen der Ski- und Snowboardfahrer zur Verdrängung von Schnee aus dem mittleren Bereich in die Randbereiche. Diese Tendenz hat sich durch den zunehmenden Anteil von Snowboardfahrern verstärkt. Die Schneepiste erhält hierdurch eine Rinneform, wobei der Mittenbereich zu Rippen- und Eisbildung neigt und die Randbereiche wegen des dorthin verlagerten Schnees schlecht zu befahren sind. Beides erhöht die Unfallgefahr. Außerdem ist es erforderlich, den so verfrachteten Schnee periodisch mittels Räumgeräten wieder zurück in die Mitte zu bringen, zu verdichten und zu glätten. Dies kann nur in der Zeit durchgeführt werden, in der die Schneesporthalle geschlossen ist, also in der Nacht. Der Personal- und Maschineneinsatz hierfür ist erheblich.

**[0006]** In der US-B-6,176,091 ist eine Schneesporthalle offenbart, die eine Schneekühleinrichtung aufweist, über die abwechselnd Kühlluft mit einer Temperatur von 0°C bis -30°C und Warmluft mit einer Temperatur von 0°C bis +30°C in die Schneeschicht eingespeist wird, um ein Schmelzen der Schneeschicht zu verhindern und sie zu verdichten.

**[0007]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Schneesporthalle so zu konzipieren und zu betreiben, daß Schneeverfrachtungen aus dem Mittenbereich in die Randbereiche wesentlich herabgesetzt werden

**[0008]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Schneekühleinrichtung so ausgelegt ist, daß mit ihr die Schneeschicht auf eine Temperatur von -10°C oder darunter abgekühlt ist und daß die Schneeschicht auf solchen Temperaturen gehalten wird, so lange sie von Skifahrern benutzt wird. Grundgedanke der Erfindung ist es also, die Schneetemperatur weit unterhalb des Gefrierpunktes zu halten, obwohl eine solche Temperatur zur Vermeidung des Schmelzens nicht erforderlich wäre. Dem liegt die schon zur Erfindung gehörende Erkenntnis zugrunde, daß der Schnee bei solch tiefen Temperaturen weit weniger dazu neigt, durch die Skifahrer nach außen hin verfrachtet zu werden. Dies beruht darauf, daß sich die Konsistenz des Schnees bei solch tiefen Temperaturen erheblich von Schnee unterscheidet, der - wie im Stand der Technik gerade so weit abgekühlt gehalten wird, daß er nicht schmilzt. Er ist kompakter und härter. Die tiefe Schneetemperatur hat im übrigen auch zur Folge, daß die Neigung zur Buckelbildung erheblich geringer ist.

**[0009]** Eine so ausgebildete und betriebene Schneesporthalle benötigt wesentlich weniger Aufwand für die Einebnung der Schneeschicht. Außerdem bleibt die Schneeschicht während eines Tages weitgehend unverändert und wird deshalb auch gleichmäßiger ausgenutzt. Schließlich bildet sich durch die tiefe Temperatur der Schneeschicht eine sehr trockene und pulverförmige Schneekonsistenz. Hierdurch ist das Skifahren erheblich angenehmer und auch weniger gefährlich. Im Fall eines Sturzes ist die Gefahr, daß Bekleidungsstücke befeuchtet werden, deutlich geringer.

**[0010]** Um den Aufenthalt in der Schneesporthalle

trotzdem angenehm zu machen, ist nach der Erfindung vorgesehen, daß die Luftkühleinrichtung so ausgelegt ist, daß die Temperatur der Luft auf Werte oberhalb von  $-3^{\circ}\text{C}$  einstellbar ist. Aufgrund der tiefen Temperatur der Schneeschicht kann die Temperatur der Luft sogar oberhalb des Gefrierpunktes gehalten werden. Dies ist nicht nur für die Ski- und Snowboardfahrer von Vorteil, sondern reduziert auch den Aufwand für die Luftkühleinrichtung, zumal die Luft auch durch die tiefe Temperatur der Schneeschicht mitgekühlt wird. Insbesondere dann, wenn für die Luft- und Schneekühleinrichtungen getrennte Kühlkreisläufe vorgesehen werden, muß die Durchführung der erfindungsgemäßen Betriebsweise nicht zu einem höheren Energieaufwand führen, so daß der geringere Pflegeaufwand sich kostensparend auswirkt. Dabei ist besonders vorteilhaft, daß die Attraktivität einer solchen Schneesporthalle für die Skifahrer aus den schon oben genannten Gründen wesentlich größer ist.

**[0011]** In der Zeichnung ist die Erfindung anhand eines schematisch dargestellten Ausführungsbeispiels näher veranschaulicht. Sie zeigt eine Schneesporthalle 1 mit einem Hallenboden 2, einer ersten Stirnwand 3, einer zweiten Stirnwand 4, einer hinteren Seitenwand 5 und einer Deckenwand 6. Die vordere Seitenwand ist weggelassen. Der Hallenboden 2 ist schräg hochgeklappt dargestellt. Er ist nach rechts hin abwärts geneigt. Senkrecht zur Zeichnungsebene ist er horizontal. Der Hallenboden 2, die Stirnwände 3, 4, die Seitenwände 5 und die Deckenwand 6 sind mit Wärmeisolationsplatten isoliert.

**[0012]** Auf dem Hallenboden 2 bzw. dessen Wärmeisolationsplatten ist ein System von Kühlleitungen verlegt, das aus einer Zulaufleitung 7 auf der einen Seite des Hallenbodens 2, einer Rücklaufleitung 8 auf der anderen Seite des Hallenbodens 2 und aus einer Vielzahl von die Zulaufleitung 7 und die Rücklaufleitung 8 verbindenden Kühlleitungen beispielhaft mit 9 bezeichnet - besteht. Außerhalb der Schneesporthalle 1 geht die Rücklaufleitung 8 in einen ersten Verdampfer 10 und dort in einen Wärmetauscher 11, von dem dann die Zulaufleitung 7 ausgeht. Eine Kältemittelpumpe 12 sorgt dafür, daß Kältemittel durch die Zulaufleitung 7, die Kühlleitungen 9 und die Rücklaufleitung 8 zirkuliert.

**[0013]** Für die Kühlung der Luft sind über die Länge der Schneesporthalle 1 mehrere Luftkühler 13, 14, 15 verteilt, wobei sich die Anzahl der Luftkühler - hier lediglich drei - nach der Länge der Schneesporthalle 1 richtet. Die Luftkühler 13, 14, 15 sind im oberen Bereich der Schneesporthalle 1 angeordnet und weisen Wärmetauscher 16, 17, 18 auf, die jeweils mit zwei Gebläsen 19 bis 24 beaufschlagt sind. Eine Zulaufleitung 25 sorgt für die Zuführung eines Kältemittels. Von ihr gehen Zweigleitungen 26, 27, 28 zu den Wärmetauschern 16, 17, 18 ab. Diese münden in eine Rücklaufleitung 29. Die Rücklaufleitung 29 geht außerhalb der Schneesporthalle 1 in einen zweiten Verdampfer 30, wo das Kältemittel über einen Wärmetauscher 31 abgekühlt wird. Daran schließt sich die Zulaufleitung 25 an, wobei eine darin eingebaute Pumpe 32 für die Zirkulation des Kältemittels

durch die Zulaufleitung 25, die Zweigleitungen 26, 27, 28 und die Rücklaufleitung 29 sorgt.

**[0014]** Parallel zu diesem Kühlkreislauf verläuft ein Warmkreislauf, bestehend aus Zulaufleitung 33, Abzweigungen 34, 35, 36 und Rücklaufleitung 37. Die Abzweigungen 34, 35, 36 münden in die Wärmetauscher 16, 17, 18 und zweigen dahinter wieder ab. Dort sind Zweigeventile 39 bis 44 vorgesehen, die motorisch betätigt sind.

**[0015]** Außerhalb der Schneesporthalle 1 sind Zulaufleitung 33 und Rücklaufleitung 37 über einen Wärmetauscher 45 verbunden, wobei hinter dem Wärmetauscher 45 eine Pumpe 46 für die Zirkulation sorgt. Der Warmkreislauf dient dazu, die Luftkühler 13, 14, 15 bzw. deren Wärmetauscher 16, 17, 18 im Bedarfsfall zu enteisen, indem ein Wärmeaustauschmittel mit einer Temperatur oberhalb des Gefrierpunkts hindurchgeleitet wird. Für eine solche Temperatur sorgt ein Kondensator 47, der in dem Wärmetauscher 45 integriert ist. Das Umschalten des Kühlkreislaufs auf Warmkreislauf wird durch die Zweigeventile 39 bis 44 gesteuert.

**[0016]** Die Schneesporthalle 1 weist im oberen Bereich der ersten Stirnwand 3 eine Lufteintrittsöffnung 48 und ebenfalls im oberen Bereich der zweiten Stirnwand 4 eine Luftaustrittsöffnung 49 auf. Die Lufteintrittsöffnung 48 und Luftaustrittsöffnung 49 sind mit Lamellen 50, 51 versehen, über die der freie Querschnitt der Lufteintrittsöffnung 48 bzw. Luftaustrittsöffnung 49 eingestellt und die auch geschlossen werden können. In der Lufteintrittsöffnung 48 und der Luftaustrittsöffnung 49 befinden sich Wärmetauscher 52, 53, die Teil eines Kühlmittelkreislaufs 54 sind, in dem eine Pumpe 55 angeordnet ist. In dem Wärmetauscher 53 wird das Kühlmittel durch die ausströmende kalte Luft abgekühlt und sorgt in der Lufteintrittsöffnung 48 über den Wärmetauscher 52 für eine Kühlung der eintretenden Frischluft. Durch den Kühlmittelkreislauf 54 wird also Kälte zurückgewonnen.

**[0017]** Eine weitere Kühlung der durch die Lufteintrittsöffnung 48 einströmenden Luft wird durch einen Luftkühler 56 bewirkt, der aus einem Wärmetauscher 57 und zwei diesen beaufschlagenden Gebläsen 58, 59 besteht. Der Wärmetauscher 57 ist Teil einer Zweigleitung 60, die von der kalten Zulaufleitung 25 abgeht und in die Rücklaufleitung 29 mündet. Damit auch dieser Wärmetauscher 57 enteist werden kann, geht von der warmen Zulaufleitung 33 eine Abzweigung 61 ab, die über ein Zweigeventil 62 in den Wärmetauscher 57 mündet und über ein zweites Zweigeventil 63 in die Rücklaufleitung 37 geht.

**[0018]** Die Verdampfer 10, 30 sind Teil einer Kälterzeugungsanlage 64, die außerhalb der Schneesporthalle 1 in einem separaten, hier nicht näher dargestellten Gehäuse untergebracht ist. Kern dieser Kälterzeugungsanlage 64 sind zwei Schraubenkompressoren 65, 66, die durch hier nicht näher dargestellte Motoren angetrieben sind und eine einstellbare Förderleistung haben. Sie weisen in an sich bekannter Weise eine Öleinspritzung auf. Aus diesem Grund wird das dampfförmige Kältemittel

über die Leitungen 67 bzw. 68 zunächst in einen Ölabscheider 69 bzw. 70 geleitet, wo das Öl vom Kältemittel getrennt und über eine Rücklaufleitung 71 bzw. 72 und darin enthaltene Kühler 73 bzw. 74 den Schraubenkompressoren 65, 66 wieder zugeführt wird.

**[0019]** Über Leitungen 75, 76 wird ein größerer Teil des Kältemittels in einen großen Kondensator 78 geleitet und dort verflüssigt. Gebläse 79, 80 sorgen für die Kühlung des Kondensators 78. Ein kleinerer Teil gelangt über die Leitung 81 in den Kondensator 47 und von dort in einen Vorverdampfer 82, wo es verdampft. Der durch den Kondensator 78 geleitete Teil des Kältemittels wird aufgeteilt. Ein größerer Teil geht über eine Leitung 83 in den Vorverdampfer 82, wobei eine motorisch einstellbare Drossel 84 für den Druckabbau sorgt. Der andere, kleinere Teil geht über eine Leitung 85 zu zwei parallelen Wärmetauschern 86, 87 und dann weiter zu der Leitung 81, die in den Vorverdampfer 82 mündet.

**[0020]** In dem Vorverdampfer 82 findet eine partielle Verdampfung des Kältemittels statt. Der dampfförmige Teil wird über die Leitungen 89, 90 wieder zu den Schraubenkompressoren 65, 66 zurückgeführt. Der flüssige Anteil wird über eine Leitung 91 abgeführt. Dieser teilt sich in die Leitungen 92, 93 auf, welche über motorisch einstellbare Drosseln 94 bzw. 95 zu den Verdampfern 10 bzw. 30 gehen. Durch Einstellung der Drosseln 94, 95 kann der Zufluß des Kühlmittels zu den Verdampfern 10, 30 entsprechend an die jeweiligen Anforderungen angepaßt werden.

**[0021]** Jedem Luftkühler 13, 14, 15 ist jeweils eine Schneekanone 96, 97, 98 zugeordnet. Die Schneekanonen 96, 97, 98 werden über eine Wasserpumpe 99 und eine Zulaufleitung 100 sowie über Zweigleitungen 101, 102, 103 mit Wasser versorgt, das in dem Wärmetauscher 86 abgekühlt wird. Ferner werden die Schneekanonen 96, 97, 98 über einen Verdichter 104, eine Zulaufleitung 105 und Zweigleitungen 106, 107, 108 mit komprimierter Luft versorgt, die durch den Wärmetauscher 87 abgekühlt ist. Die komprimierte Luft sorgt für eine feine Zerstäubung des eingespritzten Wassers. Da die Schneekanonen 96, 97, 98 im Abstrom der Luftkühler 13, 14, 15 liegen, wird das versprühte Wasser/Luftgemisch zusätzlich abgekühlt, so daß sich schon in der Luft Schneekristalle bilden, die nach unten auf den Hallenboden 2 fallen und dort für eine Schneeschicht sorgen. Über motorisch steuerbare Ventile in den Zweigleitungen 101, 102, 103, 106, 107, 108 läßt sich die Schneeproduktion einstellen.

**[0022]** Erfindungsgemäß wird die Schneeschicht durch die Zulaufleitung 7, die Zweigleitungen 9 und die Rücklaufleitung 8 auf eine Temperatur von - 10°C oder darunter, vorzugsweise - 15°C, abgekühlt. Hierdurch erhält die Schneeschicht eine Konsistenz, die für das Skifahren sehr angenehm ist und aufgrund der eine Verfrachtung des Schnees vom Mittenbereich der Schneeschicht in die Außenbereiche wesentlich verringert und damit der Pflegeaufwand für die Schneepiste deutlich reduziert wird. Außerdem ist die Sturzgefahr erheblich

geringer.

## Patentansprüche

1. Schneesporthalle (1) mit einer darin angeordneten Skipiste, die einen Boden (2) hat, auf dem eine Schneeschicht aufgebracht oder aufbringbar ist, sowie mit einer Kälteanlage (64), die eine Schneekühleinrichtung zur Kühlung der Schneeschicht aufweist, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Schneekühleinrichtung so ausgelegt ist, daß mit ihr die Schneeschicht auf eine Temperatur von - 10°C oder darunter abgekühlt ist.
2. Schneesporthalle nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** eine Luftkühleinrichtung vorhanden ist, die so ausgelegt ist, daß die Temperatur der Luft auf einen Wert von - 3°C oder darüber einstellbar ist.
3. Schneesporthalle nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Luft- und Schneekühleinrichtungen in getrennten Kühlkreisläufen integriert sind.
4. Schneesporthalle nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Schneekühleinrichtung auf dem Boden (2) aufgesetzte Kühlrohre (7, 8, 9) aufweist.
5. Verfahren zum Betrieb einer Schneesporthalle (1) mit einer darin angeordneten Skipiste und mit einer Kälteanlage (64), die eine Schneekühleinrichtung zur Kühlung der Schneeschicht aufweist, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Schneeschicht bei einer Temperatur von - 10°C oder darunter gehalten wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Luft in der Schneesporthalle (1) auf einer Temperatur von - 3°C oder darüber gehalten wird.

## Claims

1. Snowsports hall (1) with a ski piste arranged therein, which has a floor (2) on which a layer of snow is, or can be, provided, and with a refrigerating installation (64) which has a snow-cooling arrangement for cooling the layer of snow, **characterized in that** by it the snow-cooling arrangement is designed such that the layer of snow is cooled to a temperature of -10°C or below.
2. Snowsports hall according to Claim 1, **characterized in that** an air-cooling arrangement is provided which is designed such that the temperature of the

air can be adjusted to a value of -3°C or above.

3. Snowsports hall according to Claim 1 and 2, **characterized in that** the air-cooling and snow-cooling arrangements are integrated in separate cooling circuits. 5
4. Snowsports hall according to one of Claims 1 to 3, **characterized in that** the snow-cooling arrangement has cooling pipes (7, 8, 9) positioned on the floor (2). 10
5. Method of operating a snowsports hall (1) with a ski piste arranged therein and with a refrigerating installation (64) which has a snow-cooling arrangement for cooling the layer of snow, **characterized in that** the layer of snow is kept at a temperature of -10°C or below. 15
6. Method according to Claim 5, **characterized in that** the air in the snowsports hall (1) is kept at a temperature of -3°C or above. 20

6. Procédé selon la revendication 5, **caractérisé en ce que**, dans le hall de sports de neige (1), l'air est maintenu à une température de -3°C ou supérieure.

#### Revendications 25

1. Hall de sports de neige (1) abritant une piste de ski dotée d'un sol (2) recouvert ou pouvant être recouvert d'une couche de neige, ainsi qu'une installation frigorifique (64) équipée d'un dispositif pour réfrigérer la couche de neige, **caractérisé en ce que** le dispositif pour réfrigérer la neige est conçu de telle sorte qu'avec lui la couche de neige est refroidie à une température de -10° C ou inférieure. 30  
35
2. Hall de sports de neige selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**est prévu un dispositif pour réfrigérer l'air qui est conçu de façon à pouvoir régler la température de l'air à une valeur de -3°C ou supérieure. 40
3. Hall de sports de neige selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** les dispositifs pour réfrigérer l'air et la neige sont intégrés dans des circuits frigorifiques séparés. 45
4. Hall de sports de neige selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** le dispositif pour réfrigérer la neige présente des tubes réfrigérants (7, 8, 9) posés sur le sol (2). 50
5. Procédé pour faire fonctionner un hall de sports de neige (1) abritant une piste de ski ainsi qu'une installation frigorifique (64) équipée d'un dispositif pour réfrigérer la couche de neige, **caractérisé en ce que** la couche de neige est maintenue à une température de -10° C ou inférieure. 55

