

Etables de construction simple pour vaches laitières

Recommandations pour la planification et l'exploitation

Margret Keck et Michael Zähler, Agroscope FAT Tänikon, Station fédérale de recherches en économie et technologie agricoles, CH-8356 Ettenhausen,
E-Mail: margret.keck@fat.admin.ch

Rudolf Hauser, Centre spécialisé dans la détention convenable des ruminants et des porcs, Office vétérinaire fédéral, CH-8356 Ettenhausen

Actuellement, les vaches laitières sont de plus en plus souvent détenues dans des étables de construction simple, dont font partie les étables ouvertes et les étables à front ouvert. Ce type d'étable est meilleur marché et sa construction plus flexible. Dans les étables de construction simple, le climat à l'intérieur de l'étable correspond plus ou moins au climat extérieur. Agroscope FAT Tänikon et l'OVF ont étudié le fonctionnement et l'adéquation de ces étables pour l'homme et l'animal sur le plan climatique, éthologique, physiologique et technique. Cette étude a permis de tirer des recommandations pour la planification, l'organisation et l'utilisation des étables de construction simple.

Les basses températures ne posent aucun problème aux bovins en bonne santé. En hiver, les vaches laitières se tiennent même volontiers au soleil. Une aire d'exercice ex-

térieure, une étable ouverte ou à front ouvert leur offrent cette possibilité. En hiver, les animaux aiment avoir une aire de repos protégée du vent pour pouvoir se mettre à l'abri. Cette aire ne doit pas nécessairement être fermée sur tous les côtés. Des bâtiments adjacents, des arbres, des haies, des filets brise-vent et des bâches peuvent tout à fait faire office de protection. Par contre, une aire de traite isolée thermiquement et/ou chauffée est nécessaire pour l'agriculteur et le bon fonctionnement de l'installation de traite. Il faut également veiller à ce que l'alimentation d'eau soit protégée du gel.

En été, les vaches laitières recherchent les zones d'ombre où l'air circule (fig. 1). De nombreux orifices d'aération sur la paroi améliorent les échanges d'air; la réduction des surfaces d'exposition à la lumière sur la toiture empêche le rayonnement direct

du soleil dans l'étable. La toiture sert ainsi d'une part à dispenser de l'ombre et d'autre part, à protéger des précipitations.

Les étables de construction simple se sont imposées dans la pratique. Pour qu'elles puissent répondre en n'importe quelle saison aux exigences des agriculteurs, des animaux et de la technique, il est indispensable de choisir le site et l'agencement des différentes aires de manière très ciblée.

Agroscope FAT Tänikon et l'OVF remercient les exploitations pour le temps qu'elles leur ont accordé, leur engagement et le précieux soutien apporté lors des relevés.



Fig. 1: Etable de construction simple pour vaches laitières qui offre une protection suffisante contre les phénomènes météorologiques comme le vent, la pluie et le rayonnement du soleil.

Sommaire	Page
Problématique	2
Exploitations	3
Climat	3
Animaux	3
Surface de repos	7
Alimentation en eau	10
Evacuation du fumier	10
Conditions de travail	11
Recommandations pour l'été	11
Recommandations pour l'hiver	11
Bibliographie	12

Problématique

Les étables ouvertes ou de construction simple se caractérisent par de grandes ouvertures sur la longueur et parfois côté fronton. L'étable à front ouvert est ouverte sur un côté en longueur. Dans les cas extrêmes, l'enveloppe du bâtiment peut être réduite à une ou plusieurs toitures et éventuellement des filets brise-vent supplémentaires (étable ouverte). Le toit protège les animaux des précipitations et en été, du soleil. Les filets brise-vent, eux, protègent des vents violents. La température et l'humidité relative de l'air dans l'étable correspondent au climat extérieur.

Contrairement aux stabulations entravées isolées, il existe de grandes différences de climats. Certains consommateurs ont émis des doutes par rapport aux étables ouvertes pour des questions de protection des animaux. Les inconvénients de ces bâtiments touchent le fonctionnement des installations techniques et les conditions de travail de l'agriculteur. Toutefois, ce type de construction largement ouverte permet de faire baisser davantage les coûts que les bâtiments fermés (Gazzarin et Hilty 2002, Würzl 1999). Une enquête a été réalisée auprès de 74 exploitations afin de recueillir l'avis des agriculteurs sur les étables de construction simple (Zähner et al. 2000). L'étude a ensuite consisté à étudier l'adéquation de ce type d'étable par rapport à l'homme et à l'animal du point de vue climatique, éthologique, physiologique et technique. Enfin, cette étude a permis de tirer des recommandations pour la planification, l'organisation et l'utilisation des étables de construction simple. Les informations tirées de ces études pour l'évaluation des étables de construction simple pour vaches laitières à l'aide de paramètres éthologiques et physiologiques ont été décrites par Zähner (2001).

Questions liées à l'influence du climat dans les étables de construction simple:

- Les capacités d'adaptation des vaches laitières sont-elles dépassées dans les climats extrêmes?
- Des mesures techniques simples (protection contre le vent, la pluie et le soleil) suffisent-elles à tempérer l'influence du climat extérieur?
- Les travaux d'étable sont-ils plus difficiles à effectuer et relèvent-ils de ce fait de la protection des animaux?
- Ce système pose-t-il des problèmes techniques (nettoyage de l'aire de repos et de l'aire d'exercice, fonctionnement des abreuvoirs) et si oui, comment peut-on les résoudre?
- Comment éviter que les conditions de travail ne se détériorent?

Terminologie

Etable isolée ou chaude	Bâtiment d'étable isolé thermiquement.
Etable froide	Bâtiment d'étable non isolé thermiquement.
Etable à front ouvert	Un côté de l'étable est entièrement ou partiellement ouvert.
Etable ouverte	Un ou plusieurs côtés de l'étable sont entièrement ou partiellement ouverts, dans les cas extrêmes, l'étable comprend uniquement un toit.
Etables non isolées	En font partie les étables ouvertes, à front ouvert et les étables froides.
Etables de construction simple	En font partie les étables ouvertes et à front ouvert.
Litière profonde	Aire de repos non structurée, recouverte de litière, le matelas de fumier est évacué complètement à des intervalles relativement longs.
Couche de litière	Aire de repos non structurée, recouverte de litière à base de paille et/ou de copeaux. La couche de litière a une hauteur homogène, les bouses sont évacuées manuellement de l'aire de repos, le matelas de fumier n'est pas complètement changé comme c'est le cas avec la litière profonde.

Tab. 1: Vue d'ensemble des exploitations pratiques A à E avec précision du site, du système de stabulation, du cheptel et du maagement

Exploitation	A	B	C	D	E
Vue					
Site, altitude	Plateau 510 m Exposé	Plateau 400 m Protégé	Plateau 460 m Exposé	Plateau 570 m Protégé	Région de montagne 1650 m Exposé
Système de stabulation	Etable à front ouvert Litière profonde	Etable ouverte Couche de litière	Etable ouverte Logettes Matelas de paille	Etable à front ouvert Logettes Tapis souple	Etable froide Logettes Matelas de paille
Aire de repos	Fermée sur 3 côtés	Ouverte sur 4 côtés	Ouverte au vent sur 4 côtés (filet brise-vent)	Fermée sur 3 côtés	Fermée sur 4 côtés
Surface de repos	4,5 m ² / animal	6,0 m ² / animal			
Nombre de vaches	22	23	33	18	20
Race	Race brune	Race brune, tachetée rouge	Race brune	Holstein Friesian	Race brune
Cornes	Vaches écornées	Vaches à cornes	Vaches écornées	Vaches écornées	Vaches écornées
Production laitière	6500 kg	5000 kg	6000 kg	7300 kg	4500 kg
Période de pâture	Après-midi, nuit	Accès permanent	Soirée, nuit	Accès permanent	Aucune information

Exploitations

Les exploitations sont décrites dans le tableau 1, avec leur site, leur système de stabulation, leur cheptel et leur mode de management. Les exploitations A à D se situent sur le Plateau suisse, tandis que l'exploitation E se situe en région de montagne, sur un site de climat extrême dans une zone d'aire froid. L'exploitation E n'est pas une étable de construction simple, mais une étable froide fermée. Enfin, dans l'exploitation F, on a expérimenté différentes variantes de protection contre les intempéries: aire de repos fermée sur trois côtés et sèche, ouverte sur tous les côtés et sèche, ainsi qu'ouverte sur tous les côtés et mouillée (tab. 2).

Dans les exploitations A à D, les essais ont eu lieu pendant deux semaines en hiver, pendant une semaine au printemps et pendant deux semaines en été, à chaque fois pendant quatre jours consécutifs. Aucun relevé n'a été effectué en été dans l'exploitation E. Quant à l'exploitation F, l'expérience a eu lieu pendant quatre semaines en hiver.

Climat

L'étude a pu prendre en compte une large gamme de conditions climatiques, y compris des situations extrêmes en hiver et en été. La figure 2 présente les moyennes mensuelles, les températures minimales et maximales de l'Institut suisse de météorologie (ISM) pour plusieurs années (Aschwanden et al. 1996). La station météo sélectionnée pour le Plateau est celle de Zurich; pour la région de montagne, c'est celle de Samedan. La comparaison des températures pendant les semaines de mesures dans les exploitations montre que dans chaque région, l'hiver a été marqué par un climat froid typique et l'été par un climat chaud également typique.

Animaux

Comportement

Dans les étables de construction simple, les vaches préfèrent-elles une aire de repos protégée, proche de la paroi ou une

Tab. 2: Vue d'ensemble de l'expérience dans l'exploitation F avec protection réduite contre les intempéries en hiver, avec précision du site, du système de stabulation, du cheptel et du management. Pendant la première semaine d'essai, les dix logettes disposaient d'un toit et de trois parois, dans la deuxième et la quatrième semaine uniquement d'un toit sans parois et durant la troisième semaine, l'aire de repos a même été intentionnellement mouillée.

Exploitation	F		
Aire de repos	Fermées sur 3 côtés	Ouverte sur 4 côtés	Ouverte sur 4 côtés
Surface de repos	Matelas de paille sec	Matelas de paille sec	Matelas de paille mouillée, humidifié avec de l'eau
Vue			
Site, altitude	Plateau, 650 m exposé		
Système de stabulation	Logettes, affouragement à discrétion au râtelier placé dans l'aire d'exercice		
Nombre de vaches	10		
Race	Race brune, Holstein Friesian		
Cornes	Vaches écornées		
Production laitière	7000 kg		

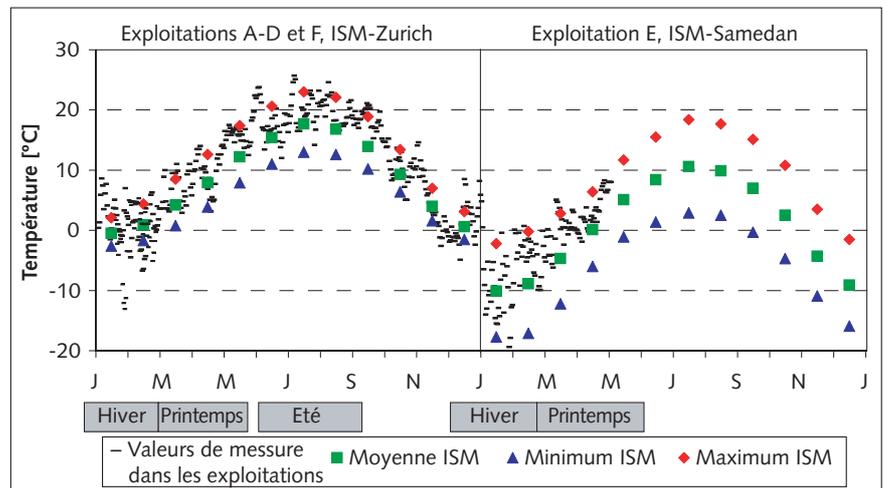


Fig. 2: Comparaison des températures relevées dans les exploitations pendant la période d'essais avec les valeurs de l'Institut suisse de météorologie pour le Plateau et la région de montagne. Les valeurs relevées pendant les essais étaient comparables aux valeurs relevées sur plusieurs années et étaient donc représentatives des sites étudiés.

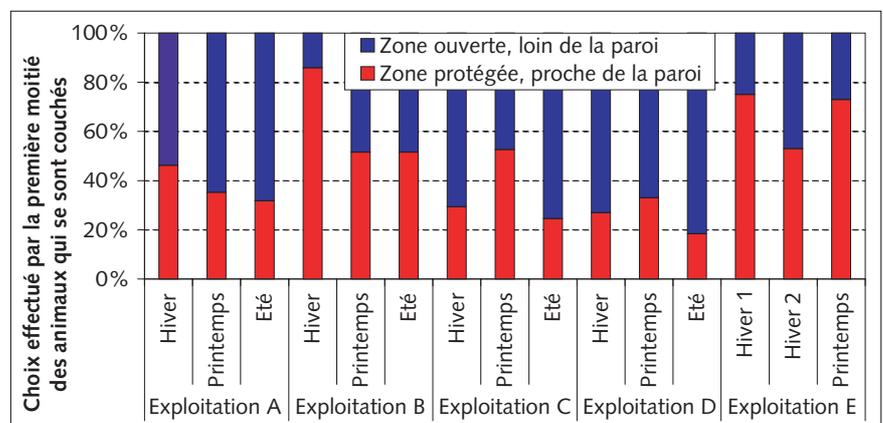


Fig. 3: Choix d'une aire de repos protégée, proche de la paroi ou d'une aire de repos ouverte, loin de la paroi par la première moitié des animaux qui s'est couchée en premier pendant les trois saisons de l'essai. Pendant la saison chaude, les vaches ont privilégié les aires de repos ouvertes.

aire de repos ouverte, loin de la paroi? Au début des périodes de repos, on a observé le choix de l'aire de repos pour la première moitié des vaches (fig. 3). Dans les exploitations A à D sur le Plateau, en moyenne 53% des vaches observées en hiver, 57% au printemps et 68% en été ont choisi l'aire de repos ouverte. Dans l'exploitation de montagne, au printemps et en hiver, 67% des vaches privilégiaient les logettes loin de la paroi. En général, pendant la saison chaude, les vaches préfèrent les aires de repos ouvertes.

Dans l'expérience avec protection réduite contre les influences météorologiques, les animaux de l'exploitation F utilisent principalement les logettes latérales et centrales, plus rarement les logettes situées à l'extrémité (fig. 4). Le taux d'utilisation était similaire, que l'aire de repos soit fermée ou ouverte, qu'elle soit sèche ou mouillée.

Lorsqu'il n'y a pas suffisamment d'aire de repos protégée pour toutes les vaches, on pourrait s'attendre à ce que les animaux se bousculent lorsque les conditions météorologiques sont défavorables. Pour étudier ce phénomène, on a observé le nombre d'évictions d'animaux couchés dans l'aire de repos dans les trois saisons de l'essai (fig. 5). Le grand nombre d'évictions par heure dans l'exploitation B est frappant, quelle que soit la saison. Les évictions dans l'exploitation B n'étaient pas dues au climat, mais au fait que l'aire de repos n'était pas structurée et que les vaches avaient des cornes. Dans toutes les autres exploitations, les évictions dans l'aire de repos ne se produisaient que rarement. Aucune influence de la saison n'a pu être relevée.

Physiologie

La température corporelle et la température à la surface du corps, comme rayonnement thermique, sont représentées à la figure 6 en tant que fonction de la température extérieure de -30 à +30 °C. La température corporelle, mesurée par voie rectale, était généralement comprise entre 38,3 et 38,6 °C quelle que soit la température extérieure. Par contre, la température à la surface du corps, elle, variait énormément. Lorsque les températures extérieures étaient basses, les animaux parvenaient à réduire le rayonnement thermique grâce à leur pelage hivernal. La température à la surface des extrémités réagissait plus que sur le tronc ou la mamelle.

Dans les situations de stress, comme le transport, l'immobilisation dans un travail

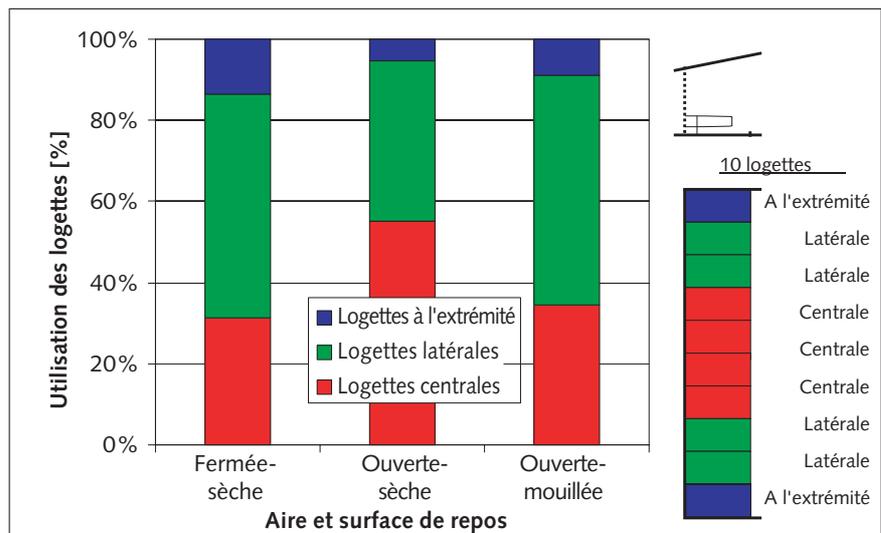


Fig. 4: Utilisation des logettes dans l'expérience avec protection réduite contre les influences météorologiques dans l'aire de repos dans l'exploitation F. Les logettes situées à l'extrémité ont rarement été utilisées.

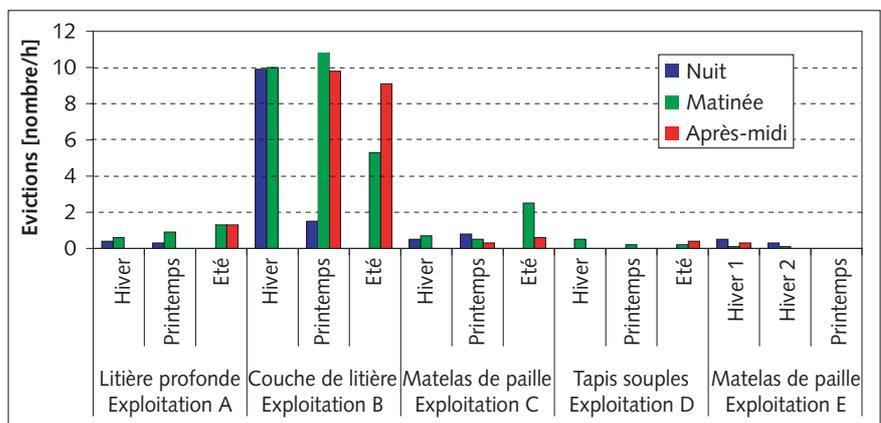


Fig. 5: Nombre d'évictions d'animaux couchés dans l'aire de repos par heure durant les trois saisons de l'essai. Quelle que soit la saison, l'exploitation B a compté plus d'évictions dans l'aire de repos, mais elles n'étaient pas dues au climat.

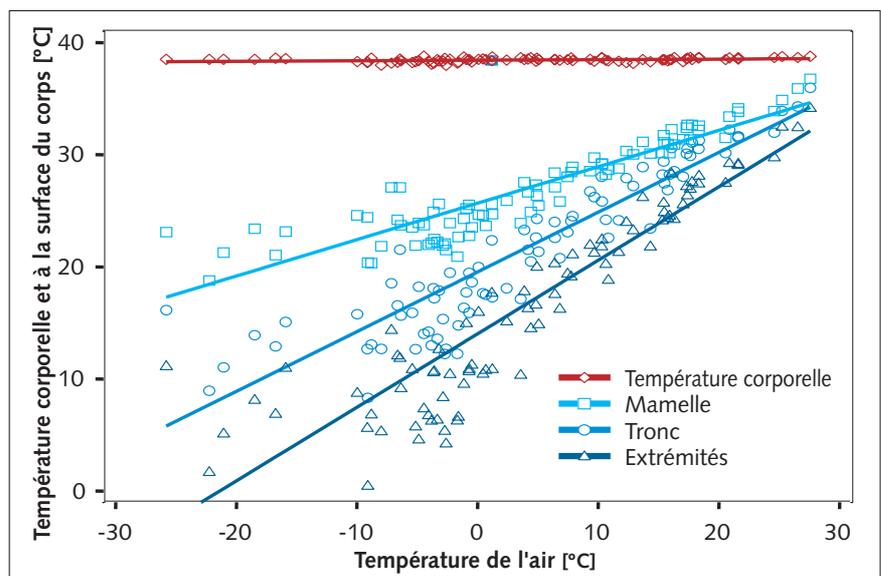


Fig. 6: L'effet du climat sur la température à la surface du corps de l'animal se faisait plus sentir aux extrémités que sur le tronc ou la mamelle. La température corporelle, elle, est restée constante dans les exploitations A-F.

pour le traitement des onglons ou encore en cas de climat extrême, les vaches réagissent par une hausse des valeurs de cortisol dans le sang, la salive et le lait. La figure 7 représente la concentration moyenne de cortisol dans le lait dans les exploitations A-E durant les saisons étudiées. La concentration de cortisol s'est avérée plus élevée le matin que le soir, ce qui correspond au rythme normal jour-nuit. La concentration de cortisol dépendait largement du climat. En hiver en zone de montagne et en été sur le Plateau, elle était légèrement plus élevée que pendant les autres saisons. Il n'était plus possible alors de discerner le rythme typique jour-nuit. La littérature scientifique indique des valeurs comprises entre 0,4 et 1,5 nmol/l pour la concentration de cortisol dans le lait lorsque les animaux ne sont pas stressés. Chez les animaux soumis au stress, comme c'est le cas lors du transport ou de l'immobilisation dans un travail pour le traitement des onglons, la concentration de cortisol dans le plasma et dans le lait peut être multipliée par dix (Kaufmann et Thun 1998, Verkerk et al. 1998). Par rapport à de telles valeurs, les valeurs de l'essai ne sont pas plus élevées.

Consommation de fourrage, rendement, condition

L'agriculteur souhaite savoir quelles répercussions la chaleur et le froid ont sur le rendement de ses animaux. Selon les essais de Huber (1996), par grosse chaleur, les vaches laitières consomment moins de fourrage que lorsque les températures sont moyennes et avoisinent 10 °C (fig. 8). La baisse de la consommation de fourrage se répercute sur le rendement. La production laitière baisse nettement lorsque les températures dépassent 25 °C. Parallèlement, la consommation d'eau augmente. Lorsqu'il fait chaud, une vache a besoin d'une quantité d'eau allant jusqu'à 180 litres par jour.

Pendant la saison froide, lorsque les vaches laitières ne peuvent pas compenser la perte d'énergie par une augmentation de leur consommation alimentaire, elles attaquent alors leurs réserves de graisses en différentes parties du corps. L'évaluation de la condition physique à partir de la Note de l'état corporel (NEC) sert d'indicateur pour l'apport énergétique individuel des semaines écoulées. Pour ce faire, on a évalué dix vaches par exploitation, deux fois en hiver, une fois au printemps et deux fois en été à l'aide de la Note de l'état corporel

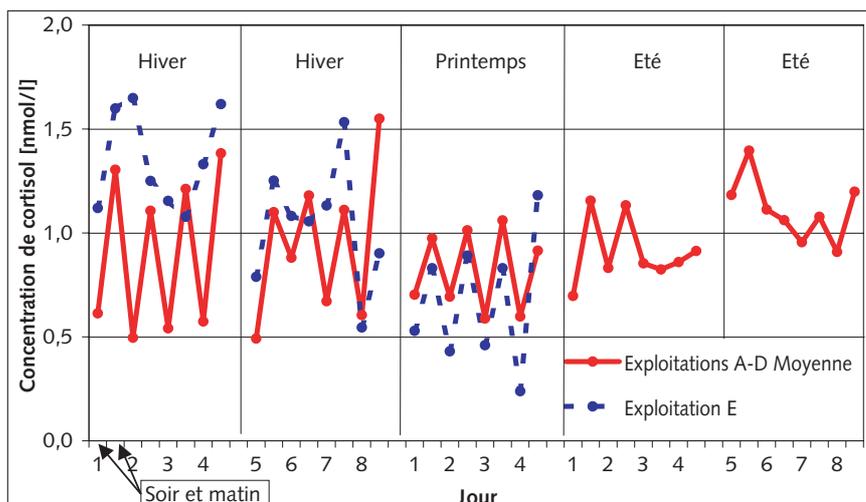


Fig. 7: Moyenne de la concentration de cortisol dans le lait, le matin et le soir dans les exploitations A-D et E. La concentration de cortisol était plus élevée le matin que le soir. Ce rythme typique jour-nuit disparaissait en région de montagne en hiver et sur le Plateau en été.

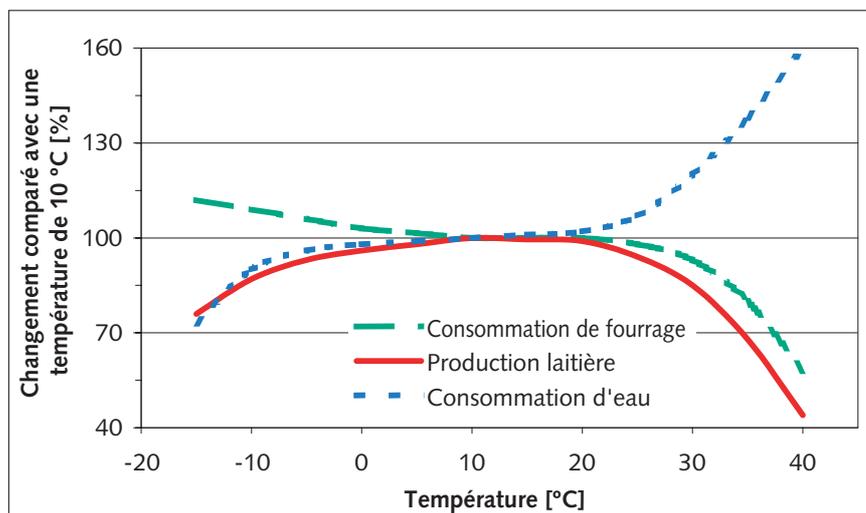


Fig. 8: Selon Huber (1996), les températures élevées se répercutent notamment sur la consommation de fourrage, la production laitière et la consommation d'eau. La production laitière à 100% était de 27,5 kg et la consommation de matière sèche de 18,2 kg/vaches · jour.

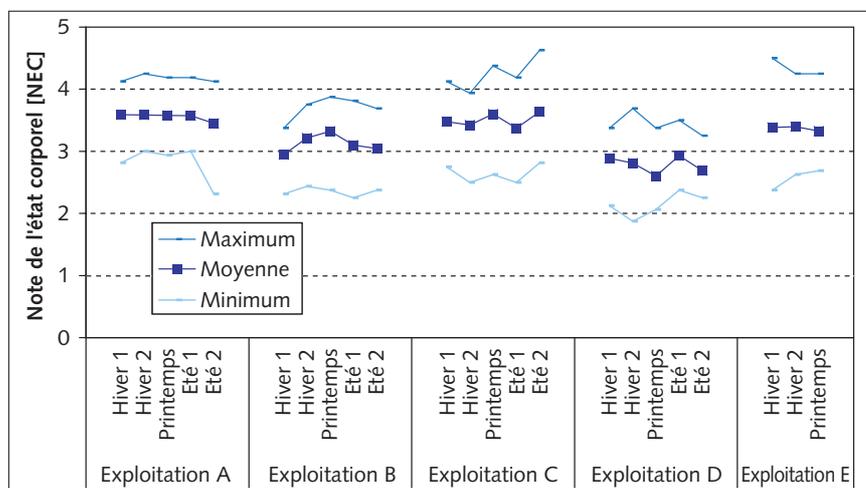


Fig. 9: En hiver, on n'a constaté aucune chute de condition dans la Note de l'état corporel des vaches sur les trois saisons, indice qui va de 1, très maigre jusqu'à 5, très gras.

(NEC) d'Edmonson et al. (1991), modifié par Metzner et al. (1993). Les valeurs NEC vont de 1, très maigre à 5, très gras. Les différences entre les exploitations étaient très marquées. Elles étaient également liées aux races (fig. 9). L'exploitation D avec des vaches Holstein Friesian affichait des valeurs NEC plus basses que les exploitations avec la race brune. Les différences entre les saisons étaient très faibles. Dans les étables de construction simple, les vaches ne présentaient pas de baisse de condition physique en hiver.

Dépassement de la capacité d'adaptation des vaches

Pour pouvoir maintenir les fonctions corporelles, la température corporelle doit rester constante. Les vaches sont considérées comme des animaux très tolérants au froid, mais aussi comme très sensibles à la chaleur. Elles produisent de la chaleur avec leur métabolisme. Le niveau de production thermique dépend de facteurs comme la taille, le poids, la race, le stade de reproduction, le niveau d'affouragement, l'adaptation à long terme, les conditions de détention, mais aussi et surtout du rendement. Plus le rendement est élevé, plus la production de chaleur est importante. D'autre part, la chaleur ambiante agit directement sur les animaux. C'est le cas au pâturage, dans les étables ouvertes, dans les étables froides et dans les étables isolées à ventilation forcée.

Lorsque la température supérieure atteint un niveau critique, l'animal commence à augmenter ses émissions d'eau en transpirant ou en haletant. Chez les vaches d'un poids de 500 kg, la température supérieure critique est comprise entre 20 °C et 25 °C pendant la phase de tarissement. Lorsque le rendement est de 30 kg

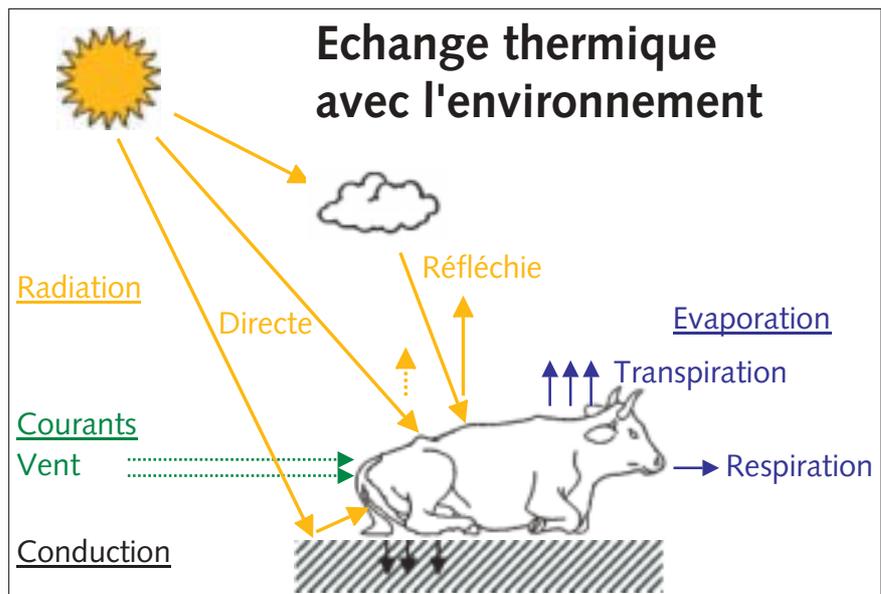


Fig. 10: Les vaches doivent évacuer la chaleur excédentaire par conduction, courants, radiation et évaporation.

par jour, la température critique est déjà atteinte à 12 °C (Berman et Meltzer 1973). Au-delà de ces températures, les animaux doivent évacuer la chaleur excédentaire en émettant davantage de chaleur (fig. 10). La température inférieure critique est définie comme étant la température ambiante à laquelle l'animal commence à produire de la chaleur supplémentaire. Chez les vaches laitières d'un poids de 500 kg, la température inférieure critique se situe à -24 °C lorsqu'elles produisent 9 kg de lait par jour, à -32 °C lorsqu'elles produisent 23 kg de lait, et à -40 °C lorsqu'elles produisent 36 kg (Webster 1974). Lorsqu'il pleut ou que la vitesse du vent est élevée, ces seuils de températures inférieures critiques se décalent vers le haut.

Dans l'essai présenté ici, les vaches se situaient en dehors de la zone de confort lorsque les conditions météorologiques étaient extrêmes, mais toujours dans la

zone d'homéothermie. Cela signifie que la température corporelle était encore au niveau normal même lorsque les conditions météorologiques étaient extrêmes. Les résultats montrent que les vaches laitières réagissent aux influences du climat en été comme en hiver, en s'adaptant du point de vue éthologique et physiologique. C'est ce qu'a également montré la concentration de cortisol dans le lait, avec la disparition du rythme jour-nuit dans les conditions climatiques extrêmes. Même lorsque la protection contre les intempéries était réduite, que l'aire de repos était brièvement recouverte de neige ou mouillée, les animaux adaptaient leur comportement aux conditions climatiques. Il semble donc que dans les conditions climatiques de l'essai, la capacité d'adaptation des vaches n'a pas été dépassée en ce qui concerne la thermorégulation.

Tab. 3: Quantité de litière, coûts ainsi que fréquence et durée de l'entretien quotidien en hiver dans sept exploitations équipées d'étables de construction simple. Ce relevé a fait intervenir les exploitations supplémentaires G, H, I et J afin de disposer d'une meilleure base de données.

Système de détention	Unité	Litière profonde			Couche de litière		Matelas de paille	Logettes Matelas de paille	Tapis souples
		A	G1	G2	H*)	I	C	J	D
Exploitation		Balles rect.	Balles HD	Balles HD	Balles HD	En vrac	Balles rect.	Balles rect.	Sciure, en vrac
Forme de litière		Paille	Paille	Paille	Paille	Copeaux			a.i.
Type de litière									a.i.
Densité apparente	kg/m³	149	110	a.i.	105	335	131	141	a.i.
Jours de relevés	Nombre	49	41	52	48	161	55	55	51
Cheptel moyen	Nombre	22,9	16,4	13,3	17,3	14,0	33,0	24,6	25,0
Quantité de litière	kg/vach · jour	3,6	3,6	3,9	1,5	12,4	0,7	0,7	0,1
Fréquence d'entretien de la surface de repos									
Mise en place de la litière		1x/an	1x/an	1x/an	<1x/semaine	<1x/mois	<1x/jour	1x/semaine	2x/jour
Paillage	Nombre/jour	1x	1x	1x	1x	2x	2x	1x	2x
Elimination des bouses	Nombre/jour	2x	2x	2x	3-4x	2x	2x	2x	2x
Coût de la paille	Fr/100 kg	18							
Coût des copeaux	Fr/m³	9							

*) Utilisation de l'aire de repos uniquement pendant la journée; copeaux en dessous

a.i. = aucune information

Surface de repos

Quantité de litière

La quantité de litière a été enregistrée pendant l'hiver dans les exploitations A, C et D ainsi que dans quatre exploitations supplémentaires (G à J) (tab. 3). Les exploitations avec litière profonde ont besoin de 3,6 à 3,9 kg de paille par vache et par jour. Dans le cas des couches de litière de l'exploitation H et moyennant une occupation de l'aire de repos pendant la moitié de la journée seulement, il faut compter 1,5 kg de paille. Sous la couche de paille se trouvait encore une couche de copeaux, mais leur quantité n'a pas pu être déterminée. L'exploitation I ne consommait que des copeaux, soit 12,4 kg par vache et par jour. Toutes les exploitations nettoyaient l'aire de repos deux fois par jour, si possible directement après les périodes de repos. Les bouses étaient évacuées deux fois par jour de l'aire de repos, ou même plus fréquemment, et déposées dans le couloir de circulation. Dans les logettes pourvues de matelas de paille, la consommation de paille était de 0,7 kg par vache et par jour. Dans le cas des tapis souples, la consommation de paille était de 0,1 kg par vache et par jour. Par rapport aux essais réalisés dans les stabulations libres isolées ou fermées, la consommation de paille n'était pas plus élevée.

Température

La température de la surface de repos a été mesurée à l'aide d'une sonde plongée dans la litière, pendant quatre jours lors de la traite du matin et du soir (pour les tapis souples, on a relevé la température en superficie). Dans l'exploitation D équipée de tapis souples et dans l'exploitation de montagne E équipée de matelas de paille, les températures étaient basses en hiver. Les températures très élevées étaient surtout observées dans les exploitations avec litière profonde (A) (fig. 11).

Teneur en matière sèche

La teneur en matière sèche indique si une surface de repos est mouillée par les excréments, l'urine ou les précipitations. En dessous de 20% de matière sèche, les surfaces de repos sont considérées comme mouillées. La teneur en matière sèche de

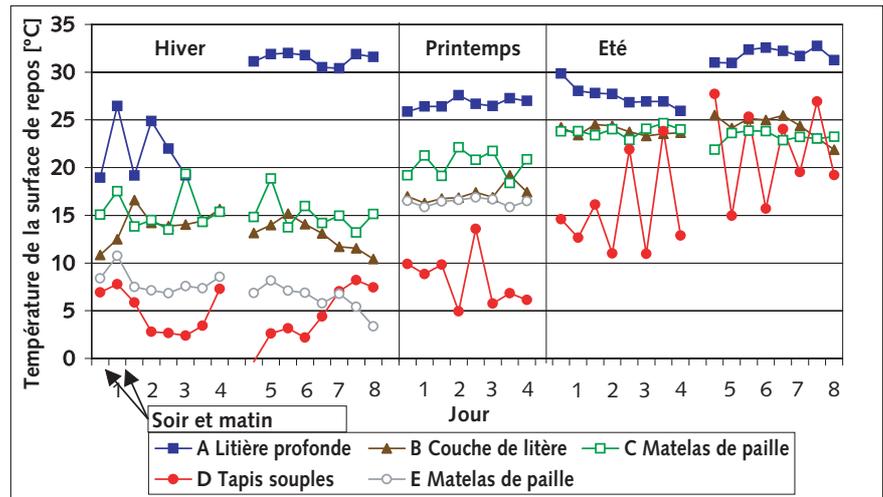


Fig. 11: Les températures des surfaces de repos pendant les trois saisons étudiées ont varié en fonction de la température de l'air. Avec la litière profonde, elles étaient néanmoins toujours élevées.

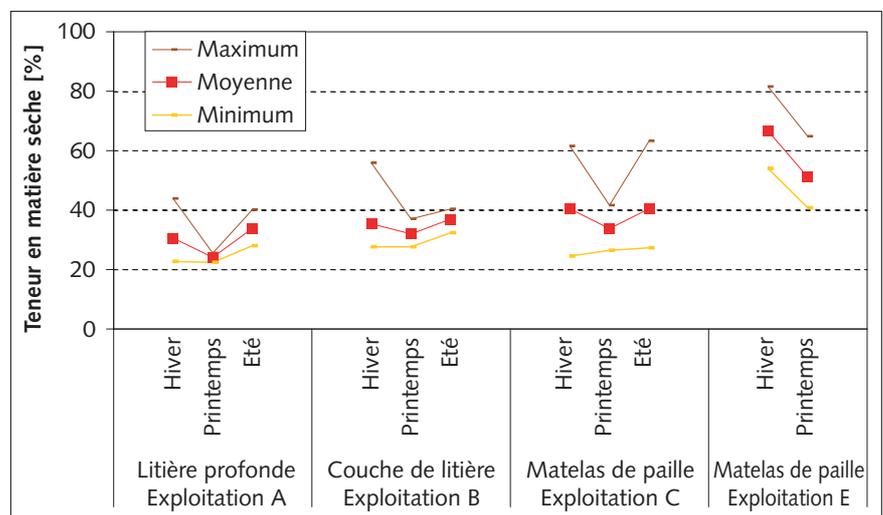


Fig. 12: La teneur en matière sèche de la surface de repos a varié légèrement entre les trois saisons étudiées. Les différences entre les exploitations, par contre, étaient plus importantes.

la surface de repos a été relevée durant chaque semaine de mesure en plusieurs endroits de la surface de repos. Un échantillon mixte était prélevé à l'aide d'une carotteuse sur toute la profondeur de la couche (fig. 12). L'exploitation A avec litière profonde affichait des valeurs plus basses que les deux exploitations avec logettes et matelas de paille (C et E). On n'a relevé aucun indice montrant que la teneur en matière sèche était nettement plus basse en hiver, sous l'effet des conditions météorologiques. Dans l'exploitation F équipée de matelas de paille, on a répandu de l'eau de manière ciblée sur la surface de repos pendant la troisième semaine d'essai (tab. 2). Cette intervention a réduit légèrement la teneur en matière sèche qui est passée de 36% à 28%. Les matelas de paille sont absorbants, mais avant tout

perméables. Aucune eau stagnante n'a pu être constatée.

L'aire de repos sans paroi se mouille-t-elle?

Dans l'exploitation F, dix logettes ont été protégées uniquement par le toit pendant trois semaines (tab. 2). Des appareils de mesure placés à huit points différents, à l'avant, au centre et à l'arrière de la rangée de logettes ont permis d'enregistrer les précipitations sur la surface de repos et de comparer les résultats avec le niveau de précipitations à l'extérieur. La plus haute quantité de précipitations, soit 2 mm, a été mesurée dans l'angle nord-ouest de la rangée de logettes. De telles quantités de pluie dans la logette placée à l'extrémité

ne se produisent que lorsque les précipitations sont très importantes, plus de 25 mm. Les quantités de précipitations sur la surface de repos durant les autres jours de pluie ou de neige étaient faibles ($\leq 0,8$ mm). Le toit protégeait suffisamment des précipitations. Si la largeur de l'avant-toit mesure plus de la moitié de sa hauteur, la pluie ne pénètre pas ou rarement en bordure de l'aire de repos. Il est important que les logettes placées à l'extrémité et exposées aux intempéries soient protégées.

Evacuation de chaleur

Les différences de température entre le corps de l'animal et la surface de repos sont compensées par conduction thermique (Kramer 2001). Lorsque la température de la surface de repos est plus basse que celle du corps de l'animal, la chaleur émanant de l'animal couché est transmise à la surface du sol. Lorsqu'il fait chaud, l'évacuation de chaleur peut être avantageuse, lorsqu'il fait froid, elle peut représenter un inconvénient. Lorsqu'un animal se trouve dans un environnement froid, il se produit au départ une forte évacuation de chaleur. Cette évacuation diminue progressivement jusqu'à ce qu'elle ait atteint un niveau constant.

L'évacuation de chaleur avec différents matériaux utilisés pour la surface de repos a été comparée de manière expérimentale à l'aide d'une sonde chauffante fabriquée par Sieder (1999). La surface de repos était sèche, humide avec 0,625 l d'eau par mètre carré et mouillée avec 1,25 l d'eau par mètre carré. Avec le sable, les tapis en caoutchouc traditionnels (épaisseur de 18 mm) et les tapis souples, une couche de paille supplémentaire a été répartie sur la surface de repos (0,18 kg/m²). Pour comparer les différents matériaux des surfaces de repos, on a utilisé une valeur court terme et une valeur long terme. La valeur court terme moyenne pendant les dix premières minutes est une valeur permettant d'appréhender l'impression de froid directement après que l'animal se soit couché. La valeur long terme moyenne sur 60 minutes décrit l'évacuation de chaleur pendant une période de repos de durée moyenne.

Comparaison des matériaux

Le béton et le sable ont évacué beaucoup de chaleur à court comme à long terme (fig. 13, fig. 14). Les tapis en caoutchouc traditionnels affichaient une forte évacuation de chaleur à court terme. A long

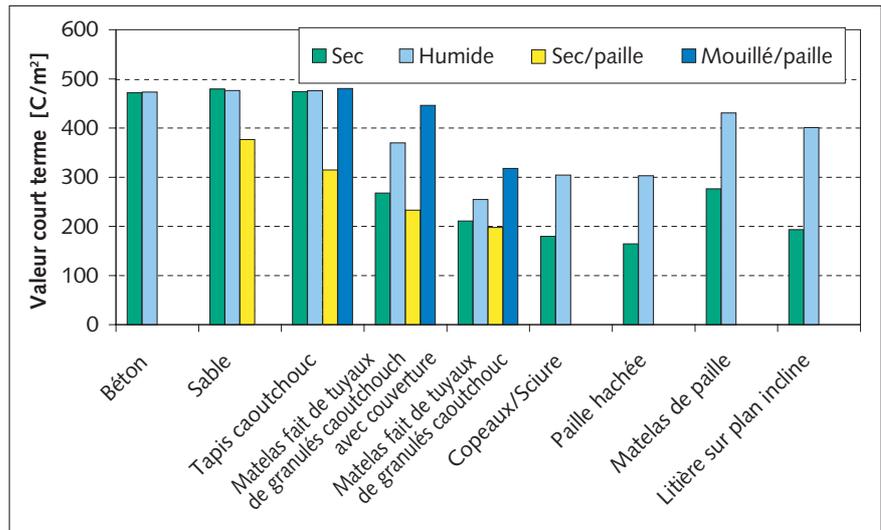


Fig. 13: Evacuation de chaleur de différents matériaux dans les dix premières minutes qui suivent le coucher de l'animal: valeur court terme. Les mesures ont été effectuées à une température comprise entre 8 et 14 °C.

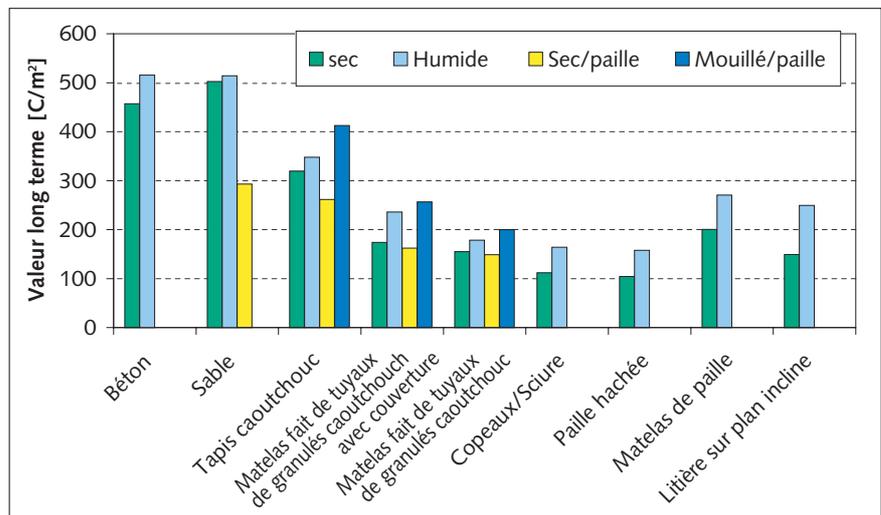


Fig. 14: Evacuation de chaleur de différents matériaux dans les soixante premières minutes: valeur long terme. Les tapis souples étaient comparables aux systèmes avec paille.

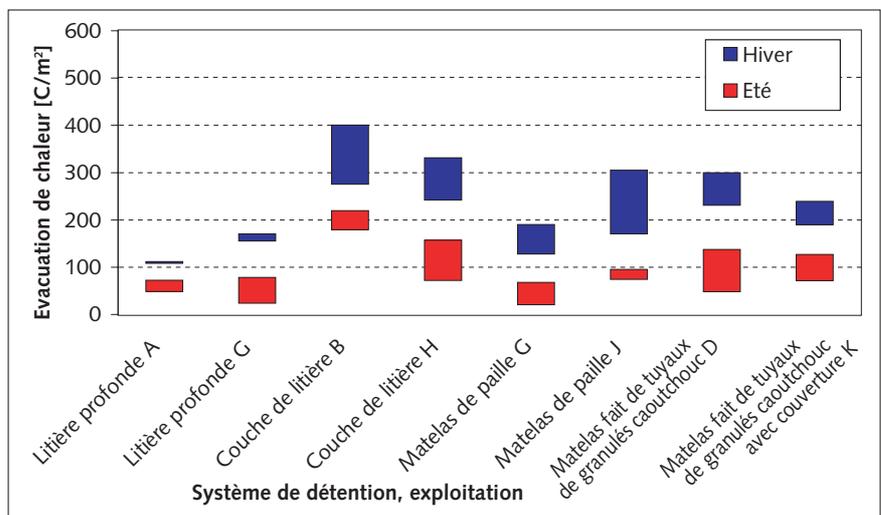


Fig. 15: Dans les exploitations, l'évacuation de chaleur à long terme était plus élevée en hiver qu'en été. C'est dans le cas de la litière profonde qu'elle était la plus faible.

terme, l'évacuation de chaleur ne représentait plus que les deux tiers de la valeur court terme. En ce qui concerne les tapis souples, les mélanges de copeaux et de sciure, la paille hachée, les matelas de paille et la litière sur plan incliné, la valeur court terme comme la valeur long terme étaient inférieures à celles du béton et du sable.

Après humidification de la surface de repos, l'évacuation de chaleur était toujours élevée dans le cas du béton, du sable et des tapis en caoutchouc traditionnels. Le tapis souple fait de tuyaux de granulés caoutchouc avec couverture, les copeaux et la sciure, la paille hachée, les matelas de paille et la litière sur plan incliné affichaient une évacuation de chaleur plus élevée uniquement à court terme. La valeur long terme est relativement similaire à celle relevée sur la surface de repos sèche. Le tapis souple fait de tuyaux de granulés caoutchouc sans couverture ne présentait pratiquement aucune augmentation de l'évacuation de chaleur, même à court terme. Dans le cas du sable, une couche de paille en surface a permis de réduire l'évacuation de chaleur d'un tiers. La paille devrait se mélanger rapidement au sable et perdre cet effet. Dans le cas des matelas faits de tuyaux de granulés caoutchouc, l'utilisation de paille n'a pas permis de faire baisser davantage l'évacuation de chaleur.

Situation en été et en hiver dans les exploitations

Ces données sur la comparaison des matériaux, relevées de manière expérimentale, ont été contrôlées dans huit exploitations en hiver et en été. Deux exploitations représentaient chaque système de stabulation (litière profonde, couche de litière, matelas de paille, tapis souple fait de tuyaux de granulés caoutchouc). En été, l'évacuation de chaleur à long terme était moindre qu'en hiver dans toutes les exploitations (fig. 15). C'est avec la litière profonde que l'évacuation de chaleur était la plus faible. La litière profonde était suivie par les matelas de paille, les tapis souples et la couche de litière. Dans les systèmes avec paille notamment, le matelas de fumier se réchauffe de lui-même d'où une évacuation de chaleur moins importante. En été cependant, les fortes déperditions de chaleur sont avantageuses pour que les vaches puissent mieux évacuer leur chaleur excédentaire. Durant la saison froide, l'évacuation de chaleur des surfaces de repos composées de matières organiques (paille hachée, matelas de paille, sciure,

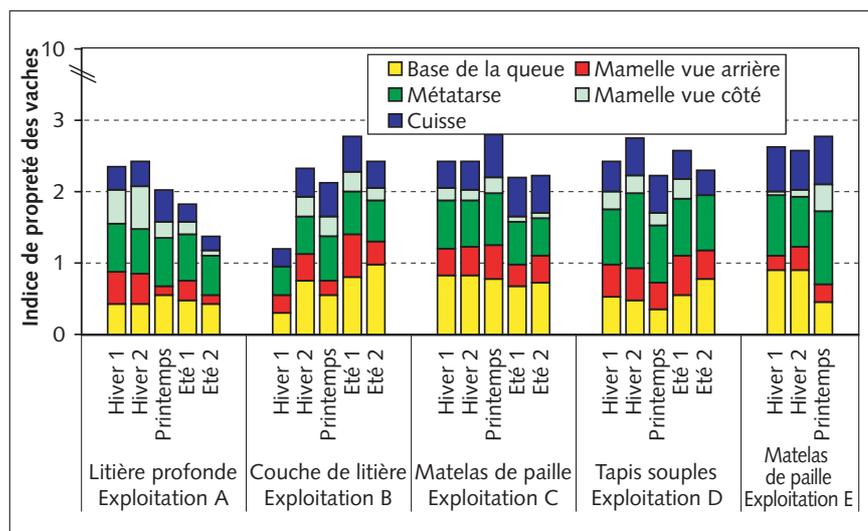


Fig. 16: La propreté des vaches laitières a été évaluée sur cinq parties du corps sur une échelle comprise entre 0 (aucune souillure) et 2 (complètement souillé). La somme de ces cinq parties a permis d'établir l'indice de propreté des vaches. Les vaches ne présentaient que des souillures locales, pas de souillures étendues.

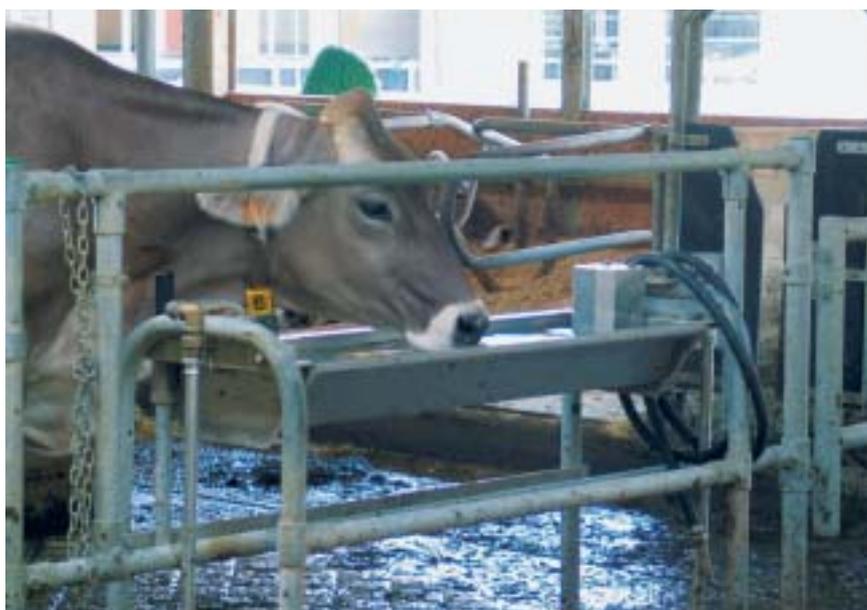


Fig. 17: L'abreuvoir orientable avec système de circulation résiste au gel et est facile à nettoyer.

litière profonde et litière sur plan incliné) ainsi que celle des tapis souples étaient comparables. Lorsqu'il fait froid, cet effet calorifuge de la surface de repos est souhaité.

Propreté

On s'attend à ce que les animaux soient plus sales lorsque les surfaces de repos des étables ouvertes sont exposées directement à la neige ou à la pluie ou lorsque l'entretien de l'aire de repos est négligé suite à des conditions de travail difficiles.

Dans les exploitations A-E, la propreté des vaches laitières a été évaluée à l'aide de l'indice de propreté (Faye et Barnouin 1985). Par partie du corps, l'échelle va de 0 (aucune souillure) à 2 (complètement souillé ou recouvert de croûtes épaisses). On a distingué cinq parties du corps : base de la queue – pointes des ischions – point d'attache de la mamelle, mamelle vue arrière, mamelle vue côté, métatarse, du jarret jusqu'à l'ergot ainsi que la cuisse du grasset jusqu'au jarret (fig. 16). Les vaches ne présentaient que des souillures locales, pas de souillures étendues. Il en était également ainsi pendant la saison froide.

Tab. 4: Aspects à prendre en compte pour les abreuvoirs dans les étables de construction simple

Aspect	Été	Hiver
Conduite d'amenée	- Ombre (température)	- Dans le sol à 0,8 m de profondeur au moins, règle de base 1/1000 de l'altitude - En surface, non exposé au vent - Avec isolation et/ou conduite de circulation, chauffage d'appoint - Protection contre les dommages dus aux frottements et aux morsures
Emplacement des abreuvoirs	- Ombre (température)	- A l'abri du vent - Ecoulement au sol avec pente vers l'abreuvoir, si nécessaire épandre de la sciure (surface gelée)
Choix et fonctionnement des abreuvoirs	- Nettoyage des restes d'aliments et des excréments (qualité de l'eau) sans équipement supplémentaire, - Ecoulement au point le plus bas ou abreuvoir orientable	- Nettoyage (qualité de l'eau) - Contrôle quotidien de la conduite d'amenée et de l'abreuvoir (gel, panne de courant) - Détartrage des baguettes de chauffage du système de circulation - Consommation d'énergie supérieure avec les systèmes chauffés

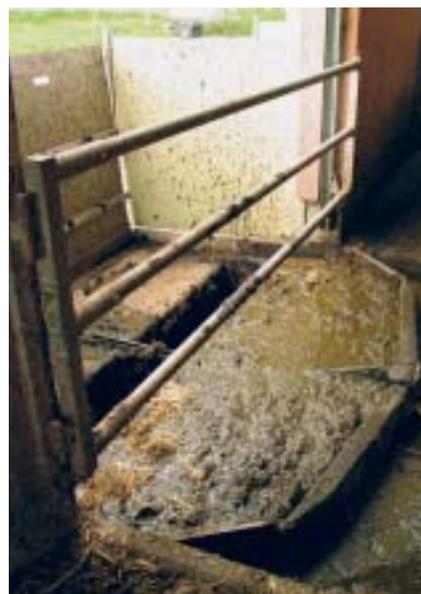


Fig. 18: Un trou d'évacuation direct, sans couvercle, avec une protection pour délimiter la zone dangereuse constituée une meilleure solution qu'un trou couvert qui gèle ou des grilles sur lesquelles la paille et le fumier restent accrochés et gèlent.

Tab. 5: La planification, les mesures techniques et organisationnelles sont importantes pour le bon fonctionnement des installations d'évacuation du fumier en cas de gel (selon Steiner et Keck 2000)

Planification/Mesures techniques	Mesures organisationnelles
<ul style="list-style-type: none"> • Exposition du bâtiment et avant-toit offrant la meilleure protection possible contre le vent, la neige et le froid • Protection de la station du racleur • Rigoles des câbles accessibles • Poulies de conversion sans accumulation de liquides • Trou d'évacuation ouvert et avec accès délimité ou avec grosses ouvertures • Couverture du canal transversal extérieur (par exemple avec des balles de paille) • Système de commande avec intervalle spécial gel • Voie d'évacuation accessible aux véhicules d'évacuation mobile (pas de marches, de degrés) 	<ul style="list-style-type: none"> • Effectuer un nettoyage préventif • Prévoir un intervalle spécial gel et augmenter la fréquence d'évacuation du fumier • Isoler la station du racleur et les poulies de conversion • Eviter l'apport d'eau • En cas de panne du racleur, passer à l'évacuation mobile, y compris pour la mise en service après une période de gel • Décaler la période d'évacuation du fumier à la période la plus chaude de la journée

Alimentation en eau

Différents systèmes d'abreuvoirs ont été utilisés dans la pratique (fig. 17). Les fontaines et les abreuvoirs à boules ont permis une alimentation fiable en eau pendant les trois saisons étudiées. Lorsque les températures sont descendues en dessous de 0 °C, on a observé une boule prise dans le gel en bordure de l'abreuvoir, durant cinq jours sur les 36 jours de gel enregistrés. Un léger coup sur la boule suffisait à la libérer. L'eau de boisson, elle, n'était pas gelée. Dans l'exploitation A, où les abreuvoirs à boules étaient placés dans un endroit protégé, les boules ne sont pas restées prises dans la glace. Les abreuvoirs à boules permettent un fonctionnement relativement à l'abri du gel en hiver sans dépenses éner-

gétiques et s'avèrent également calorifuges en été. Avec les abreuvoirs à boules et les fontaines, la température de l'eau est restée en dessous de 20 °C, même en été. Dans la citerne-abreuvoir placée au soleil dans l'aire d'exercice, l'eau se réchauffait sous l'effet du rayonnement du soleil et atteignait des températures supérieures à 25 °C. Dans l'abreuvoir de l'exploitation E, une pellicule de glace se formait à la surface de l'eau lorsque la température passait en dessous de -10 °C. Lorsque la température passait en dessous de -20 °C, l'eau gelait. Les abreuvoirs tempérés de l'exploitation F mettaient de l'eau préchauffée à disposition des animaux, mais exigeaient des dépenses énergétiques plus élevées. Le tableau 4 fait la liste des aspects dont il faut tenir compte pour l'alimentation en eau dans les étables de construction simple.

Evacuation du fumier

Pendant les longues périodes de gel, les exploitations A-E ont réagi différemment: pratiquant l'évacuation mobile du fumier, l'exploitation A est passée de la motofaucheuse avec lame au tracteur avec chargeur frontal. Dans l'exploitation B, qui évacue le fumier à l'aide d'un tracteur et d'un chargeur frontal, aucun changement n'a eu lieu. Dans l'exploitation C, le système fixe d'évacuation est resté hors service pendant quelques jours. Pour le remettre en service, il a fallu faire tourner les voies des racleurs séparément par portion, en faisant plusieurs allers et retours. Dans l'aire d'exercice perforée de l'exploitation D, le fumier gelait parfois sur les fentes. Lorsque le dispositif fixe d'évacuation du fumier était gelé, l'exploitation E en région de montagne devait nettoyer les couloirs à la main, car il n'était pas possible d'y faire circuler les machines. Les vaches ont adapté leurs déplacements aux surfaces gelées des aires d'exercice. Elles évoluaient prudemment et lentement. Les surfaces fraîchement nettoyées peuvent en effet être rendues glissantes par le gel, si elles ne sont pas rugueuses. Une planification à long terme, des mesures techniques et organisationnelles (tab.

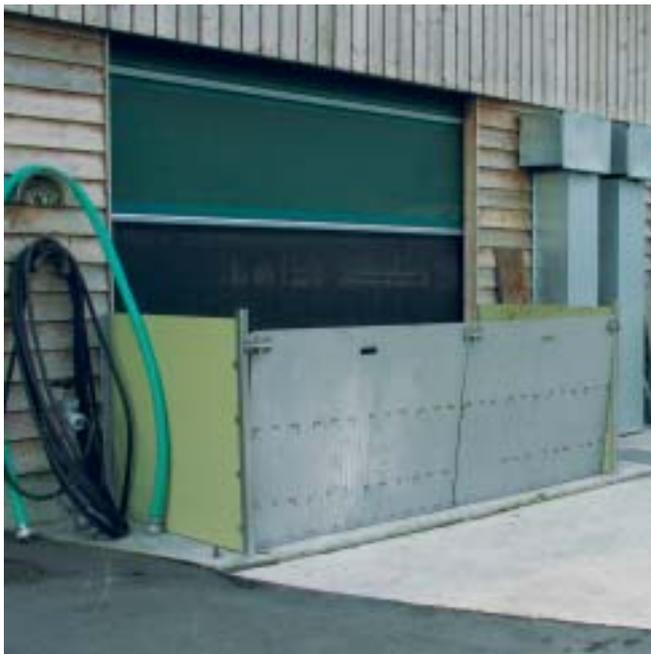


Fig. 19: Pour que les machines puissent circuler sur la voie d'évacuation du fumier, il faut qu'il n'y aucune marche ni degré. Des tôles-passerelles, qui servent également de clôture, peuvent servir à fermer le trou d'évacuation pendant le passage des machines.

5, fig. 18, fig. 19) garantissent le bon fonctionnement de l'installation d'évacuation du fumier jusqu'à des températures de moins 10 degrés.

Conditions de travail

Dans l'étable de construction simple, l'homme est lui aussi soumis au climat extérieur. Le froid, l'humidité et la chaleur ne sont bien souvent pas synonymes de confort. Lorsqu'il fait froid, la mobilité, la sensibilité et l'habileté peuvent être limitées, le potentiel de réaction, l'attention et la productivité peuvent diminuer (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin 2001). Outre les paramètres liés au climat, comme la température, l'humidité et la vitesse de l'air, ainsi que les radiations thermiques, la difficulté du travail et les caractéristiques des vêtements jouent également un rôle.

La mesure essentielle par grand froid consiste à éviter le froid de contact et à adapter les vêtements aux différentes conditions de travail et de climat. Les mains doivent également être protégées par des gants. Lorsque les sollicitations du climat changent fréquemment, il est recommandé soit de répartir le travail dans les différentes zones climatiques entre plusieurs personnes, soit d'effectuer les tâches les unes après les autres avec des vêtements adaptés. Lorsque les vêtements sont adaptés aux conditions météorologiques, les étables de construc-

tion simple offrent de bonnes conditions de travail. Il est important que l'aire de traite soit isolée et puisse être chauffée, car c'est là que l'agriculteur passe une grande partie de son temps. Il est également conseillé de placer des portes ou des rideaux qui ferment bien à l'entrée et à la sortie de la salle de traite pour éviter le passage du froid et des courants d'air.

Recommandations pour l'été

Notamment lorsqu'il fait très chaud en été, il est important de prendre les mesures appropriées pour éviter que les vaches ne souffrent de la chaleur. Les mesures suivantes permettent d'augmenter les dégagements de chaleur des vaches dans l'environnement.

- **Echange d'air:** l'aération naturelle (c'est-à-dire parois et faite ouvertes) ou des dispositifs techniques d'aération (ventilateurs pour grandes surfaces) permettent de rafraîchir l'atmosphère en augmentant le renouvellement d'air et la vitesse de l'air.
- **Ombres:** un avant-toit suffisamment grand peut permettre de réduire considérablement le rayonnement du soleil. Les buissons et les arbres font également de l'ombre. En été, les aires de repos ne doivent pas être soumises au rayonnement direct du soleil.
- **Eau à disposition:** de l'eau doit être mise à disposition des animaux, en quantité

suffisante, à l'étable comme au pâturage. En outre, l'emplacement des abreuvoirs joue également un rôle. Lorsque la distance est importante, les animaux évitent de circuler au soleil. C'est pourquoi il est recommandé de placer les abreuvoirs à l'ombre. Cela permet d'éviter que l'eau ne se réchauffe directement sous l'effet du soleil. Les conduites isolées ou enterrées peuvent empêcher que la température de l'eau n'augmente démesurément.

- **Management:** les temps passés à l'étable et au pâturage peuvent être adaptés. Les animaux doivent pouvoir se mettre à l'ombre lorsqu'il fait très chaud. Les périodes de pâture peuvent être repoussées à la nuit.
- **Air frais:** un système de refroidissement est également bénéfique dans l'aire d'attente. Lorsque les vaches doivent attendre en grand nombre dans un espace limité, la ventilation ou l'installation d'une douche sont particulièrement utiles.

Recommandations pour l'hiver

Certes, il est possible de protéger les bâtiments isolés du gel, mais pour la santé des animaux, il est plus important de veiller à la qualité de l'air (moins de gaz toxiques et de vapeur d'eau) qu'à des températures élevées dans l'étable. Les étables situées dans des zones très froides et mal expo-

sées (par exemple zone d'air froid) posent des exigences élevées en terme de planification et de management.

- En hiver, c'est le toit qui protège les animaux de la pluie dans l'aire de repos. Contrairement aux bâtiments fermés, une simple aire de repos couverte, partiellement ouverte suffit. Elle permet la circulation d'air frais et l'évacuation de la vapeur d'eau.
- La protection contre le vent est assurée par les bâtiments adjacents, les arbres, les buissons, les files brise-vent ou encore les spaceboard.
- Les jeunes animaux et les animaux malades ont besoin de plus de chaleur. Il est recommandé de prévoir une protection suffisante sous forme d'un microclimat créé par exemple à l'aide de filets brise-vent ou de balles de paille posées les unes sur les autres.
- Pour que les systèmes d'évacuation du fumier ne soient pas obligés de s'arrêter ou si c'est le cas, seulement quelques jours dans l'année, il est important de planifier à long terme et de prendre des mesures techniques et organisationnelles (tab. 5).
- Il est indispensable que la personne qui s'occupe des animaux soit équipée de vêtements adaptés aux conditions météorologiques et à l'espace de travail.
- Pour de bonnes conditions de travail et pour le bon fonctionnement de la technique, il est nécessaire que l'aire de traite soit isolée et/ou puisse être chauffée.

Bibliographie

Aschwanden A., Beck M., Häberli Ch., Haller G., Keine M., Roesch A., Sie R. et Stutz M., 1996. Bereinigte Zeitreihen, Die Ergebnisse des Projekts KLIMA90. Band 2–4, Schweizerische Meteorologische Anstalt SMA, Zürich.

Berman A. et Meltzer A., 1973. Critical temperatures in lactating dairy cattle: a new approach to an old problem. *International Journal of Biometeorology* 17, S. 167–176.

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, 2001. Ratgeber zur Ermittlung gefährdungsbezogener Arbeitsschutzmassnahmen im Betrieb. Dortmund, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Sonderschrift 42.

Edmonson A.J., Lean I.J., Weaver L.D., Farver T. et Webster G., 1991. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. *Journal of dairy science* 73, S. 3132–3140.

Faye B. et Barnouin J., 1985. Objectivation de la propreté des vaches laitières et des stabulations. *Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix I.N.R.A.* 59, S. 61–67.

Gazzarin C. et Hilty R., 2002. Systèmes de stabulation pour vaches laitières: comparaison des investissements relatifs à la construction. Rapport FAT n° 586, FAT, Tänikon.

Huber J., 1996. Amelioration of Heat Stress in Dairy Cattle. In: Phillips C. (Ed.) *Progress in Dairy Science*. CAB International, Wallingford, UK, S. 211–243.

Kaufmann C. et Thun R., 1998. Einfluss von akutem Stress auf die Sekretion von Cortisol und Progesteron beim Rind. *Tierärztliche Umschau* 53, S. 403–409.

Kramer A., 2001. Aussenklimaställe – Erfahrungen und Trends. In: Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, BAL. Gumpensteiner Bautagung 2001, Irdning, S. 29–34.

Metzner M., Heuwieser W. et Klee W., 1993. Die Beurteilung der Körperkondition (body condition scoring) im Herdenmanagement. *Praktischer Tierarzt* 11, S. 991–998.

Sieder C., 1999. Wärmeleitung von Liegeflächen. Facharbeit IP. FAT Tänikon, nicht publiziert.

Steiner B. et Keck M., 2000. Systèmes stationnaires d'évacuation du fumier dans l'élevage bovin et porcin. Conception technique et maniement correct de l'installation sont essentiels pour un fonctionnement en toute sécurité. Rapport FAT n° 542, Tänikon.

Verkerk G.A., Phipps A.M., Carragher J.F., Matthews L.R. et Stelwagen K., 1998. Characterization of milk cortisol concentrations as a measure of short-term stress responses in lactating dairy cows. *Animal Welfare* 7, S. 77–86.

Webster A.J., 1974. Heat loss from cattle with particular emphasis on the effects of cold. In: Monteith J.L. und Mount L.E. (Eds.) *Heat loss from animals and man*. University of Nottingham, Butterworths London, S. 205–231.

Würzl H., 1999. Praxiserfahrungen mit Aussenklimaställen. In: Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, BAL. Gumpensteiner Bautagung 1999, Irdning, S. 57–61.

Zähner M., 2001. Beurteilung von Minimalställen für Milchvieh anhand ethologischer und physiologischer Parameter. Diss. ETH Nr. 14193, Zürich.

Zähner M., Keck M. et Van Caenegem L., 2000. Etables de construction simple pour les vaches laitières. Résultats d'une enquête effectuée auprès des exploitations. Rapport FAT n° 553, Tänikon.

Impressum

Edition: Agroscope FAT Tänikon, Station fédérale de recherches en économie et technologie agricoles, CH-8356 Ettenhausen

Les Rapports FAT paraissent environ 20 fois par an. – Abonnement annuel: Fr. 60.–. Commandes d'abonnements et de numéros particuliers: Agroscope FAT Tänikon, Bibliothèque, CH-8356 Ettenhausen. Tél. 052 368 31 31, Fax 052 365 11 90, E-mail: doku@fat.admin.ch, Internet: <http://www.fat.ch>

Les Rapports FAT sont également disponibles en allemand (FAT-Berichte).
ISSN 1018-502X.

Les Rapports FAT sont accessibles en version intégrale sur notre site Internet (www.fat.ch).