



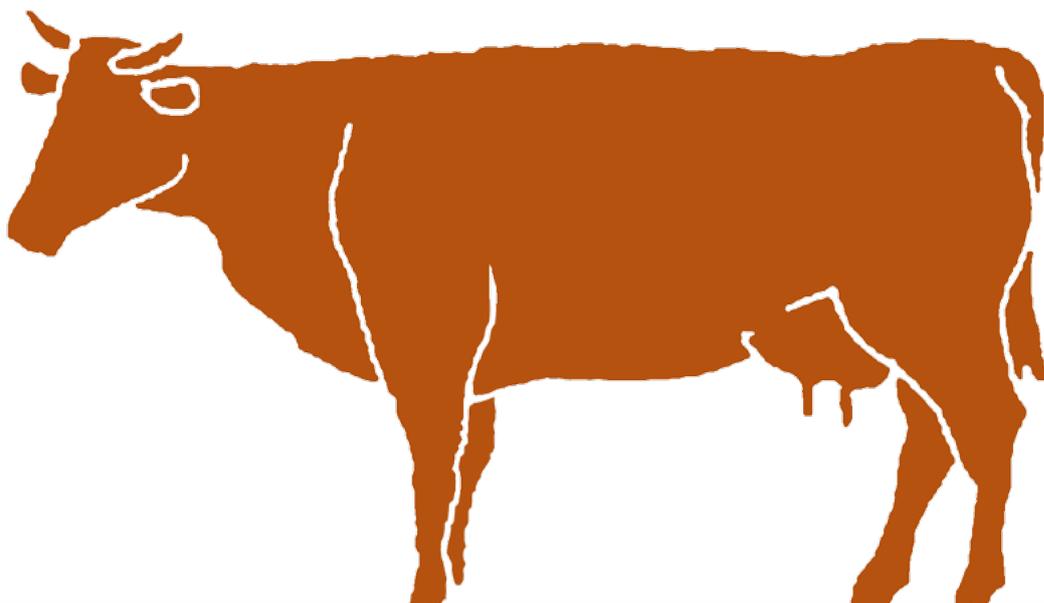
Wallonie

Recommandations internationales pour le logement de la vache laitière et de la génisse de remplacement

La conception du logement de la vache laitière et de la génisse de remplacement

Synthèse des connaissances de la
Commission Internationale du Génie Rural

Deuxième Section,
Groupe de travail n° 14,
Cattle Housing, 2014



Membres du Groupe de travail n° 14 « Cattle Housing » de la Deuxième section de la CIGR

Josi FLABA, Président

Direction générale de l'Agriculture, des Ressources naturelles et de l'Environnement (D GARNE)
Chaussée de Louvain 14 B5000 NAMUR, Belgium

Heiko GEORG

Institut für Ökologischen Landbau, Johann Heinrich von Thünen Institut
Trenthorst 32 D-23847 WESTERAU, Germany

Robert E. GRAVES

The Pennsylvania State University Department of Agricultural and Biological Engineering
201 Agricultural Engineering Building
University Park - PA 16802-1909, USA

Joop LENSINK

Groupe ISA Lille, Agricultural Department
48, Boulevard Vauban
F59046 LILLE cedex, France

Jim LOYNES

Engineering Department, Harper Adams University
NEWPORT, Shropshire, England, TF10 8NB

Elfriede OFNER-SCHRÖCK

Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft (HBLFA)
Agricultural Research & Education Centre Raumberg-Gumpenstein (AREC)
A8952 IRDNING, Austria

Tom RYAN

Teagasc, Kildalton College
PILTOWN, Co Kilkenny, Ireland

Ludo VAN CAENEGEM

Agroscope Reckenholz-Tänikon,
Research Station ART
CH-8356 ETTENHAUSEN, Switzerland

Michael VENTORP

Swedish University of Agricultural Sciences
P.O. Box 108, S - 230 53 ALNARP, Sweden

Paolo ZAPPAVIGNA

DISTAL - Department of Agricultural and Food Sciences, University of Bologna
Viale G. Fanin 50, 40127 BOLOGNA 42100 REGGIO EMILIA, Italy

Remerciements : Les auteurs souhaitent également mentionner et remercier pour leur contribution les spécialistes suivants : W. Bickert (USA), J. Capdeville (France), R. Kaufmann (Suisse), JJ. Lenehan (Irlande), M. Tillie (France) ainsi que de nombreuses autres personnes pour leurs apports particulièrement précieux. Un merci tout particulier est adressé à Olivier Stassin pour son assistance dans la réalisation de la mise en page.

Le document original intitulé « The Design of Dairy Cow and Replacement Heifer Housing » a été traduit en langue française par Josi Flaba.

© CIGR Section II Working group No 14 Cattle Housing

Table des matières

1. AVANT-PROPOS	1
2. LES FONDEMENTS	2
2.1. Les dimensions corporelles	2
2.1.1. Les mensurations linéaires de base	2
2.1.2. Les mensurations “standards CIGR” pour le veau, la génisse et la vache laitière	2
2.1.3. Les relations entre les dimensions linéaires et le poids corporel	2
2.2. Un bâtiment répondant aux besoins des animaux	3
2.2.1. Les besoins et exigences de base	3
2.2.2. La santé des animaux	4
2.2.2.1. Les blessures	5
2.2.2.2. L’hygiène	5
2.2.3. Le comportement des vaches	5
2.2.3.1. Le repos	5
2.2.3.2. L’alimentation	7
2.2.3.3. L’abreuvement	7
2.2.3.4. La locomotion	7
2.2.3.5. Les stéréotypies	7
2.2.4. L’environnement et la santé	7
2.2.4.1. La qualité de l’air et la ventilation	7
2.2.4.2. La lumière	8
2.2.4.3. Le bruit	8
2.2.5. L’éleveur	8
2.3. Les exigences environnementales	8
2.3.1. Introduction	8
2.3.2. La température de l’air	9
2.3.3. L’humidité relative de l’air	9
2.3.4. La température radiante	9
2.3.5. La vitesse de l’air	10
2.3.6. Les paramètres combinés	10
2.3.6.1. La température et l’humidité de l’air	10
2.3.6.2. La température, l’humidité et la vitesse de l’air	10
2.3.7. La qualité de l’air	11
2.3.8. La lumière	11
2.3.9. Le bruit	11
2.4. Durabilité et systèmes de production	12
2.4.1. Définition générale	12
2.4.2. Durabilité et bâtiments agricoles - aspects pratiques pour la construction d’un bâtiment pour le secteur laitier	12
2.4.2.1. Les matériaux de construction et la conception des bâtiments	12
2.4.2.2. Les impacts environnementaux	12
2.4.3. Les aspects socio-économiques, le bien-être et la santé animale	13
2.4.4. Les approches des systèmes de production durables	13
2.4.4.1. Les labels	13
2.4.4.2. L’agriculture biologique	13
3. ASPECTS DE LA CONCEPTION	15
3.1. Les stabulations libres	15
3.1.1. Introduction	15
3.1.2. L’étable à logettes	15
3.1.2.1. Considérations relatives à la conception	16
3.1.2.2. Logettes pour lesquelles une partie de l’espace est partagée	17
3.1.2.3. Logettes sans partage d’un espace commun	17
3.1.2.4. Les séparations entre logettes	18
3.1.2.5. Les dimensions de base des logettes	18
3.1.2.6. La base de la logette et la litière	19
3.1.3. Les stabulations libres paillées	19
3.1.3.1. La superficie requise pour le couchage et les déplacements	19
3.1.3.2. La forme de l’aire paillée	21
3.1.3.3. La liaison des aires paillées avec les passages	21
3.1.3.4. La gestion et les besoins en litière	22
3.1.3.5. La consommation de paille	22
3.1.4. Avantages et inconvénients des deux modes de stabulation libre	22
3.1.4.1. Le système à logettes	22
3.1.4.2. Les systèmes paillés	22
3.2. L’étable entravée	23
3.2.1. Introduction	23
3.2.2. Dimensions des dispositifs de l’étable entravée	23
3.2.3. Le sol des stalles et la litière	24
3.2.4. Les dispositifs de contention des animaux en étables entravées	25

3.2.5. Les boxes de vèlage et d'allaitement	25
3.2.6. L'abreuvement	25
3.2.7. Les dresseurs de vaches	25
3.3. Les auges	26
3.3.1. Introduction	26
3.3.2. Le nombre de places	26
3.3.3. Les dimensions habituelles	26
3.3.3.1. Espace exploré par la vache	26
3.3.3.2. Auge ou table d'alimentation	26
3.3.3.4. Les séparations entre places au cornadis	27
3.3.3.5. La table ou couloir d'alimentation	27
3.3.4. Les cornadis	27
3.3.4.1. Le système comportant des poteaux verticaux et un tube horizontal	27
3.3.4.2. Le cornadis diagonal	28
3.3.4.3. Le cornadis suédois	28
3.3.4.4. Le cornadis en queue d'aronde	28
3.3.4.5. Le cornadis autobloquant	28
3.3.5. Les dispositifs pour rapprocher les aliments du cornadis	29
3.3.6. Les râteliers à foin	29
3.3.7. Les râteliers à balles	30
3.3.8. Les distributeurs de concentrés	30
3.4. Les abreuvoirs	30
3.4.1. Introduction	30
3.4.2. Les besoins en eau	30
3.4.3. Position de la tête et comportement	31
3.4.4. La qualité de l'eau	31
3.4.5. Les dispositifs d'abreuvement - exigences de base	31
3.4.5.1. Les bacs	31
3.4.5.2. L'abreuvoir bol	32
3.4.5.3. Les abreuvoirs à ballon flottant	32
3.4.6. Le gel	32
3.4.7. L'accès et la localisation des abreuvoirs	33
3.4.8. Le nombre de bols/d'abreuvoirs	33
3.4.9. Spécifications techniques	33
3.5. Le sol	33
3.5.1. Introduction	33
3.5.2. Les différents types de sol	34
3.5.3. Les exigences de base	34
3.5.4. L'interface avec l'animal	34
3.5.4.1. La résistance à la glissance	34
3.5.4.2. L'abrasivité	35
3.5.4.3. La dureté	35
3.5.4.4. La texture de la surface - la rugosité	35
3.5.4.5. Le profil de la surface - la pente ou le gradient du sol	35
3.5.4.6. La propreté, la santé et les émissions d'ammoniac	36
3.5.5. Les matériaux et types de sol	36
3.5.5.1. Les sols en béton	36
3.5.5.1.1. Les rainures	36
3.5.5.2. Les sols en asphalte	36
3.5.5.3. Les sols recouverts de caoutchouc	37
3.5.5.4. Les caillebotis	37
3.5.5.5. Les sols rainurés type hollandais	38
3.5.5.6. Comparaison des matériaux	38
3.6. Les installations de traite	38
3.6.1. Introduction	38
3.6.2. Les composants d'une infrastructure de traite	38
3.6.3. Les salles de traite	39
3.6.3.1. Les stalles individuelles (tandem ou auto-tandem)	39
3.6.3.2. Les salles de traite en épi	39
3.6.3.3. Les salles de traite à sortie rapide	39
3.6.3.4. Les salles de traite en parallèle (côte à côte ou par l'arrière)	39
3.6.3.5. Les salles de traite rotatives ou carrousel	40
3.6.4. La configuration des annexes à la salle de traite	41
3.6.4.1. Dimensions	41
3.6.4.2. L'automatisation de la salle de traite	44
3.6.4.3. Disposition et équipement	44
3.6.4.4. Les éléments de la conception qui influencent les cadences de traite	44
3.6.5. Les entrées et sorties de la salle de traite : l'aire d'attente	44
3.6.6. Les autres zones	45
3.6.7. Exigences spécifiques aux robots de traite	45
3.6.7.1. Systèmes	45
3.6.7.2. La circulation des vaches et l'organisation du bâtiment	46

3.6.7.3. Le box de séparation	46
3.6.7.4. Le stockage du lait et le nettoyage	46
3.7. La régulation du climat	46
3.7.1. Généralités	46
3.7.2. La ventilation	47
3.7.2.1. La ventilation naturelle	47
3.7.2.1.1. La poussée thermique	47
3.7.2.1.2. La poussée du vent (l'effet du vent)	48
3.7.2.1.3. L'effet combiné de la poussée thermique et de la poussée du vent	48
3.7.2.1.4. Le contrôle de la vitesse de l'air	49
3.7.2.2. La ventilation mécanique	50
3.7.2.3. La ventilation minimale en hiver dans les régions à climat froid	50
3.7.2.4. La ventilation estivale sous les climats chauds	50
3.7.2.5. Le volume d'air de base	51
3.7.3. La réduction du stress thermique	51
3.7.3.1. Les techniques passives	51
3.7.3.2. Les techniques actives	52
3.8. Les infrastructures pour les veaux et les génisses de remplacement	53
3.8.1. Introduction	53
3.8.2. Les systèmes de logement pour les veaux	53
3.8.2.1. Le logement individuel - la niche	53
3.8.2.2. Le logement individuel - la case	53
3.8.2.3. Le logement collectif	54
3.8.2.4. Les niches collectives	54
3.8.2.5. Les litières paillées en pente	54
3.8.2.6. Les litières paillées	54
3.8.2.7. Les étables à logettes	55
3.8.2.8. Le caillebotis intégral	55
3.8.2.9. Les étables entravées	55
3.8.3. Les dispositifs d'alimentation	55
3.8.4. La ventilation	55
3.8.5. Les infrastructures pour l'hébergement des génisses de remplacement	55
3.8.5.1. Etable avec couchage sur litière et aire d'alimentation en béton ou sur caillebotis	55
3.8.5.2. Litière paillée en pente sur sol bétonné	56
3.8.5.3. Les étables à logettes	56
3.8.5.4. Les étables entravées	57
3.8.5.5. Parcours extérieur et pâturage	57
3.9. Les espaces requis pour la circulation des animaux	57
3.9.1. Les passages	57
3.9.2. La hauteur des clôtures et des murs	58
3.9.3. La largeur des passages	58
3.9.3.1. Les passages pour du trafic dans un seul sens (à sens unique)	58
3.9.3.2. Les passages pour du trafic dans les deux sens	59
3.9.3.3. Les coins et les courbes	60
3.9.4. Les portes	60
3.10. Les infrastructures pour des interventions particulières et la manipulation des animaux	60
3.10.1. Introduction	60
3.10.2. La localisation	61
3.10.3. Les loges de séparation	61
3.10.4. Le logement des vaches et génisses pendant la période de transition	61
3.10.5. Les loges pour les vaches et génisses proches du vêlage et les boxes de vêlage	61
3.10.6. Les installations de traitement et de manipulation	63
3.10.7. Les installations particulières pour certaines vaches laitières	64
3.11. La sécurité et la santé humaine des travailleurs	65
3.11.1. Introduction	65
3.11.2. La manipulation des animaux	65
3.11.3. Les déplacements des bovins	65
3.11.4. La traite	66
3.11.5. Les dispositifs d'examen et de traitement des animaux	66
3.11.6. Aspects environnementaux des bâtiments d'élevage	67
3.11.6.1. La qualité de l'air	67
3.11.6.2. Les sols	67
3.11.6.3. L'éclairage	68
3.11.6.4. Le bruit	68
3.11.7. Les activités annexes	68
3.11.7.1. Les routes, zones dangereuses et passages	68
3.11.7.2. Les portes et barrières	68
3.11.7.3. Les murs, les fenêtres et fenêtres de toit	68
3.11.7.4. Les voies et sorties d'urgence	68
3.11.7.5. Les locaux pour le personnel	69
3.11.7.6. Le traitement du lisier	69
Références et lectures complémentaires	70

1. Avant-propos

La définition des caractéristiques du logement de la vache laitière requiert la connaissance et la compréhension de différentes disciplines telles que l'éthologie, la conduite et la gestion des troupeaux, la manipulation des animaux, la ventilation des bâtiments d'élevage, l'optimisation des conditions de travail, la protection du personnel contre les accidents, les propriétés des matériaux, l'intégration paysagère, la gestion des déjections, etc.

Dans la majorité des cas, cela signifie qu'il est indispensable de faire appel aux compétences de divers spécialistes afin de concevoir un projet approchant autant que possible de l'idéal tout en prenant en compte les objectifs de l'éleveur dont le but est de loger des vaches en lactation, des vaches tarées et des génisses de remplacement. Le coût total du projet doit bien évidemment aussi être envisagé car il a un impact réel sur le prix de revient du lait produit, et ce même s'il ne fait pas l'objet du présent document.

La littérature scientifique s'enrichit continuellement de nouvelles connaissances qui résultent des recherches consacrées à une ou plusieurs des disciplines évoquées ci-dessus. Cela permet au concepteur de bâtiments d'élevage d'avoir accès à de nombreuses sources d'informations extrêmement précieuses dont il pourra tenir compte dans sa démarche de conception. Le défi consiste alors à pouvoir intégrer toutes ces connaissances dans le projet afin de concevoir un plan cohérent qui sera en mesure de satisfaire aussi bien l'utilisateur que le concepteur.

Le présent document qui est le fruit du travail réalisé par le groupe de travail « Cattle Housing » de la Commission Internationale du Génie Rural (CIGR), associe de multiples données scientifiques et la grande expertise de ses membres dans les divers domaines du logement des bovins. Il résulte d'une collaboration enthousiaste et fructueuse qui a animé ses membres durant plusieurs années. Le groupe était composé de spécialistes provenant de 10 pays d'Europe et d'Amérique du Nord qui ont consacré beaucoup de temps et d'efforts pour produire un document dont ils espèrent qu'il sera utile à tous ceux qui sont concernés par la conception du logement des bovins (concepteurs, éleveurs, constructeurs, etc.). Ils espèrent qu'il contribuera à la création d'excellentes conditions d'hébergement de la vache laitière et à l'accroissement du caractère durable du secteur laitier.

Ce fut pour moi un privilège de présider le groupe de travail et de prendre part à ses travaux. Je remercie chaque membre pour le dévouement et l'enthousiasme dont il a fait preuve tout au long de l'élaboration de ce rapport. Je tiens également à remercier tous ceux qui, d'une manière ou d'une autre, ont apporté leur contribution à sa réalisation.

Josi FLABA.

2. Les fondements

2.1 LES DIMENSIONS CORPORELLES

2.1.1 LES MENSURATIONS LINÉAIRES DE BASE

La connaissance des mensurations de base des animaux et de l'espace qu'ils requièrent pour réaliser certains comportements essentiels comme par exemple se coucher, se nourrir ou se déplacer, est fondamentale pour concevoir un bâtiment pour des laitières. Il est peu fréquent que les éleveurs mesurent leurs animaux avant de prendre des décisions concernant leur logement. Si l'objectif est de réaliser un bâtiment satisfaisant pour les animaux, les agriculteurs devraient au moins effectuer les mensurations de base telles qu'elles sont illustrées à la figure 2.1.1.1:

H : taille au garrot
L : longueur en diagonale du corps (pointe épaule-pointe de fesse)
W : largeur aux épaules

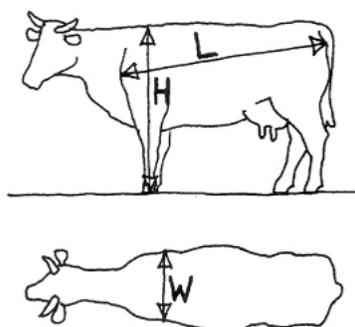


Figure 2.1.1.1: mensurations corporelles de la vache.

2.1.2 LES MENSURATIONS "STANDARDS CIGR" POUR LE VEAU, LA GENISSE ET LA VACHE LAITIÈRE

Le tableau 2.1.2.1 "Standards CIGR" constitue un aperçu des mensurations disponibles des veaux, des génisses et des vaches adultes qui peuvent être utilisées pour la réalisation

d'un travail de conception d'un bâtiment, et ce en l'absence de données précises ayant trait aux animaux à héberger. Ces "Standards CIGR" ne concernent que la race Holstein et ne s'appliquent en tant que telles qu'à cette race.

Tableau 2.1.2.1: "Standards CIGR": mensurations des veaux, génisses et vaches (de race Holstein). Ces mensurations moyennes sont mises en relation avec des intervalles de poids.

Catégories d'animaux	Poids (kg)	H (m)	L (m)	W (m)	Age (mois)
Veaux	100	0.9	0.84	0.27	3-4
	200	1.09	1.17	0.35	5-6
Génisses	150-249	1.09	1.17	0.35	4-7
	250-349	1.19	1.31	0.42	8-11
	350-449	1.27	1.42	0.47	12-15
	450-549	1.33	1.51	0.52	16-20
	> 550	1.38	1.59	0.55	21-24
Vaches laitières	550-649	1.40	1.69	0.55	> 24
	650-749	1.44	1.75	0.60	> 24
	750-850	1.48	1.80	0.64	> 24

2.1.3 LES RELATIONS ENTRE LES DIMENSIONS LINEAIRES ET LE POIDS CORPOREL

Le poids vif d'un animal et son âge sont souvent bien connus et communément utilisés pour porter un jugement sur ses besoins spatiaux. Cette façon de procéder n'est cependant pas suffisamment fiable pour bien dimensionner les éléments d'un bâtiment, sauf si les relations existant entre le poids et les dimensions corporelles sont clairement établies. Ces dimensions varient fortement d'une race à l'autre et entre individus au sein d'une même race. Les tableaux 2.1.3.1 et 2.1.3.2 établis au départ des données existantes les plus fiables, illustrent la variation que l'on peut observer.

Tableau 2.1.3.1: mensurations de vaches de race Simmental (Fleckvieh) en Autriche (Jauschnegg, 1994). Les valeurs reprises sont les moyennes, les minimas et les maximas.

Poids (kg)	H (m)			L (m)			W (m)		
	Min.	Moyenne	Max.	Min.	Moyenne	Max.	Min.	Moyenne	Max.
500	1.20	1.27	1.35	1.37	1.48	1.60	0.38	0.46	0.54
600	1.26	1.33	1.40	1.46	1.57	1.67	0.44	0.52	0.60
700	1.30	1.37	1.43	1.52	1.62	1.73	0.50	0.57	0.65
800	1.32	1.38	1.45	1.54	1.62	1.73	0.54	0.62	0.70

Table 2.1.3.2: mensurations de vaches pesant 650 kg qui appartiennent à différentes races en Autriche (Jauschnegg, 1994). Les valeurs reprises sont les moyennes, les minimas et les maximas.

Races à 650 kg	H (m)			L (m)			W (m)		
	Min.	Moyenne	Max.	Min.	Moyenne	Max.	Min.	Moyenne	Max.
Simmental (Fleckvieh)	1.28	1.35	1.42	1.49	1.60	1.71	0.47	0.55	0.63
Brown Swiss	1.29	1.37	1.46	1.54	1.63	1.72	0.46	0.52	0.58
Holstein Friesian	1.31	1.39	1.48	1.59	1.68	1.78	0.45	0.51	0.57

Dans le Chapitre 3 "aspects de la conception", la largeur, la longueur et la superficie de certains éléments de la construction nécessaires pour satisfaire les besoins des animaux sont exprimées en fonction des mensurations H, L et W telles qu'elles ont été définies ci-dessus. Cette méthode a été retenue car elle offre la garantie que les différents espaces du bâtiment aient une relation directe avec le format actuel des animaux.

En pratique et en l'absence de données relatives aux animaux concernés, le concepteur devra se faire une opinion, obligatoirement subjective, du format des vaches à héberger. Les Tableaux 2.1.2.1, 2.1.3.1 et 2.1.3.2 peuvent servir de référence. Par mesure de sécurité et pour tenir compte de l'accroissement du format des vaches (qui paraît associé à l'amélioration génétique des races), il faudra dimensionner le bâtiment pour les animaux les plus grands du troupeau ou du groupe d'animaux.

2.2 UN BÂTIMENT RÉPONDANT AUX BESOINS DES ANIMAUX

2.2.1 LES BESOINS ET EXIGENCES DE BASE

Dans le courant des années soixante, les discussions portant sur le bien-être des animaux ont conduit à préciser les droits fondamentaux des animaux (Brambell, 1965) reconnaissant des besoins physiques de base en relation avec le logement. Il s'agit du droit pour un animal de disposer de suffisamment de liberté de mouvement pour se lever, se coucher, faire sa toilette, tourner, étendre ses membres, et ce sans difficultés.

Depuis lors, de nombreuses recherches ont été réalisées pour clarifier les notions de besoins ou de buts du comportement. Les travaux les plus essentiels ayant trait à l'accomplissement de certains buts du comportement propres à l'animal, méritent une mention particulière. Les motivations de l'animal et les conséquences fonctionnelles des processus comportementaux en sont les aspects les plus importants pour le concepteur, car ils jouent un rôle fondamental en matière de bien-être animal.

A l'heure actuelle, il est communément admis que les exigences de base en matière de bien-être animal sont :

1. la mise à disposition d'eau fraîche aisément accessible et la fourniture d'une ration répondant aux besoins ;
2. la liberté de mouvement permettant l'expression du répertoire comportemental ;
3. l'absence de peur et de détresse ;
4. les contacts sociaux avec des congénères ;
5. l'absence d'inconfort, de douleurs, de blessures et de maladies ;
6. un éclairage suffisant ;
7. de la complexité et de la variation dans l'environnement pour éviter l'ennui ; et
8. l'évitement des mutilations inutiles.

Motivation

La vache fait preuve d'une grande motivation pour se reposer, s'abreuver, se nourrir et se déplacer. Pourtant, il ne va pas encore de soi que cette motivation nécessite la réalisation d'un comportement donné à un moment précis. On sait qu'un animal s'efforce en permanence de passer de la situation actuelle (valeur existante) au but (valeur requise). Ce n'est que lorsque le but est atteint que le comportement prend fin de manière appropriée et que le bien-être est assuré.

Conséquences fonctionnelles

Lorsqu'un animal est motivé, il manifeste un ou plusieurs types de comportement. D'après le modèle comportemental de Hughes et Duncan (1988) qui concerne le comportement alimentaire, les conséquences fonctionnelles adéquates sont les raisons essentielles conduisant un animal à mettre fin à un comportement donné. C'est pour cela, par exemple, que créer les conditions pour que l'appétit qui n'est qu'un aspect du processus de la consommation des aliments, soit le seul à se manifester ne suffit pas. Cela consiste simplement à renforcer la motivation de l'animal, mais cela ne lui permet pas d'atteindre la satiété. Même la mise à disposition de moyens permettant d'atteindre l'objectif comportemental n'est pas toujours suffisante; c'est ainsi que si de la nourriture est accessible pendant une période relativement courte, la motivation est renforcée, mais l'animal n'atteindra pas la satiété. Seul l'accomplissement de tout le cycle (en alimentation, cela signifie atteindre la satiété) conduit à une décroissance prolongée de la motivation.

Prévisibilité et contrôle

La prévisibilité et le contrôle des caractéristiques de l'environnement doivent dans tous les cas être inclus dans toutes les discussions portant sur les besoins environnementaux des animaux. Leur importance est cruciale dans l'évaluation du stress. Le contrôle des facteurs de l'environnement, comme par exemple ceux qui influencent les interactions sociales et le moment de l'alimentation, doit être optimal. La prévisibilité de la réponse à certains comportements doit être régulièrement évaluée et revue afin que la frustration et la compétition entre animaux soient minimales.

Les contacts sociaux

Les vaches sont des animaux grégaires vivant en groupes. Chaque animal doit avoir des contacts physiques et visuels avec des congénères pour réaliser un comportement normal.

Les vaches familières avec d'autres vaches sont proches les unes des autres, elles se grattent et se lèchent l'une l'autre. Elles se couchent tout près les unes des autres et elles peuvent rester longtemps ensemble dans la même zone du bâ-

timent. Les vaches qui sont sur le point de vêler seront de préférence sorties du troupeau afin de pouvoir vêler dans un box de vêlage comportant une abondante litière constituée, par exemple, de paille, de copeaux de bois, de sable. Lorsque la vache se trouve dans le box de vêlage, elle devra idéalement conserver des contacts visuels avec ses congénères, faute de quoi elle risque d'être stressée (agitation, beuglement) et en conséquence connaître des problèmes de vêlage.

Pour des animaux grégaires comme la vache laitière, les rythmes journaliers sont importants pour leur comportement et pour réduire la compétition entre animaux. Les rythmes journaliers des animaux sont différents en fonction de la gestion dont ils font l'objet, à savoir au pâturage, dans un bâtiment avec une traite en salle de traite conventionnelle, dans un bâtiment équipé d'un robot de traite (AMS : système de traite automatisée ; VMS : système de traite volontaire). En prairie, les animaux exhibent simultanément les mêmes comportements : brouter, être couchés, passer à la traite, etc. En bâtiment, le rythme est, pour une grande part, dépendant des moments de la traite et de la distribution de nourriture. Dans un bâtiment équipé d'un robot de traite, la traite est répartie sur 24 heures et les activités sont plus irrégulières. En fait, chaque vache a son propre rythme.

Le stress

Les animaux intelligents réclament un environnement complexe et changeant, autant qu'ils ont besoin de prévisibilité et de contrôle. Au-delà des perturbations éthologiques et physiologiques qu'il occasionne, l'excès de stress peut aussi exercer un effet négatif sur le système immunitaire des animaux et les rendre plus sensibles aux maladies infectieuses. L'ennui (manque de stimulations environnementales) peut produire exactement le même effet que l'excès de stress.

L'hébergement d'animaux dominés et d'animaux dominants dans un bâtiment trop exigü favorise l'apparition chez les animaux dominés de stress chronique en raison de leur crainte de la proximité avec des animaux dominants et d'agressions sévères de la part de leurs congénères.

L'environnement climatique peut également être à l'origine de stress lorsque les animaux éprouvent des difficultés à maintenir leur température corporelle, en particulier lorsque la température est très élevée ou très basse.

2.2.2 LA SANTÉ DES ANIMAUX

Dans la plupart des cas, les préoccupations relatives au bien-être concernent dans une très large mesure la santé physique des animaux et les effets économiques des maladies. Pourtant même si les préoccupations visent à éviter l'apparition de maladies qui sont toujours coûteuses, la réalité est loin d'être simple. En effet, les maladies ont généralement des causes multifactorielles et le logement ne constitue qu'un facteur parmi les autres. De plus, le logement ne peut pas être considéré comme un facteur banal, car un logement quel qu'il soit est toujours composé de nombreux éléments et il peut comporter ou pas des détails déterminant la fréquence d'une pathologie donnée. On peut tenter de mettre en évidence certains détails qui sont impliqués dans une pathologie, comme par exemple, « dans quelle mesure la longueur d'une logette influence-t-elle le salissement de l'aire de couchage et dans quelle mesure ce salissement joue-t-il un rôle dans la fréquence des mammites ? ». Même en disposant de ce genre d'information, il faut faire preuve de prudence car une différence dans la conception de la logette peut très bien avoir pour conséquence de modifier sa longueur utile, ou bien la fréquence des mammites peut être davantage le fait d'autres facteurs

(l'état immunitaire de l'animal, sa production laitière, le matériel de traite ou l'alimentation) que le seul salissement de l'aire de couchage.

En conséquence, prévoir les effets de tous les détails faisant partie d'un bâtiment d'élevage est pure spéculation.

Au sein des populations regroupées sur des superficies limitées que sont les troupeaux d'animaux domestiques, les risques de contamination sont toujours élevés. Dans certains cas, l'élévation du risque peut être contrecarrée par un accroissement de l'activité du système immunitaire de l'animal. En réalité, il s'agit d'une question d'équilibre. Ce qui est recherché, c'est un niveau de pression infectieuse qui permet à l'animal de développer son immunité. Cependant, la pression infectieuse ne peut pas atteindre un niveau tel qu'elle produise des effets pathologiques même chez un animal immunisé. Les polluants non infectieux tels que les particules inertes (poussières) et l'ammoniac, peuvent aussi être néfastes pour l'organisme en occasionnant des dommages aux mécanismes de défense du système respiratoire. De tels agents diminuent la résistance de l'animal aux infections et aux allergies.

En production laitière, en particulier avec les vaches hautes productrices, les pathogènes banaux, normalement présents dans l'air et susceptibles d'occasionner des maladies respiratoires, ne sont cependant dangereux que si les conditions environnementales leur sont propices, comme la surpopulation, une humidité relative de l'air élevée, un air trop chargé en poussières, des mouvements d'air excessifs (courants d'air) ou une température trop élevée. Pour prévenir les maladies respiratoires, il est conseillé de limiter la présence de germes banaux présents dans l'air, car il est impossible de tous les détruire. Un bon renouvellement d'air et une densité d'occupation adéquate constituent des mesures importantes pour prévenir les maladies respiratoires.

Pour prévenir les contagions au sein du troupeau, il est recommandé d'isoler les animaux malades et de disposer de suffisamment d'espace ou de boxes qui leur sont réservés. La cohabitation d'animaux d'âges différents (veaux et vaches adultes par exemple) et le regroupement d'animaux provenant de différentes exploitations constituent des situations à hauts risques. La pratique de la quarantaine (équipement et gestion) pour les animaux achetés est recommandée pour réduire le risque de contamination des animaux de l'exploitation. Le regroupement des vaches à taux cellulaires élevés est conseillé pour éviter la contamination des animaux sains.

Le contrôle des populations microbiennes et le confort des bâtiments d'élevage constituent deux éléments qui permettent de préserver la santé de la vache laitière.

De nos jours, un pourcentage significatif des vaches sont affectées par des boiteries, mammites, problèmes de reproduction, désordres métaboliques (fièvre vitulaire, cétose, etc.) qui sont responsables d'une longévité insuffisante dans de nombreux élevages. L'impact de ces problèmes sur le coût de production du lait est important ; de bonnes conditions d'hébergement et une gestion adaptée permettent d'en limiter les conséquences.

Les boiteries sont en relation avec le logement, l'alimentation, le choix des géniteurs et la gestion du troupeau. Des mesures spécifiques peuvent réduire la prévalence des boiteries, à savoir des curages fréquents, l'utilisation régulière d'un pédiluve, le parage des pieds, etc.

Certaines mammites sont causées par des germes vivant dans l'environnement et le logement est susceptible d'en accroître la pression infectieuse. Des logettes mal dimensionnées, des séparations inadaptées dans les étables à logettes, un manque de superficie de l'aire de repos dans les

stabulations libres, etc. provoquent la souillure des aires de repos et influencent négativement la santé mammaire. Un air de mauvaise qualité, aussi bien dans le bâtiment que dans l'aire de repos, résultant d'une ventilation insuffisante due à des entrées et sorties d'air mal dimensionnées, qui est souvent associé à des excès de température et d'humidité relative, crée des conditions propices au développement des micro-organismes vivant dans l'environnement. En outre, le fonctionnement de la machine à traire et l'hygiène de la traite constituent également des causes possibles de mammites.

Les piètres performances de reproduction peuvent avoir plusieurs causes : nutrition inadaptée, détection des chaleurs inadéquate, hygiène insuffisante lors du vêlage et de l'insémination, mais également des sols glissants affectant le comportement au moment de l'œstrus (chaleurs).

Les désordres métaboliques peuvent être occasionnés par une nutrition déficiente et une gestion inadéquate des apports de nourriture. Les désordres métaboliques sont rarement imputables au bâtiment, mais des passages trop exigus qui affectent les déplacements des animaux dominés, ainsi que le temps qu'ils restent au cornadis à ingérer leur ration, accroissent la fréquence des désordres métaboliques.

2.2.2.1 Les blessures

Dans les stabulations libres trois sortes de blessures sont fréquentes : lésions aux trayons, lésions aux onglons et aux membres, blessures de l'épiderme. Généralement, les lésions des trayons sont la conséquence d'une superficie insuffisante des aires de repos qui, dans le cas des litières ou des logettes, ne permet pas à toutes les vaches de se coucher confortablement, de séparations mal conçues dans le cas des logettes et d'autres équipements inadaptés.

Les sols doivent être réalisés pour prévenir les lésions des onglons et des membres, et pour assurer une usure suffisante des onglons pour éviter les croissances excessives. Il est important d'examiner régulièrement les onglons et d'en effectuer le parage lorsque cela est nécessaire. Un pédiluve pourra être utilisé afin de constituer un des moyens de traitement et de désinfection des pieds.

Les lésions de l'épiderme sont la conséquence de comportements agressifs, souvent aggravés par une insuffisance de la superficie mise à disposition qui ne permet pas aux animaux dominés de s'échapper, et d'une conception des équipements, d'un montage et d'une maintenance inadaptés. Il convient d'insister sur un dimensionnement adéquat de toutes les zones du bâtiment.

Par ailleurs, il s'avère que le comportement agressif est fortement influencé par la qualité de la gestion du troupeau, en particulier du régime alimentaire, et par la compétence de l'éleveur.

L'écornage (dans les pays où il est autorisé) réduit les conséquences des agressions et il aide à prévenir l'apparition de lésions. L'écornage diminue les risques pour l'éleveur durant le traitement des animaux. Si les animaux ne sont pas écornés, il peut s'avérer nécessaire, en vue de prévenir les blessures, d'adapter l'équipement, comme par exemple le cornadis, et d'accroître les dimensions de certaines parties du bâtiment comme par exemple la superficie des aires de repos, la largeur des passages, etc.

2.2.2.2 L'hygiène

Etant donné que les fermes laitières produisent du lait destiné à la consommation humaine, il est indispensable que les vaches soient propres. En effet, la saleté se trouvant sur les vaches peut se retrouver dans le lait et le salissement des

pis conduit à une augmentation de la fréquence des mammites. Le pis n'est pas la seule partie de la vache qui doit être propre. La vache exhibe un comportement nécessaire au maintien de sa propreté, notamment en se frottant, et un pelage sale et humide perd une partie de son caractère isolant et de ses propriétés protectrices.

Le nettoyage des vaches sales, en particulier avant la traite, est laborieux et il peut s'avérer inefficace. En conséquence, tous les efforts doivent être déployés pour empêcher que les vaches se salissent. Il est essentiel de maintenir l'aire de couchage propre ; ce résultat peut être obtenu par une bonne conception de l'aire de couchage, l'utilisation de suffisamment de litière et un entretien régulier de la surface de couchage. Les recommandations à propos des dimensions des logettes et des stalles doivent être considérées à la fois comme des minimums, mais aussi comme des maximums, car des logettes trop spacieuses sont aisément souillées par des déjections. Si les animaux sont sales, ils manquent de confort et le développement des ectoparasites dans leur pelage augmente.

Dans les stabulations libres, les vaches doivent avoir accès à des brosses et dans les étables entravées (dans les pays où elles sont autorisées), le pansage manuel est nécessaire. Les aires de circulation seront maintenues raisonnablement sèches et propres, car les saletés se trouvant sur les pieds des animaux seront déposées sur les aires de repos et souilleront les vaches. En outre, les saletés se trouvant sur les membres postérieurs peuvent entrer en contact avec le pis des vaches lors du couchage. Enfin, des aires de circulation sales et humides réduisent la solidité de la corne des onglons et accroissent la sensibilité des vaches aux affections des pieds.

Les stabulations entravées (dans les pays où elles sont autorisées) requièrent généralement un surcroît de travail pour être maintenues propres, et ce en comparaison avec l'étable à logettes. Les dresseurs de vaches électrifiés produisant une décharge électrique lorsque les vaches courbent le dos pour uriner ou déféquer, contribuent au maintien de la propreté des vaches, mais ils les stressent et ont des effets négatifs sur certains aspects du bien-être, y compris la détection des chaleurs. Dans certains pays, les dresseurs de vaches électrifiés sont interdits. De ce fait, d'autres systèmes ont été développés pour améliorer le confort et la propreté des vaches.

2.2.3 LE COMPORTEMENT DES VACHES

De nos jours, il n'est pas exceptionnel de rencontrer des troupeaux d'environ 200 animaux hébergés sous le même toit. Dans ce cas, des sous-groupes peuvent être constitués par l'éleveur afin d'en faciliter la gestion. En pratique, la taille des groupes dépend de différents facteurs ayant trait à la gestion, tels que la surveillance, la traite et l'alimentation.

La constitution de sous-groupes par l'éleveur est habituellement basée sur des critères tels que la production laitière (vaches à haute/vaches à faible production), vaches tarées, primipares, génisses, ration, date de vêlage, âge des animaux, comptages cellulaires (mammites) ou autres maladies infectieuses.

Dans de nombreuses exploitations actuelles, les vaches restent à l'intérieur durant la presque totalité de l'année. De ce fait, il est important que, quel que soit le système de logement, les besoins comportementaux soient correctement rencontrés (repos, alimentation, abreuvement et traite).

2.2.3.1 Le repos

Dans les stabulations libres, les vaches restent en position de repos (couchées) de 10 à 14 heures par jour, réparties en 10 à 15 périodes journalières. Le comportement de repos dépend de divers facteurs dont notamment les heures de distribution de la ration et de la traite, la fréquence de distribution de la ration et sa gestion. Les périodes de repos sont divisées en périodes durant lesquelles l'animal est couché sans dormir et en périodes durant lesquelles l'animal dort en totale relaxation musculaire. Durant ces dernières, l'animal couché pose sa tête qui est soutenue par son épaule, afin de relaxer les muscles de son cou (Figure 2.2.3.1.1). Pour éviter les perturbations et assurer les possibilités d'un repos adéquat, chaque vache doit disposer d'une logette ou de suffisamment de superficie en aire paillée.

Pour prévenir la compétition sur les aires de repos collectives, la superficie mise à disposition doit être suffisamment spacieuse pour permettre à toutes les vaches de disposer d'un emplacement de repos et de se coucher simultanément. En logettes, il y a lieu de prévoir au minimum une logette par vache. Lorsque l'aire de couchage est trop exigüe, on assiste à un accroissement de l'agressivité et/ou à des perturbations des rythmes comportementaux (alimentation et temps de repos). En plus, les vaches qui n'ont pas la possibilité de se coucher restent plus longtemps debout et leurs besoins en temps de repos augmentent lorsqu'elles se couchent.

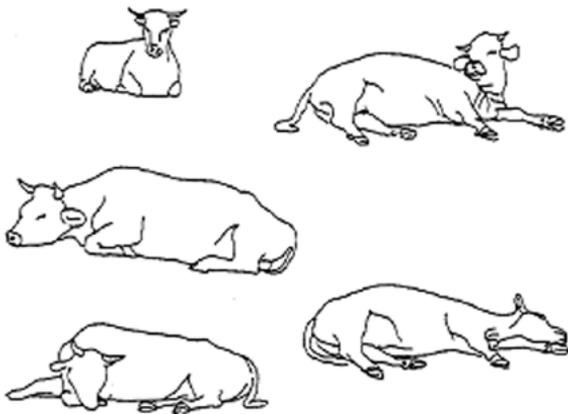


Figure 2.2.3.1.1: positions naturelles de couchage (d'après Schnitzer, 1971).

Les vaches préfèrent se coucher sur un matériau souple ; les aires de repos doivent être suffisamment souples pour permettre un repos de bonne qualité.

Dans le cas des étables à logettes, la logette est un élément extrêmement important de l'environnement de la vache qui affecte positivement ou négativement son confort, sa propreté et sa santé. La logette doit être conçue pour qu'elle soit confortable pour la vache debout, couchée, qui passe de la position debout à la position couchée, de la position couchée à la position debout, et pour que la vache reste propre durant toute la période de stabulation. La logette doit être suffisamment confortable pour que la vache l'utilise comme aire de repos, et ce le plus longtemps possible (10 à 14 heures par jour). Sa maintenance requiert une attention particulière pour prévenir le salissement et les mammites. L'utilisation d'une litière appropriée est essentielle pour garder l'aire de couchage propre et confortable, et pour prévenir les lésions cutanées qui surviennent lorsque la surface de couchage est trop agressive pour l'épiderme de la vache.

Lorsque la traite est effectuée par un robot, les vaches sont traitées en fonction de leur propre rythme et de ce fait les périodes de repos varient d'une vache à l'autre, et dépendent des décisions de chaque vache en ce qui concerne la traite et/ou l'alimentation ou l'abreuvement.

Dans les étables entravées, les mouvements et le comportement naturel de la vache sont limités. Du fait que de nombreuses activités se déroulent à la même place, ce type de stabulation constitue toujours un compromis pour tenter de rencontrer les besoins de l'animal. En outre, différents conflits sont toujours présents : les vaches préfèrent des surfaces souples pour se coucher, mais elles préfèrent une surface ferme pour rester debout ; la stalle doit être suffisamment courte pour empêcher la défécation sur l'aire de couchage, mais pas trop courte pour éviter les perturbations du comportement de couchage. Le système d'attache doit être conçu pour faciliter le lever et le coucher, l'accès à la ration et à l'eau, et préserver le confort de couchage.

Le comportement de coucher et de lever

Le comportement naturel de couchage débute lorsque l'animal renifle le sol en se déplaçant lentement pour trouver une place adéquate pour se coucher. Lorsqu'il a trouvé la place idéale, il oscille la tête de gauche à droite pour l'examiner. Ensuite, il plie les membres antérieurs, s'agenouille et finalement avance prudemment un membre postérieur sous son corps et se couche dessus. Le comportement de coucher requiert suffisamment d'espace pour qu'il puisse se dérouler normalement. La tête et le tronc d'une vache adulte peuvent se déplacer vers l'avant de 0.6 à 0.7 mètre, aussi bien durant le coucher que le lever, et ce afin de contrebalancer le poids de l'arrière train.

Lorsqu'une vache se lève de manière naturelle, en premier lieu, elle se dresse sur ses genoux en même temps qu'elle porte sa tête vers l'avant et soulève son arrière train. Durant ces mouvements, ses genoux fonctionnent comme un axe de rotation. Ce mouvement est celui qui réclame le plus grand effort physique que la vache doit accomplir. Le comportement naturel de coucher est en réalité l'inverse du comportement naturel de lever, bien que lors du couchage la vache déplace quelque peu son arrière train sur un côté donnant lieu à une position de couchage légèrement oblique.

Lorsque la vache est totalement libre de ses mouvements, elle se couche ou se lève en un mouvement interrompu. Lorsque la vache est en stabulation, ses mouvements peuvent être gênés par un manque d'espace et/ou par un sol glissant. Ses mouvements de lever et de coucher peuvent être interrompus à divers stades des processus et donner lieu à des mouvements anormaux. Lorsque la vache exhibe des mouvements de coucher et de lever anormaux, leurs fréquences augmentent avec l'âge de l'animal. Dans ces cas, la procédure de coucher et de lever peut durer plusieurs minutes, au lieu de 15 à 20 secondes et 5 à 6 secondes respectivement. Par ailleurs, le risque que la vache se blesse augmente. Un exemple de coucher anormal survient si la vache plie un ou deux genoux lorsqu'elle veut se coucher, arrête le processus et se remet debout sur ses quatre pieds. Un autre exemple concerne le « lever de cheval » au cours duquel la vache étend ses membres antérieurs comme le fait le cheval pour se lever, au lieu de se dresser sur ses genoux.

Le lever naturel de la vache est illustré de manière séquentielle à la Figure 2.2.3.1.2.



Figure 2.2.3.1.2: comportement naturel de lever d'une vache.

2.2.3.2 L'alimentation

Les vaches consacrent de 5 à 9 heures par jour à l'ingestion de leur ration, et ce en fonction du type d'alimentation. Chaque période d'ingestion (10 à 15 par jour) dure approximativement de 30 à 45 minutes.

Le mode d'alimentation doit être organisé pour éviter la compétition, la frustration et les agressions. Les facteurs essentiels sont l'espace réservé à chaque animal, la disponibilité en nourriture, le type de cornadis et la durée d'accès aux aliments. Les cornadis autobloquants permettent d'éviter la compétition et autorisent la réalisation d'examens et de traitements des animaux. Toute restriction dans le nombre de « places à table » réduit l'ingestion des animaux dominés avec comme conséquence une diminution de leur production laitière.

2.2.3.3 L'abreuvement

Les vaches boivent jusqu'à 130 litres d'eau par jour, et ce en 10 à 15 visites journalières aux abreuvoirs (Castle and Thomas, 1975). La consommation d'eau dépend du pourcentage de matière sèche de la ration, de la production laitière et de la température de l'environnement (Figure 3.4.2.2).

2.2.3.4 La locomotion

Les sols doivent constituer une surface sur laquelle les vaches peuvent se déplacer en toute sécurité, sans craindre de

chutes ou de glissades. Les glissades ayant lieu durant des confrontations ou qui résultent de confrontations peuvent provoquer un stress chronique chez la vache. Les sols glissants sont responsables d'une diminution de la circulation de la vache, des activités de grattage et des chevauchements. Chez la vache laitière, ils représentent la cause principale des boiteries. Les difficultés de circulation peuvent provoquer une usure irrégulière des onglons et l'apparition de boiteries. Les sols non glissants améliorent la confiance de la vache lorsqu'elle se déplace et cela conduit à une locomotion et à un comportement naturels.

2.2.3.5 Les stéréotypies

Les vaches adoptent un comportement qui leur permet de faire face à la plupart des situations qu'elles sont susceptibles de rencontrer dans la nature. Par contre, si elles rencontrent des problèmes qu'elles ne peuvent résoudre, elles peuvent vivre une situation de stress important. C'est ainsi que si une vache se retrouve en présence d'une vache dominante ou agressive, sa réaction normale est de s'éloigner. Par contre, si elle ne peut le faire, elle vivra une situation de stress intense.

Du fait du manque de liberté qui les empêche de se comporter naturellement, les vaches entravées exhibent régulièrement des stéréotypies comme jouer avec leur langue, mordiller les tubes et balancer la tête. Même les vaches en stabulation libre exhibent des stéréotypies lorsqu'elles doivent faire face à des situations stressantes ou qu'elles sont hébergées dans des bâtiments mal conçus.

2.2.4 L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTÉ

2.2.4.1 La qualité de l'air et la ventilation

Dans les bâtiments correctement ventilés par ventilation naturelle, l'air est généralement de bonne qualité et il n'occasionne pas de maladies respiratoires chez les animaux adultes. En général, la ventilation naturelle des bâtiments d'élevage assure le maintien de la qualité de l'air pour un coût très faible.

Dans de nombreux bâtiments d'élevage, la densité d'occupation est élevée, le sol est généralement recouvert de matières fécales et d'urine, les fosses à déjections contiennent du lisier; de plus, on peut y trouver de grandes quantités de fourrage et de litière pouvant libérer des poussières. Une des conséquences est que l'air des bâtiments densément occupés peut être fortement contaminé par des particules minérales, des spores, des moisissures, des bactéries, des virus, des gaz, de la vapeur d'eau et d'autres polluants. Les particules contenues dans l'air peuvent être responsables d'affections, d'allergies ou d'autres réactions, tandis que les gaz peuvent être toxiques, asphyxiants ou irritants. Ces éléments peuvent être de très petite dimension ou être invisibles et ne pas avoir d'odeur; en fait, on peut très bien ignorer qu'ils sont présents et cependant les inhaler aisément.

Dans les bâtiments pour les bovins, les effets les plus spectaculaires des polluants aériens sont observés chez les jeunes veaux durant les premiers mois de leur vie. Chez les veaux, les bonnes pratiques d'élevage comportent la distribution aux nouveau-nés de colostrum de bonne qualité immédiatement après leur naissance. Cette façon de procéder permet aux veaux d'acquérir une immunité passive en attendant qu'ils développent leur propre immunité. Il est aussi important de ne pas exposer les jeunes veaux à

L'agression massive des agents infectieux aériens émis par les animaux adultes, en particulier durant les deux premiers mois de leur vie. C'est principalement pour cela qu'il est déconseillé de loger les jeunes veaux dans le même bâtiment que les vaches adultes durant les deux premiers mois de leur vie. Les vaches adultes sont plus résistantes et capables de supporter de tels polluants aériens. Cependant, bien que les adultes manifestent rarement des symptômes cliniques de maladies respiratoires, leurs performances et/ou leur état général de santé peuvent être affectés. Bien que les connaissances en la matière soient limitées, il est cependant avéré que la fréquence des maladies respiratoires chroniques est plus élevée chez les personnes travaillant pendant des périodes prolongées dans les bâtiments d'élevage intensif.

2.2.4.2 La lumière

La clarté est importante dans les bâtiments d'élevage du fait que les animaux doivent voir pour se comporter normalement, à savoir se mouvoir, se nourrir et se coucher. Elle est aussi importante pour l'éleveur qui doit observer et prendre soin de ses animaux.

La durée d'éclairage influence positivement la croissance des génisses et la production laitière des vaches. Les génisses atteignent la puberté plus précocement et réalisent des gains de poids plus élevés lorsqu'elles sont exposées à un régime de 16 heures d'éclairage comparé à une durée d'éclairage moindre (Tucker et al., 2008). Un accroissement de la durée d'éclairage améliore la production des vaches laitières. Dans l'hémisphère nord, c'est en particulier durant l'automne et l'hiver qu'une durée de 16 heures d'éclairage, obtenue par un éclairage artificiel, permet d'accroître la production laitière de 7 à 15 % en comparaison avec l'absence de supplément lumineux (e.g. Reksen et al., 1999 ; Miller et al., 1999). En outre, l'exposition des vaches à un supplément d'éclairage après le vêlage provoque un avancement de l'oestrus (Hansen, 1985). Il est cependant nécessaire de maintenir une période minimale d'obscurité, avec un optimum de 6 heures par jour, qui est nécessaire pour stimuler correctement les cycles hormonaux.

En plus de la durée d'exposition à la lumière, l'intensité de l'éclairage est importante (voir par. 2.3.8). Les recherches dans le domaine se poursuivent et les recommandations pourraient évoluer dans le futur. Les données relatives au contrôle de la durée d'éclairage étant en pleine évolution, il sera nécessaire d'actualiser les informations au moment de la conception d'un projet et de la définition des modalités de gestion de l'éclairage artificiel.

2.2.4.3 Le bruit

Le bruit peut exercer un impact négatif sur le bien-être (Waynert et al., 1999 ; Schäffer et al., 2001). Des mesures doivent être prises pour éviter les bruits pouvant effrayer les animaux (bruits des cornadis autobloquants, des portes, des machines, etc.). Par ailleurs, les bruits de fond continus (ventilateurs, échangeurs de chaleur, etc.) peuvent produire les mêmes effets.

Dans les salles de traite, le niveau de bruit doit être aussi faible que possible (machine à traire, régulateurs du vide de traite, barrières, ventilateurs, radio, etc.) et le trayeur ne doit pas hausser le ton pour être entendu.

2.2.5 L'ÉLEVEUR

Le bien-être des vaches est influencé par la manière dont elles sont traitées par l'éleveur. Il est important que la présence des humains ne provoque pas de peur ou des réactions de stress. Le bon éleveur doit adopter une attitude aimable, amicale et prévisible à l'égard de ses animaux.

L'attitude de l'éleveur/l'éleveuse et la manière de traiter les animaux sont particulièrement importantes durant la traite parce qu'il/elle est en contact étroit avec la vache. Le temps requis pour qu'une vache passe de l'aire d'attente à la salle de traite est influencé négativement par l'attitude de l'éleveur. Le nombre de défécations en salle de traite augmente si l'éleveur a une attitude désagréable à l'égard des vaches (Waibinger et al., 2003). Finalement, la production laitière diminue si la traite est réalisée par une personne peu aimable. Les infrastructures qui sont bien conçues et aident l'éleveur à effectuer ses tâches, ainsi que la formation adéquate de l'éleveur peuvent se traduire par une amélioration de la manière de prendre soin des animaux et des procédures de manipulation des animaux.

Bien qu'une mécanisation poussée permette de réduire la charge de travail pesant sur l'éleveur, elle peut aussi s'avérer contreproductive. C'est ainsi que dans les systèmes fortement mécanisés, les animaux peuvent très bien ne plus percevoir l'éleveur comme étant celui qui les nourrit, mais plutôt comme celui qui leur administre des traitements vétérinaires qui sont parfois douloureux.

Dans de telles conditions, il est important que l'éleveur puisse trouver d'autres solutions pour faire en sorte que sa présence lui permette d'obtenir une réponse positive de ses animaux. L'éleveur concerné par la gestion du troupeau laitier doit adopter la bonne attitude et avoir la formation requise pour développer les compétences nécessaires à l'utilisation de l'équipement et des installations pour accomplir son travail.

2.3 LES EXIGENCES ENVIRONNEMENTALES

2.3.1 INTRODUCTION

La vache laitière comme tous les êtres vivants, réalise en permanence des échanges en termes d'énergie et de masse avec son environnement. Dans ce domaine, les facteurs les plus importants pour la production sont ceux qui influencent les échanges thermiques (chaleur sensible et chaleur latente) et la respiration. En conséquence, les paramètres environnementaux les plus importants à réguler pour optimiser la santé et le bien-être des animaux sont la température de l'air, son humidité relative, la température radiante, la vitesse de l'air, les gaz nocifs et la concentration en poussières et en micro-organismes. D'autres paramètres environnementaux à considérer en sus des échanges thermiques sont la lumière et le bruit (voir aussi 2.2.4).

De nombreuses études ont été réalisées pour définir les seuils critiques de ces paramètres, mais la grande diversité des conditions expérimentales (animaux et traitements) et la grande variabilité de la réponse des animaux, comparée aux conditions réelles des exploitations commerciales, rendent malaisée la définition de seuils définis avec toute la rigueur scientifique voulue. C'est pour ces raisons qu'il a paru plus adéquat, dans le cadre du présent rapport, de choisir des valeurs de référence simples, mais néanmoins précises, pour une utilisation pratique.

2.3.2 LA TEMPERATURE DE L'AIR

Lorsque l'on veut fixer les limites souhaitables pour la température de l'air, il s'impose de distinguer les exigences qui concernent les animaux de celles qui s'appliquent à l'homme et/ou aux équipements. En réalité, la réponse de l'homme diffère de celle des animaux, en particulier sous les climats froids où les vaches peuvent s'accommoder de températures de l'air beaucoup plus basses que l'homme.

C'est ainsi, par exemple, que les vaches laitières, en particulier les hautes productrices, tolèrent, si elles sont correctement alimentées et à l'abri de courants d'air, des températures très basses (inférieures à -20°C ou encore moins pour les Holstein) sans diminution de la production laitière (bien entendu on assiste à une détérioration de l'efficacité alimentaire). Dans ces conditions, il est primordial d'éviter les mouvements d'air excessifs au niveau des animaux. Cela étant, il y a cependant lieu de tenir compte que certains équipements (abreuvoir) et opérations (curage, hydro curage et traite) doivent faire l'objet de l'attention voulue pour maîtriser les problèmes inhérents au gel.

Dans les régions chaudes, la situation est totalement différente puisque les vaches réduisent leur production laitière dès que la température atteint $+21^{\circ}\text{C}$. Des pertes de production encore plus importantes sont enregistrées lorsque la température s'élève à $+24^{\circ}\text{C}$. C'est ainsi que la diminution est de 2.5% par degré C jusqu'à 27°C , de 3.5% par degré C entre 27 et 29°C , et de 5% par degré C au-delà de 30°C . Les seuils sont cependant fortement dépendants du niveau de production. Plus la production est élevée et plus la vache est sensible au stress thermique. Sous les climats chauds, il est quasiment impossible de maintenir la température à l'intérieur des bâtiments au niveau optimal pour la production, l'objectif principal étant, quel que soit le niveau de température, de conserver un écart de température (lorsqu'il est positif) avec l'extérieur aussi faible que possible. Une température nocturne minimale constitue un moyen important pour limiter l'effet du stress thermique durant la journée. Un autre paramètre significatif est relatif à la durée de chaque exposition aux hautes températures.

Le système de logement est également déterminant. Sous les climats froids, les vaches logées en stabulation libre ont d'importantes capacités d'adaptation si elles disposent d'une litière sèche et ont la possibilité de se regrouper et de choisir la zone la mieux protégée. Etant donné que ces possibilités n'existent pas pour les vaches entravées, elles sont en conséquence plus sensibles aux rapides baisses de température et aux courants d'air. Les animaux en stabulation libre sont capables de s'adapter aux climats chauds en occupant les zones ombragées et bien ventilées; ils peuvent aussi tirer profit des accès aux parcours extérieurs, lorsqu'ils existent, en particulier durant la nuit.

2.3.3 L'HUMIDITE RELATIVE DE L'AIR

L'humidité relative (HR) de l'air influence les échanges thermiques des animaux, mais elle influence également leur santé et leur bien-être. Les vaches sont capables de compenser une réduction des pertes de chaleur sous forme de chaleur sensible (notamment lorsque la température de l'air approche de celle de leur épiderme) en augmentant les pertes de chaleur sous forme de chaleur latente (notamment par la respiration et l'évapotranspiration). Cette aptitude est particulièrement utile sous les climats chauds puisqu'elle devient la principale voie de dissipation de chaleur lorsque la température dépasse $+25^{\circ}\text{C}$. Une hu-

midité relative élevée diminue considérablement les pertes de chaleur par évaporation tout spécialement si elle est associée à une température élevée. En pratique, l'humidité relative n'exerce aucune influence si la température reste inférieure à $+24^{\circ}\text{C}$. Au-delà de cette température, une humidité relative de 40% influence significativement la production (Figure 2.3.3.1).

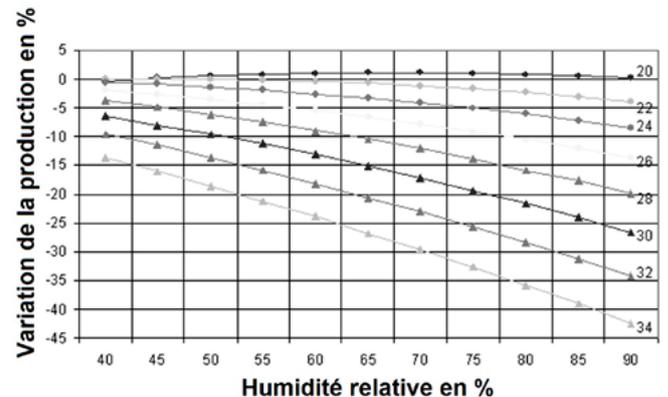


Figure 2.3.3.1: variation de la production laitière (%) en fonction de l'humidité relative de l'air et de la température, pour une vitesse de l'air de 0.5 m/sec (Baeta et al., 1987).

Un air exagérément sec est également préjudiciable. Pour des humidités relatives inférieures à 40%, les émissions de poussières augmentent et les muqueuses des voies respiratoires supérieures se dessèchent. Sous les climats très chauds et très secs, les risques de déshydratation doivent être pris en compte. Sous les climats froids, les hautes humidités relatives peuvent provoquer des effets négatifs non seulement par accroissement des pertes thermiques, mais également parce que le poil s'humidifie et que ses propriétés isolantes sont affectées, mais aussi parce qu'elles favorisent la transmission et la multiplication des micro-organismes.

Par ailleurs, lorsque la face interne des surfaces des bâtiments (principalement les sols) est humide en permanence, les animaux sont plus sales et plus humides. Cette humidité peut également produire des dégradations du bâtiment (pour des références pratiques, voir Figure 2.3.6.1.1).

2.3.4 LA TEMPERATURE RADIANTE

En plus de la température de l'air, la température des surfaces environnant l'animal peut, du fait qu'elle affecte les échanges thermiques par radiation, affecter le comportement thermal de l'animal. En conséquence, la température ambiante est mieux définie comme étant la combinaison de la température de l'air et de celle des éléments du bâtiment (habituellement leur température moyenne). Les échanges de chaleur par radiation d'un animal avec les surfaces du bâtiment qui l'entourent sont largement dépendants de l'écart de température entre les surfaces et de la distance entre l'animal et lesdites surfaces. Il est par conséquent nécessaire de faire en sorte que l'animal ne soit pas trop proche ou entouré de surfaces du bâtiment qui sont très froides ou très chaudes.

Des effets similaires sont observés chez les animaux soumis à des radiations solaires, directes ou indirectes, qui sont notamment réfléchies par le ciel et les objets proches ou environnants. Sous les climats chauds, les radiations solaires directes ont des conséquences graves sur la production et le bien-être, et elles doivent être évitées.

2.3.5 LA VITESSE DE L'AIR

Le déplacement des couches d'air entourant un animal augmente ses pertes de chaleur par convection et par évaporation. Ce phénomène provoque des effets négatifs en conditions froides et des effets très positifs en conditions chaudes. Cependant, les effets sont difficilement quantifiables car ils dépendent de nombreux facteurs tels que la longueur du poil, le poids corporel, la température de l'air, etc. Une augmentation de la vitesse de l'air de 1 m/sec aux basses températures est équivalente à une baisse de la température ambiante de 1.5 à 2°C pour des animaux ayant un pelage d'hiver, et de 3 à 4°C pour des animaux ayant un pelage d'été. En conditions chaudes, l'effet des mouvements d'air est moindre, à savoir 1°C pour le même accroissement de vitesse. Les pertes de chaleur deviennent même nulles lorsque la température de l'air est égale à la température de l'épiderme. Sous les climats chauds (plus de 25°C), l'accroissement de la vitesse de l'air au niveau de l'animal augmente néanmoins les pertes de chaleur sous la forme de chaleur latente, et ce indépendamment de la température de l'air.

L'effet de la vitesse de l'air est non linéaire: il diminue lorsque la capacité de transpiration corporelle maximale est presque atteinte.

2.3.6 LES PARAMETERES COMBINES

2.3.6.1 La température et l'humidité de l'air

La prise en compte simultanée des paramètres tels que la température et l'humidité relative de l'air est généralement considérée comme étant une formule plus efficace pour déterminer les conditions environnementales optimales de production des animaux.

Une solution simple de ce type peut être exprimée (Figure 2.3.6.1.1) par une détermination empirique dans un graphique cartésien montrant les limites de la réponse des animaux aux variations de ces deux paramètres (Seules les pertes de production induites par les hautes températures sont basées sur des investigations scientifiques ; aux basses températures, les limites ne constituent que des indications).

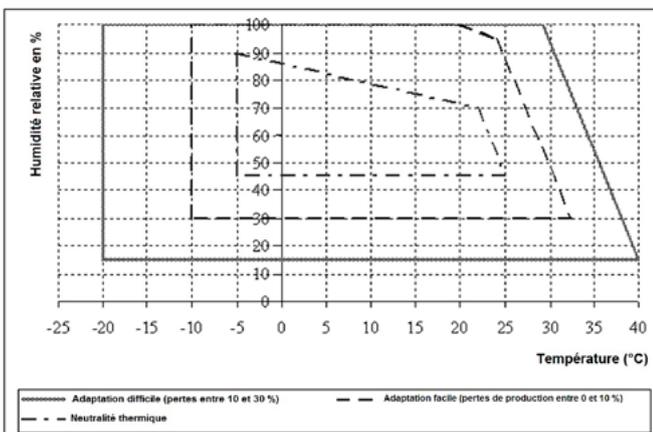


Figure 2.3.6.1.1: graphique présentant les limites de la réponse des animaux en fonction de la température et de l'humidité relative de l'air, et ce pour une vitesse de l'air de 0.5 m/sec.

Une autre approche consiste à n'utiliser qu'un seul paramètre permettant d'estimer les effets de la combinaison de la température et de l'humidité de l'air. Le plus usité est le « Temperature Humidity Index » (THI) obtenu par la formule suivante :

$$THI = DBT + 0.36 DPT + 4.12$$

dans laquelle DBT est la température mesurée avec un bulbe sec (°C) et DPT la température de rosée (°C).

La version pratique de cette formule est :

$$THI = (1.8 T + 32) - [(0.55 - 0.0055 HR) \times (1.8 T - 26.81)]$$

dans laquelle T est la température de l'air (°C) et HR l'humidité relative de l'air (%).

La comparaison des résultats obtenus montre une légère différence entre les deux formules, mais elle est parfaitement acceptable pour des utilisations sur le terrain.

La valeur critique supérieure varie entre 69 et 75, mais c'est le nombre 72 qui est habituellement retenu comme étant la valeur seuil. La diminution de production laitière est communément estimée à 2% par unité au-delà du seuil critique. Plus les vaches sont productives, plus elles sont sensibles aux valeurs élevées. Un autre effet des valeurs THI élevée est illustré à la Figure 2.3.6.1.2.

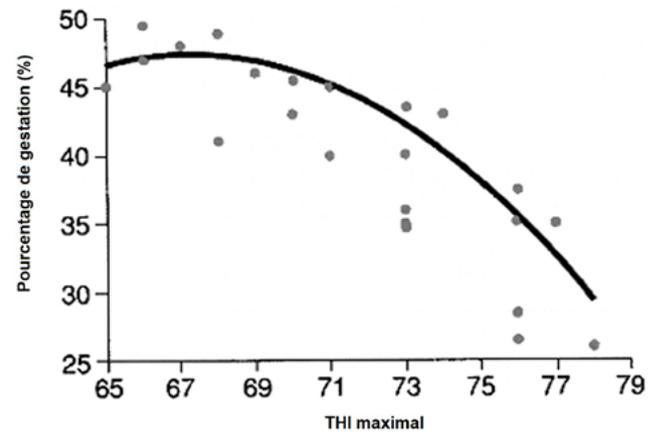


Figure 2.3.6.1.2: relation entre le « temperature humidity index » (THI) exprimé sous la forme d'une moyenne mensuelle des maxima et le taux de gestation de 16 878 inséminations réalisées chez des vaches laitières en production en Australie (d'après Morton et al. 2007).

2.3.6.2 La température, l'humidité et la vitesse de l'air

La combinaison de la température, de l'humidité relative et de la vitesse de l'air constitue un bon indicateur des pertes de production laitière provoquées par un stress thermique. La Figure 2.3.6.2.1 illustre les pertes de production potentielle pour différents niveaux de température et de vitesse de l'air, et une humidité relative de 60%. C'est ainsi, par exemple, que pour une température de 30°C et une vitesse de l'air de 2.5 m/sec, la baisse de production est d'environ 10%.

Parmi les indicateurs physiologiques, le rythme respiratoire s'avère être un signe immédiat du stress thermique, alors que la température rectale est davantage en relation avec les variations de production.

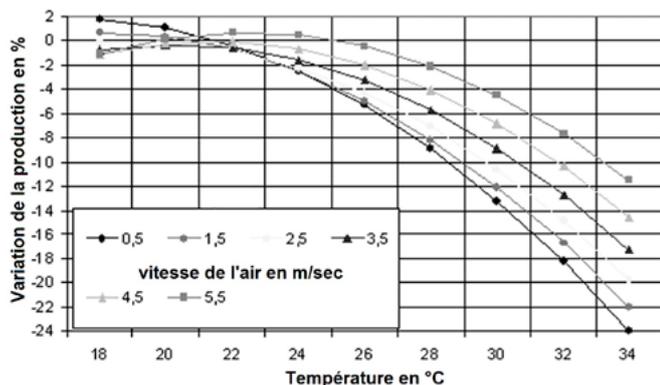


Figure 2.3.6.2.1: variation de la production laitière en relation avec la température et la vitesse de l'air pour une humidité relative de l'air de 60% (d'après Baeta et al., 1987).

2.3.7 LA QUALITÉ DE L'AIR

L'air des bâtiments d'élevage à haute densité d'occupation est contaminé par des poussières minérales, des spores, des champignons, des organismes bactériens et viraux, des gaz, de la vapeur d'eau et d'autres polluants.

Les gaz nocifs présents dans les concentrations les plus élevées sont l'ammoniac, le dioxyde de carbone et le sulfure d'hydrogène. Les recommandations relatives aux concentrations maximales admissibles figurent dans le tableau ci-dessous (adapté de CIGR 1984).

Tableau 2.3.7.1: recommandations relatives aux concentrations maximales (CIGR 1984).

Gaz	Concentrations maximales (ppm)
Dioxyde de carbone	3000
Ammoniaque	20*
Sulfure d'hydrogène	0.5
* dans les bâtiments, une concentration inférieure à 10 ppm est préférable	

Pour éviter des concentrations en gaz trop élevées, des mesures telles qu'une bonne ventilation, des évacuations fréquentes du lisier ou des sols assurant le drainage des urines, devraient être mises en œuvre. Des situations dangereuses peuvent survenir pendant l'homogénéisation du lisier et durant la vidange des fosses. Lors de la réalisation de ces opérations, les portes et les entrées d'air doivent restées largement ouvertes ou, mieux encore, les personnes et les animaux doivent quitter le bâtiment.

Les poussières qui sont souvent ignorées en tant que contaminant physique de l'air, peuvent être dangereuses à la fois pour les animaux et l'homme, les particules les plus petites étant les plus dangereuses. Si elles sont présentes en grand nombre, elles peuvent provoquer des irritations du tractus et des muqueuses respiratoires, des dommages permanents des alvéoles pulmonaires, ainsi que faciliter la dispersion des micro-organismes. En général, la concentration en poussières dans les bâtiments pour les bovins n'est pas très élevée (l'optimum se situe entre 0.5 et 1.0 mg/m³), cela étant particulièrement le cas dans les stabulations libres. Malgré des taux relativement faibles, le nombre de particules est élevé (de l'ordre de 10⁵ à 10⁶ particules par m³) et susceptible de véhiculer de nombreux virus et

bactéries. Dans les bâtiments pour les bovins, si une bonne ventilation permet de réduire les risques liés à la présence de particules, la technique la plus efficace pour prévenir la production de particules consiste en l'utilisation de fourrages et de litières de bonne qualité hygiénique.

Les problèmes relatifs à la qualité de l'air dans les bâtiments pour les vaches sont relativement faciles à résoudre du fait qu'elles s'accoutument de températures fraîches et que des taux élevés de renouvellement d'air permettent à la fois de diminuer la présence des particules et d'évacuer vers l'extérieur l'air contaminé. Le concepteur devra cependant s'assurer que l'éclairage et les équipements du bâtiment sont conçus pour fonctionner sous des températures négatives. Pour les humains, les recommandations sont mentionnées au paragraphe 3.11.6.1.

2.3.8 LA LUMIÈRE

Les normes d'éclairage des bâtiments d'élevage sont généralement fixées pour créer de bonnes conditions de travail pour l'éleveur. L'éclairage est soit naturel, soit artificiel. Etant donné que l'éclairage naturel est requis pour le bien-être animal, il est recommandé de prévoir des surfaces translucides dans les toitures et/ou les parois. Pour la conception d'un bâtiment destiné à être érigé dans une région très ensoleillée, il conviendra cependant de tenir compte de cette particularité, en particulier si les animaux restent à l'intérieur durant toute l'année. Dans ces régions, il est nécessaire de mettre les animaux à l'abri du rayonnement solaire tout spécialement à hauteur des aires de couchage durant les périodes estivales.

La durée d'exposition à la lumière exerce des effets positifs sur la croissance des génisses et sur la production laitière des vaches (voir paragraphe 2.2.4.2.).

L'intensité de l'éclairage est importante aussi bien pour les animaux que pour l'homme en ce qui concerne la qualité de son travail et sa sécurité. L'intensité minimale pour que les animaux puissent distinguer les objets (nourriture) est de 5 lux. Etant donné que les vaches mangent durant la nuit, ce niveau d'intensité est recommandé. Pour observer correctement les animaux, une intensité de 120 lux est nécessaire, mais la recommandation est de 150 lux. Pour les espaces de vie des animaux (repos et circulation, etc.), l'idéal se situe entre 150 et 200 lux durant la journée. Pour les autres parties du bâtiment, les recommandations dépendent de la nature des activités à réaliser ; elles sont abordées ailleurs dans le présent document (voir paragraphe 11.6.3).

2.3.9 LE BRUIT

Les bovins sont plus sensibles que l'homme aux bruits provoqués par les vibrations à haute fréquence. De ce fait, il y a lieu de prendre des mesures pour éviter les bruits qui provoquent du stress chez les vaches (cornadis autobloquant, barrières, portes, équipement, machines, etc.). Les animaux sont plus calmes et leur manipulation est plus aisée si le niveau de bruit est faible. Dans la salle de traite, le niveau de bruit doit être aussi faible que possible (machine à traire, barrières, ventilateurs, etc.) et le trayeur devra éviter de taper des mains et de hausser le ton. Les parties métalliques en mouvement doivent être pourvues d'amortisseurs en matériaux synthétiques pour les rendre silencieuses.

Les limites qui valent pour les humains semblent également valables pour les bovins. Pour les humains, une réduction de

l'intensité du bruit de 10 dB produit une réduction du bruit perçu de 50%. Dans les bâtiments d'élevage, y compris les salles de traite, le niveau des bruits ne devrait pas dépasser 65 dB(A) de manière continue et 80 dB(A) durant de courtes expositions.

2.4 DURABILITÉ ET SYSTÈMES DE PRODUCTION

2.4.1 DÉFINITION GÉNÉRALE

La société actuelle exige de l'agriculture, tout comme des autres secteurs économiques, qu'elle mette en œuvre des systèmes de production durable. Le terme durabilité a différentes significations qui varient en fonction des personnes concernées, mais la définition la plus communément admise est :

« Le développement durable est le développement qui permet de satisfaire les besoins des générations actuelles sans compromettre la possibilité pour les générations futures de satisfaire leurs propres besoins. » (WCED, 1987). Le concept de durabilité englobe des considérations économiques, sociales et environnementales. Il s'agit d'un mode d'organisation de la civilisation et des activités humaines tel que ses membres ont la possibilité de satisfaire leurs besoins et d'exprimer leurs potentialités actuels tout en préservant la biodiversité des écosystèmes naturels, et de planifier et d'agir afin de maintenir ces idéaux de manière indéfinie. Ce concept intergénérationnel de durabilité a été concrétisé par d'importants législations et accords politiques nationaux et internationaux qui constituent le cadre régissant la mise en œuvre de la durabilité à long terme.

2.4.2 DURABILITÉ ET BÂTIMENTS AGRICOLES - ASPECTS PRATIQUES POUR LA CONSTRUCTION D'UN BÂTIMENT POUR LE SECTEUR LAITIER

Même si les aspects de la durabilité relatifs aux bâtiments d'élevage sont relativement complexes, il est nécessaire de tenter de concrétiser le concept de la durabilité en termes spécifiques à ces bâtiments. Dans ce cadre, trois domaines sont identifiés : les matériaux de construction et la conception du bâtiment, les aspects environnementaux et les aspects socio-économiques, y compris le bien-être et la santé des animaux.

2.4.2.1 Les matériaux de construction et la conception des bâtiments

Le recyclage des matériaux de construction

Les problèmes relatifs à l'amiante (asbeste) et dans une certaine mesure aux matériaux isolants montrent qu'il est nécessaire de prendre en compte la déconstruction des bâtiments et le recyclage des matériaux lors de l'édification d'une nouvelle construction. Bien entendu, personne ne songe à la démolition (Figure 2.4.2.1.1) lors de la construction d'une nouvelle infrastructure pour des vaches laitières, mais il convient d'envisager sa durée de vie et de considérer que les innovations apparaissent bien plus rapidement que par le passé. Le caractère épuisable des ressources implique que même les matériaux de base doivent être triés et recyclés. La préparation d'un béton composé de 25% de granulats recyclés permet de remplacer en partie le gravier et de réduire la quantité de matériaux mis en décharge. Les mélanges de granulats provenant de bétons, de briques et de pierres peuvent être incorporés dans le béton neuf et utilisés pour la confection d'aires en dur.

La réutilisation ou la conversion des bâtiments agricoles

Lors de réalisation de nouvelles constructions, il s'impose d'envisager des modifications éventuelles dans leur affectation. En fonction des hauteurs libres à l'intérieur du bâtiment et en cas d'absence de piliers à hauteur des cornadis, le bâtiment pourrait être reconverti en hall de stockage, en manège, ou en hall industriel, s'il s'avère que l'activité agricole n'est plus économiquement viable.

L'agrandissement

Dans le cadre du développement de l'exploitation, un nouveau bâtiment devrait être conçu pour pouvoir être aisément agrandi, même si cela ne paraît pas nécessaire au moment de sa conception. Cette éventualité doit également prendre en compte l'espace autour du bâtiment, et ce en particulier dans les régions où le terrain agricole est limité. Pour le bâtiment proprement dit, il convient d'être attentif à « l'interface » de l'agrandissement qui doit considérer les fermes (charpente), les murs, les couloirs ainsi que la position des éléments de jonction des fosses à lisier.

L'analyse du cycle de vie

Pour évaluer l'impact des bâtiments, l'analyse du cycle de vie devrait être envisagée, et ce en accord avec les règles communément admises (par exemple ISO) afin de pouvoir comparer les propriétés écologiques des constructions. Cette démarche devra prendre en compte les coûts et les impacts écologiques et elle sera utile pour la gestion de la thématique complexe de la durabilité.



Figure 2.4.2.1.1: démolition d'un bâtiment pour des bovins: le tri des anciens matériaux de construction est obligatoire en application des nouvelles législations environnementales.

2.4.2.2 Les impacts environnementaux

La mise en œuvre d'une stratégie de durabilité des bâtiments considère l'environnement comme une entité prenant en compte les émissions et sources d'énergie, ainsi que le voisinage rural.

De faibles taux d'émissions (gaz, bruits, odeurs, particules et germes): La conception et la construction d'un bâtiment pour des vaches laitières peuvent contribuer à la réduction des émissions. C'est ainsi que les caractéristiques du sol des bâtiments peuvent conduire à une diminution des émissions d'ammoniac (Chapitre « Sols »). Les odeurs peuvent être réduites par le choix de la localisation et des caractéris-

tiques des infrastructures de stockage des déjections. Dans certains pays, la couverture des silos de stockage des déjections est obligatoire en raison de leurs effets environnementaux.

Les économies d'énergie: Le concept des économies d'énergie constitue un « must » ; ils ont été mis en pratique de longue date dans le secteur de la production laitière. Des dispositifs permettent de récupérer l'énergie provenant du refroidissement du lait pour réchauffer l'eau d'abreuvement, pour chauffer l'eau de lavage ou pour chauffer certaines parties du bâtiment. Il existe trois types de technologies qui permettent d'économiser l'énergie : les systèmes de refroidissement du lait, l'efficacité énergétique des moteurs et les variateurs de la vitesse de rotation des pompes à vide, et les éclairages à haute efficacité énergétique.

La production d'énergie renouvelable: Lors de la construction d'un nouveau bâtiment, en particulier s'il est de grande taille, les exigences en matière d'énergie solaire doivent au minimum être considérées comme une option (orientation du bâtiment, pente de la toiture).

La gestion des ressources en eau: Lors de la construction d'un nouveau bâtiment pour des laitières, il convient de prévenir la contamination des eaux de ruissellement. En effet, il est aisé de mettre en place un système de séparation des eaux récoltées sur des surfaces propres de celles qui le sont sur des surfaces souillées. Le passage du système de décharge des eaux du tuyau d'évacuation des eaux souillées vers celui de l'évacuation des eaux propres doit être possible lorsque les surfaces (silos, aires de stockage des fumiers) sont propres et inutilisées durant une certaine période. La pose d'un deuxième tuyau de décharge est bien plus aisée avant l'achèvement des travaux. Il est aussi possible de récolter les eaux de ruissellement propres et les « eaux grises » et de les conserver dans une lagune ou une citerne pour les utiliser lors des opérations de nettoyage du bâtiment.

Les autres impacts environnementaux: Les riverains des exploitations d'élevage sont de plus en plus sensibilisés par les aspects particuliers des bâtiments d'élevage. Si des impacts d'un nouveau bâtiment sont probables, il est judicieux d'informer les riverains dès les premiers stades de la conception du projet. Les préoccupations ne se limitent aux seules émissions gazeuses, mais également aux bruits, aux odeurs et à l'éclairage intense du bâtiment. Une attention particulière doit être accordée à l'aspect et à l'acceptation du bâtiment. En la matière, les caractéristiques des toitures, les couleurs et la nature des matériaux jouent un rôle important et elles peuvent aisément être adaptées durant la phase de conception. La problématique ne se limite pas à la seule intégration paysagère, elle concerne également son acceptation par le voisinage.

2.4.3 LES ASPECTS SOCIO-ECONOMIQUES, LE BIEN-ETRE ET LA SANTE ANIMALE

Dans cette partie, une attention particulière sera accordée aux mesures de prévention dans le domaine de la santé des animaux en concevant des bâtiments qui satisfont leurs besoins, voire qui vont au-delà de ces besoins. Il est évident que la présence d'air frais (air peu chargé) au sein du bâtiment permet de prévenir les maladies respiratoires, bien que sur le terrain, les compromis soient plus fréquents que la mise en œuvre des meilleures pratiques existantes. Des informations portant sur la manière d'inclure des mesures

de prévention dans le domaine de la santé figurent dans les divers chapitres du présent rapport, à savoir, entre autres, les sols, le climat, les équipements de manipulation des animaux. Des aspects qui ne sont pas envisagés concernent la nécessité pour les bovins de séjourner en plein air et d'être exposé au soleil, ainsi que celle ayant trait au pâturage comme un des aspects naturels du comportement des ruminants. Les labels agricoles comme en Suisse (RAU) ou ceux qui ont trait aux règles de production en agriculture biologique, prennent en compte ces éléments et imposent l'accès des animaux aux pâturages et à des aires d'exercice en plein air. Ces obligations peuvent être considérées comme étant des mesures de prévention dans le domaine de la santé car, par exemple, l'exposition au rayonnement solaire (rayons UV) stimule la synthèse de la vitamine D chez la vache laitière.

Un bon environnement de travail pour l'éleveur contribue à son « bien-être socio-économique et à sa sécurité ». Le chapitre consacré à la sécurité des travailleurs précise les standards et exigences en la matière. D'autre part, un personnel motivé prend mieux soin des animaux.

Les appareils d'observation comme les enregistreurs vidéo et un bureau bien localisé facilitent l'observation du troupeau et permettent de réduire les coûts.

2.4.4 LES APPROCHES DES SYSTEMES DE PRODUCTION DURABLES

2.4.4.1 Les labels

Les systèmes d'assurance qualité: De nombreux systèmes d'assurance qualité et d'étiquetage ont été développés afin d'informer le consommateur sur les modes de production mis en œuvre. Ces systèmes vont du simple label relatif à l'origine géographique des produits à des labels garantissant les qualités spécifiques des produits ; c'est ainsi qu'en France le « Label Rouge » constitue la garantie d'un produit de qualité gustative supérieure. De tels labels participent à la promotion de modes de production durables. Cela étant, il faut aussi savoir que le comportement d'achat du consommateur est souvent influencé par la communication développée par des marques renommées et puissantes pour lesquelles les principes de la production durable ne constituent pas toujours la première préoccupation.

Les labels relatifs aux systèmes de production particuliers comportent souvent des limitations dans l'utilisation des fertilisants et produits phytosanitaires en vue de réduire leurs impacts sur les eaux souterraines ou d'autres secteurs de l'environnement comme le sol, l'air, etc. Le « Groen Label - Label vert » environnemental hollandais comporte des exigences au terme desquelles certaines parties des bâtiments pour les bovins, notamment les couloirs, devraient réduire leurs émissions d'ammoniac de 50% minimum.

2.4.4.2 L'agriculture biologique

L'idée de base de l'agriculture biologique a trait à une production durable d'aliments à l'intérieur du cycle agricole (Directive 889/2008 de l'UE relative à la production biologique). « Les conditions d'hébergement rencontrant le bien-être animal à un haut niveau constituent une priorité pour l'agriculture biologique dans le secteur animal et elles peuvent même aller au-delà des standards de l'Union européenne en matière de bien-être ... ». L'approche holistique de l'agriculture biologique comprend également les parcelles servant à la production animale, la gestion de la

prévention en production animale et les achats à l'extérieur d'intrants comme le soja. Ayant débuté comme une production de niche dans différents pays, l'agriculture biologique s'est développée de manière significative au cours de la dernière décennie. La demande du consommateur a suscité le développement de l'agriculture biologique, en particulier aux moments où la crédibilité des systèmes conventionnels de production subissait des crises (vache folle, fièvre aphteuse). Dans plusieurs pays européens, des programmes de soutien des recherches et des thématiques relatives à l'agriculture biologique ont été instaurés. « L'agriculture biologique couvrait 7.6 millions d'hectares en 2008, soit 4.3% de la superficie agricole utile (SAU) de l'UE à 27. Durant la période 2000-2008, le taux annuel moyen d'augmentation était de 6.7% dans l'UE à 15 et de 20% dans l'UE à 12 (UE 2010). En 2007, 2.7% du cheptel bovin étaient conduits selon les règles de l'agriculture biologique et 2.4 millions de têtes étaient certifiées biologiques, les plus grands pays producteurs étaient l'Allemagne, l'Autriche, le Royaume Uni et l'Italie. L'Allemagne est le plus important producteur laitier avec 0.1 million de vaches. Par ailleurs, les états membres détenant la plus grande proportion de vaches de leur cheptel national certifiées biologiques sont l'Autriche (15.6%), le Danemark (9.6%) et l'Italie (3.2%) ; ces données chiffrées illustrent la part de la production laitière biologique au sein de l'UE à 27.

L'étiquetage des produits issus de l'agriculture biologique mérite une mention particulière du fait que de tels produits sont disponibles dans la plupart des pays. Pour qu'un produit puisse être certifié biologique, l'exploitation d'origine doit être contrôlée par un organisme public ou par un organisme privé de certification agréé qui vérifie qu'il est satisfait à toutes les exigences de l'organisme de contrôle auquel l'exploitation a adhéré. Bien que la durabilité de la production fasse partie des objectifs de l'agriculture biologique, le terme biologique n'est pas synonyme de durable au sens large du terme décrit ci-dessus qui comporte également des préoccupations comme la fourniture d'aliments pour la population.

Si un agriculteur considère qu'il travaille selon les règles de l'agriculture biologique, il doit être attentif aux différents aspects qui concernent l'hébergement de ses bovins. Les législations nationales ayant trait à l'agriculture biologique peuvent différer d'un pays à l'autre, mais un accord général destiné à définir un standard mondial concernant l'agriculture biologique, à savoir le Codex Alimentarius de la FAO/OMS, a été conclu afin d'harmoniser les standards et de faciliter le commerce international. Le Codex Alimentarius doit être considéré comme étant le standard minimal concernant l'agriculture biologique. L'Union européenne qui est l'acteur principal des productions biologiques, a défini un standard qui est obligatoire dans les 28 pays de l'Union et qui vaut également pour les pays qui souhaitent exporter des produits biologiques vers l'Union européenne.

Le Codex Alimentarius de l'IFOAM (International Federation of Organic Agriculture Movements - Fédération Internationale des Mouvements d'Agriculture Biologique) dans sa partie « Directives concernant la production, la transformation, l'étiquetage et la commercialisation des aliments issus de l'agriculture biologique » comporte différentes phrases particulièrement importantes pour le secteur bovin :

- "Tous les mammifères doivent avoir accès à des pâturages ou à une aire d'exercice en plein air ou à un parcours qui peut être partiellement couvert, et ils doivent avoir la possibilité d'y accéder lorsque les conditions physiologiques des animaux, les conditions météorologiques et l'état du sol

le permettent. »

- "Les animaux doivent disposer d'un sol souple, mais non glissant. Un caillebotis ne peut couvrir la totalité de la superficie des loges ou le plancher ne peut être entièrement grillagé."

- "Le placement des veaux dans des boxes individuels et la mise à l'attache des animaux ne sont permis que moyennant l'approbation des autorités compétentes."

L'influence sur les caractéristiques des bâtiments pour les vaches laitières détenues selon les règles de l'agriculture biologique des réglementations les plus pertinentes, à savoir le Codex Alimentarius et les directives européennes, est comparée dans le tableau 2.4.4.2.2. Note: Dans différents pays, il peut exister des variantes de ces réglementations.

Tableau 2.4.4.2.2: comparaison des standards relatifs à l'agriculture biologique dans le domaine du logement des bovins.

	FAO/OMS "Codex Alimentarius"	Union européenne Agriculture biologique 889/2008
Sols	Le caillebotis total est interdit	Max. 50% de superficie ajourée
Écornage	Exceptionnel	Exceptionnel
Logement des veaux en groupe	-	Obligatoire dès la deuxième semaine
Superficie par animal à l'intérieur	-	4.5 m ² /vache laitière
Superficie par animal à l'extérieur	-	6 m ² /vache laitière
Aire d'exercice	L'accès soit à une aire d'exercice extérieure soit au pâturage est obligatoire	L'accès au pâturage et à une aire d'exercice extérieure est obligatoire

En outre, les différences typiques entre l'agriculture biologique et l'agriculture conventionnelle sont ;

- l'accès à une aire extérieure partiellement découverte est souvent réalisé par la création d'une aire d'alimentation extérieure (sous un autre toit) mise en relation avec l'aire de repos par un passage non couvert afin de satisfaire de manière acceptable aux exigences de la législation.

- en fonction des dispositions nationales, l'hébergement des vaches qui ne sont pas écornées nécessite la mise à disposition de 25% de superficie supplémentaire par rapport aux données mentionnées ci-dessus (Tableau 2.4.4.2.2), ainsi que des cornadis comportant un accès adapté.

Note: la mise à l'attache des vaches n'est plus autorisée dans certains pays.

3. Aspects de la conception

De nos jours, deux modes d'hébergement des vaches laitières sont utilisés : les stabulations entravées pour les petits troupeaux et les stabulations libres pour les troupeaux de taille moyenne jusqu'aux cheptels de très grande taille. Les stabulations entravées limitent la liberté de mouvement et de nombreuses activités (position debout, couchage, alimentation, traite, etc.) se déroulent à la même place. Par opposition, les stabulations libres permettent la libre circulation des vaches et elles comportent habituellement une aire de couchage, une aire d'alimentation, des couloirs de circulation et une zone pour la traite.

Actuellement, les stabulations entravées recueillent moins de suffrages que précédemment, car elles sont moins confortables pour les vaches et très exigeantes en main-d'œuvre pour l'alimentation, la traite et la gestion des déjections. Elles restent néanmoins populaires dans les exploitations comportant un petit troupeau dont les besoins en main-d'œuvre sont limités et fournis par le propriétaire. La tradition et la connaissance du système expliquent son utilisation, tout comme le contact régulier et étroit avec les vaches, et le fait que la presque totalité des travaux sont effectués dans un seul bâtiment. Les stabulations libres sont plus confortables aussi bien pour l'homme que pour les animaux, en outre elles donnent lieu à une amélioration de la production laitière et du bien-être des vaches. Les stabulations libres doivent être préférées chaque fois que cela est possible.

3.1 LES STABULATIONS LIBRES

3.1.1 INTRODUCTION

Trois types de stabulations libres seront examinés : les stabulations libres à logettes, les stabulations libres à litière accumulée et les stabulations libres à litière en pente.

Les stabulations libres à logettes : La logette est en fait un espace individuel mettant à disposition de la vache une aire de couchage raisonnablement propre, sèche et souple qu'elle utilise comme aire de repos. Les dimensions de la logette doivent être telles que la vache puisse se coucher et se lever sans se blesser, et se reposer confortablement. La vache est en outre libre d'entrer et de quitter la logette lorsqu'elle le décide. Comme les étables à logettes peuvent fonctionner avec une utilisation limitée de litière, elles donnent lieu à la production de lisier. En cas d'utilisation abondante de litière, elles donnent lieu à la production de fumier. Si elles sont correctement conçues, les logettes obligent les vaches à reculer légèrement lorsqu'elles se lèvent afin que les urines et matières fécales soient émises dans les couloirs d'exercice plutôt que sur l'aire de couchage. Une position de couchage confortable peut néanmoins s'accompagner du dépôt de petites quantités de matières fécales sur la partie arrière de la logette.

Les stabulations libres à litière accumulée (paillée, accumulée, biomaitrisée) : Les stabulations libres à litière accumulée comportent une aire de couchage dépourvue d'obstacles pouvant accueillir une partie ou la totalité du troupeau. Les apports de litière sont réalisés sur toute la superficie dans le cas des aires sans pente ou à pente faible ($\leq 2\%$). Le fumier s'accumule en une couche assez épaisse qui est enlevée aussi souvent que cela est nécessaire. La bonne gestion de la litière comportant l'enlèvement des déjections et des apports de litière fraîche, contribue au

confort et à la propreté des vaches. La superficie de l'aire de couchage doit permettre à chaque vache de disposer de suffisamment d'espace pour se coucher sans être dérangée par d'autres vaches, et de pouvoir rejoindre librement les zones d'alimentation et d'abreuvement.

Aux Etats Unis, une modification du système a récemment vu le jour. Il s'agit de la litière biomaitrisée (compost barn) qui comporte une épaisse couche de petites particules de bois sec (sciure) en lieu et place de paille. La litière est aérée au moins deux fois par jour au moyen d'un cultivateur à dents ou d'une herse rotative. Cette opération incorpore les déjections dans la litière, provoque son foisonnement et sa décomposition en phase aérobie (compostage). Des apports de litière fraîche ont lieu lorsque la litière devient trop humide et qu'elle est susceptible de coller sur le pelage des vaches. Le bâtiment sert également de lieu de stockage de la litière qui reste en place durant 8 à 12 mois avant d'être enlevée et épandue sur les champs. Le bâtiment doit avoir une hauteur suffisante pour permettre le travail des engins (aération, apport et enlèvement de la litière) et garantir une excellente ventilation naturelle grâce à des rideaux installés sur les longs côtés. La partie inférieure des murs en contact avec la litière comporte, généralement sur 1.0 mètre ou plus, du béton ou des poutres en bois pour contenir la litière. Un couloir d'alimentation et un cornadis sont localisés sur un long côté de la litière.

Les stabulations à litière en pente : Les stabulations à litière en pente comportent des aires de couchage dépourvues d'obstacles pour un ou plusieurs groupes de vaches. La pente est comprise entre 10 et 16% et les activités des vaches provoquent le glissement de la litière souillée vers le bas de la pente où elle est récupérée. Le système en pente n'est généralement pas conseillé pour les vaches laitières en raison des difficultés dans la gestion de l'hygiène et de la santé mammaire. En fait, le système est souvent utilisé pour les bovins à viande (CIGR, Recommandations internationales pour le logement des bovins viande, 2002) et pour les génisses de 12 à 24 mois (avant le vêlage) ; il ne sera pas examiné dans le présent document.

Dans certaines régions, l'hivernage en plein air dans des dispositifs adaptés peut constituer une alternative aux bâtiments traditionnels. Le dispositif se trouvant à l'extérieur, se compose d'une aire de couchage et de circulation drainée qui est constituée d'une épaisse couche de plaquettes de bois. Le système nécessite davantage de superficie par animal qu'un hébergement conventionnel. L'effluent récolté a une concentration importante en polluants. Un dispositif de drainage placé sous le système et composé d'une couche imperméable d'argile ou d'un film en plastique, récolte le liquide qui percole. Ce liquide est conservé pour être valorisé sur une culture, etc. Les plaquettes de bois retiennent la plus grande partie des déjections ; elles sont épandues en temps utile. Dans les régions froides un brise-vent ou une haie peut être utilisé pour abriter les animaux. Les préoccupations relatives à la santé du pis, à la propreté des animaux et à la qualité du lait conduisent à considérer que le système est plus indiqué pour les régions chaudes. Dans les troupeaux avec des vêlages saisonnalisés, le dispositif peut être utilisé pour l'hivernage des vaches tarées.

3.1.2 L'ETABLE A LOGETTES

La logette est un élément extrêmement important de l'environnement de la vache. Elle affecte positivement ou négativement son confort, sa propreté et sa santé. Elle doit lui procurer un espace de repos propre, confortable et sûr.

La vache doit pouvoir la rejoindre et la quitter librement, et se coucher et se lever sans interférence. L'animal doit pouvoir exprimer son comportement naturel de couchage (voir point 2.2.3.1). D'autres considérations, également importantes, concernent l'absence de blessures, la propreté, les besoins en litière, les exigences en main-d'œuvre pour la maintenance, et la durabilité.

Les séparations : elles séparent les espaces contigus de repos et réalisent le contrôle de la position des vaches sans restreindre exagérément leurs mouvements. Les séparations qui ont différentes configurations, sont fixées sur des supports divers comme des pieds ou des poteaux verticaux, etc.

Base de la logette : matériau permanent ou semi-permanent constituant le sol de la logette. Généralement, les matériaux utilisés sont le béton, l'argile compactée ou de la terre dépourvue de pierres.

Litière : produit ou matériau de nature variable qui est utilisé pour améliorer le confort et/ou l'hygiène de la logette. Les produits utilisés peuvent être regroupés en deux catégories : a) les produits en vrac comme la paille, la sciure de bois, les plaquettes de bois, le sable qui sont disposés soit en couche épaisse (200 mm) sur la base de la logette, soit en couche mince sur des tapis ou matelas ; ou b) les produits qui sont attachés à la base de la logette comme les tapis ou les matelas synthétiques.

Bordure : espèce de seuil (max 200 mm) séparant la zone de repos des déjections se trouvant dans le couloir ou l'aire d'exercice.

Barre de garrot : tube métallique (barre de garrot rigide) ou sangle souple placé au-dessus des séparations pour encourager la vache à reculer lorsqu'elle se lève ou pour l'empêcher de s'avancer trop dans la logette lorsqu'elle est debout. Parfois, une barre de tête est utilisée pour empêcher son avancement excessif dans la logette (Figure 3.1.2.4.2).

Arrêteoir : dispositif (tube ou planche) placé à l'avant de la logette, à même le sol ou en légère surélévation, pour aider la vache à se positionner correctement lorsqu'elle se couche ou est debout, ou pour retenir la litière mise en dépôt à l'avant de la logette.

Dispositif de retenue de la litière : il s'agit généralement d'un rondin en bois ou d'un tuyau (en matériau synthétique, mais pas d'acier) fixé dans le sol à l'arrière de la logette pour retenir la litière (en particulier le sable) dans la logette. Il peut également être constitué par un relèvement du seuil. La longueur utile de la logette doit être accrue pour tenir compte de l'espace occupé par le dispositif de retenue de la litière ou par le seuil.

Pour bénéficier de tous les avantages du système, il est indispensable de maintenir à l'optimum les conditions d'utilisation pour que les vaches occupent les logettes. Les logettes mal conçues incitent les vaches à se coucher dans les couloirs ou en d'autres endroits. En outre, des logettes humides et souillées s'accompagnent d'une augmentation de la fréquence des mammites. En conséquence, une attention particulière doit être accordée aux caractéristiques de la logette, à ses relations avec d'autres éléments du bâtiment et à sa maintenance, sachant qu'en matière de maintenance l'éleveur joue un rôle essentiel.

Il est recommandé de contrôler et de nettoyer les logettes au moins deux fois par jour et d'ajouter de la litière fraîche aussi souvent que cela s'avère nécessaire. Habituellement, ces opérations sont effectuées au moment où les vaches sont regroupées pour la traite. Dans les bâtiments équipés d'un robot de traite dans lesquels les vaches passent au robot quand elles le veulent, il est plus malaisé d'effectuer ces opérations qui, en conséquence, doivent être tout au long de la journée. Dans ce cas, l'éleveur est amené à effectuer plusieurs passages dans le bâtiment afin d'examiner les vaches et réaliser la maintenance des logettes momentanément inoccupées. Une alternative consiste à s'occuper, simultanément et en toute quiétude, de quelques logettes afin de limiter le nombre de vaches perturbées durant la période de repos qu'elles ont choisie.

3.1.2.1 Considérations relatives à la conception

La logette doit, d'une part, être suffisamment longue afin que la barre de garrot puisse être positionnée judicieusement pour permettre à la vache d'entrer dans la logette, de s'y coucher et de s'y reposer confortablement, et ce sans se blesser, et qu'ensuite elle puisse se lever. D'autre part, elle doit être suffisamment courte pour limiter le dépôt d'urine et de matières fécales sur la zone de couchage. Une logette courte ou le rapprochement de la barre de garrot de l'arrière de la logette limite le salissement de la partie arrière de la logette, ce qui est important pour la santé mammaire. Il s'avère cependant qu'une logette trop courte peut dissuader la vache de l'occuper, l'inciter à n'entrer que partiellement dans la logette ou à se coucher à cheval sur le seuil avec son arrière train dans le couloir. Cette position va de pair avec des risques de blessures et de salissement du pis par les déjections se trouvant dans le couloir. La longueur des logettes et la position des barres de garrot

- la logette comporte divers éléments :
- la barre de garrot
 - la séparation et son support (à gauche)
 - l'arrêteoir ou la planche
 - la base en légère pente avec une litière ou un matelas pour le confort de la vache
 - le seuil séparant la vache du couloir



Figure 3.1.2.1: éléments de la logette.

doivent être déterminées en prenant comme référence les vaches les plus longues du troupeau (Tableau 3.1.3.5.1, positionnement de la barre de garrot).

La logette doit être suffisamment large pour permettre à la vache de se coucher confortablement, mais également suffisamment étroite pour l'empêcher de faire demi-tour. En plus, la logette doit permettre à la vache d'exprimer son comportement naturel de lever. La vache ne peut entrer en contact avec les séparations de manière telle qu'elle se blesse. Cette exigence est particulièrement importante lorsque la vache se couche en raison du fait qu'elle ne contrôle pas la dernière phase du mouvement.

Lorsque la vache qui est couchée se lève, elle porte sa tête vers l'avant pour réaliser un transfert de poids de l'arrière vers l'avant. Ensuite, elle soulève son arrière-train avant de soulever son avant-train. Pour permettre le transfert de poids vers l'avant, elle avance sa tête vers l'avant de l'ordre de 0.5 à 0.9 m au moment où elle s'allonge. Si le mouvement vers l'avant est limité parce que la logette est trop courte ou parce que la vache est trop avancée dans la logette en raison de l'absence ou du positionnement erroné de l'arrêt, la vache éprouve des difficultés à se lever. Fréquemment, les logettes traditionnelles ne ménagent pas suffisamment de longueur d'élongation en comparaison avec la longueur que la vache utilise en prairie (de 1.20 à 1.40 m pour la tête et la longueur d'allongement).

Les besoins spatiaux de la vache prenant en compte son coucher et son lever consistent en :

- la zone réservée au tronc qui va de l'arrière de la vache à l'avant des articulations carpiennes
- la zone réservée à la tête qui est l'espace occupé par la tête de la vache lorsqu'elle est couchée
- la zone d'allongement qui est le supplément d'espace requis pour qu'elle puisse porter sa tête vers l'avant lorsqu'elle s'allonge en se levant.

L'espace requis par un animal couché (tronc et tête) doit être compris dans la zone délimitée par la bordure arrière, les séparations, l'arrêt, la barre de garrot et l'avant de la logette. L'espace d'allongement est soit compris à l'intérieur de la logette (logettes face à une paroi et logettes sans partage de l'espace réservé à la tête), soit prévu en dehors de la logette (logettes comportant une partie commune ou logettes ouvertes vers l'avant) afin de permettre à la vache de porter sa tête et son cou vers l'avant en direction d'un couloir, d'un espace libre ou de la logette d'en face.

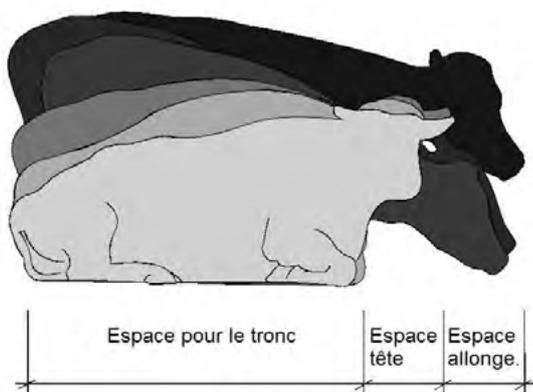


Figure 3.1.2.1.1: espace occupé par une vache qui se lève.

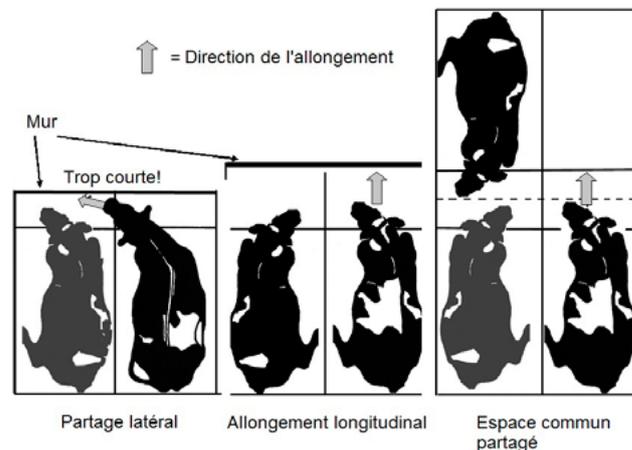


Figure 3.1.2.2.1: modalités de mise à disposition de l'espace pour une vache qui se lève.

3.1.2.2 Logettes pour lesquelles une partie de l'espace est partagée

Si les logettes sont trop courtes pour permettre aux vaches de s'allonger vers l'avant, elles sont contraintes de trouver l'espace dont elles ont besoin pour se lever aisément, soit dans la logette d'à côté, soit dans la logette d'en face. L'utilisation d'une zone commune peut constituer une solution pour les logettes existantes qui sont devenues trop courtes, alors que lors de la conception de nouveaux bâtiments il est recommandé de dimensionner les logettes en prenant comme base les dimensions calculées afin que les vaches ne soient pas obligées de partager un espace.

Les logettes tête à tête permettent l'utilisation de l'espace de la logette d'en face pour disposer de l'espace d'allongement requis, à condition que la logette soit conçue correctement. Dans ce cas, l'espace d'allongement ne constitue pas réellement une limite pour la vache.

L'ouverture libre en dessous ou au-dessus de la barre inférieure se trouvant à l'avant de certains types de logettes permet l'allongement de la vache en direction de la logette d'en face lorsqu'elle se lève. Cette formule peut être considérée comme une aide, mais elle ne peut jamais totalement compenser le manque d'espace qui, dans tous les cas, doit être pris dans la logette d'en face.

Le partage latéral de l'espace oblige la vache à passer la tête dans une ouverture ménagée dans la séparation afin de trouver l'espace d'allongement requis à hauteur de la logette contiguë. Cette solution peut permettre de rendre quelque peu plus confortables des logettes existantes qui sont trop courtes. Bien qu'il ne s'agisse pas du comportement normal des vaches, certaines vaches montrent qu'elles sont capables d'apprendre ce mouvement. L'occupation des logettes est néanmoins réduite par les vaches incapables de réaliser ce mouvement. Etant donné que la vache préférera toujours s'allonger vers l'avant, il est préférable de prévoir suffisamment de longueur vers l'avant plutôt que de choisir ce type de solution lors de la construction d'un nouveau bâtiment.

3.1.2.3 Logettes sans partage d'un espace commun

Lorsque le partage d'un espace commun n'est pas prévu, il est indispensable que chaque logette soit suffisamment longue et large pour autoriser le comportement normal, en particulier celui du lever. Les logettes suffisamment

longues qui comportent l'espace requis pour le tronc et la tête lorsque la vache est couchée, nécessitent la présence d'un arrêtoir (tuyau ou planche) pour empêcher la vache de se coucher trop en avant. Quant à la barre de garrot, elle dissuade la vache de s'avancer exagérément lorsqu'elle est debout dans la logette ou qu'elle entre dans la logette.

3.1.2.4 Les séparations entre logettes

La séparation s'étend de l'avant de la logette à moins de 300 mm et idéalement de 200 mm du couloir afin d'empêcher les vaches de circuler sur la partie arrière des logettes. En outre, la séparation doit être suffisamment haute pour dissuader la vache de faire demi-tour dans la logette.

La séparation doit comporter trois ouvertures libres que sont :

- la zone pour la tête (i)
- la zone de contrôle de la position couchée (ii) (qui doit être suffisamment limitée pour que la vache ne puisse se coucher en dessous et suffisamment spacieuse pour qu'elle ne coince pas ses membres)
- la zone libre du pelvis qui doit prévenir les lésions des côtes et des hanches.

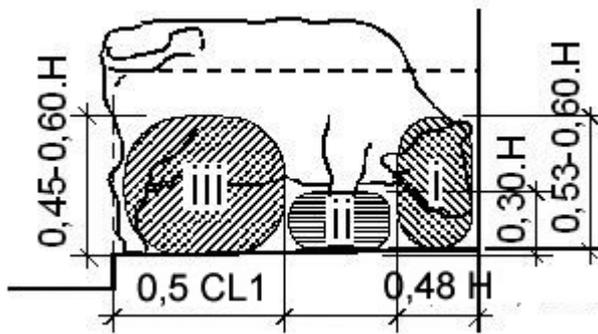


Figure 3.1.2.4.1: les trois zones libre d'une logette (Note : H = taille au garrot; voir point 3.1.2.5 pour les définitions).

Note: La Figure 3.1.2.4.2 (ci-dessous) illustre les dimensions d'une logette tête à tête avec partage d'un espace commun. La vache en grisé de droite montre une vache s'allongeant pour se lever et utilisant l'espace se trouvant face à elle au niveau de la logette se situant en vis-à-vis. La Figure 3.1.2.4.3 illustre les dimensions d'une logette sans partage d'un espace commun.

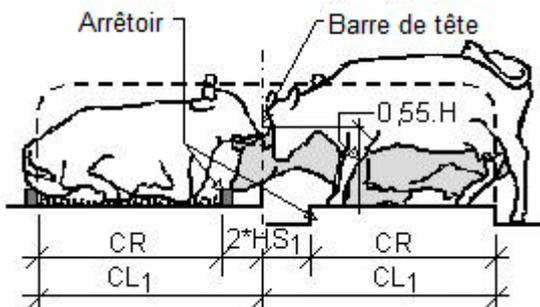


Figure 3.1.2.4.2: logettes tête à tête avec partage de l'espace avant.

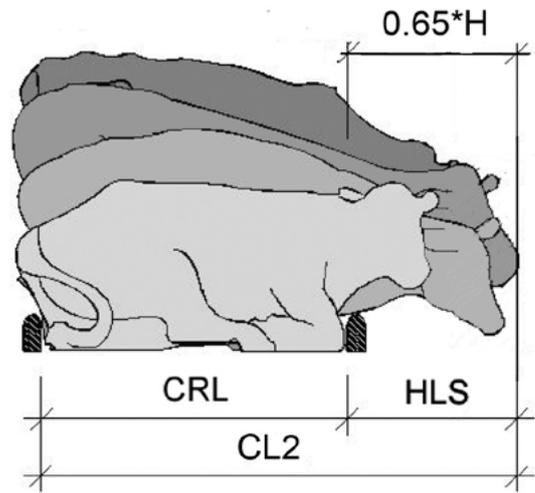


Figure 3.1.2.4.3: logette sans partage d'un espace commun.

3.1.2.5 Les dimensions de base des logettes

Toutes les dimensions sont en relation avec les mensurations des vaches L & H (en mètres) telles qu'elles figurent à la partie 2.1.

• Largeur des logettes (CW)

Elle résulte de la formule (1) et représente la distance libre entre les séparations.

$$CW = 0.83 H \quad (1)$$

• La longueur de la zone de couchage (CRL)

Elle est calculée au moyen de la formule (2).

$$CRL = 1.06 L \quad (2)$$

• L'espace pour la tête (HS)

Il s'agit de la longueur de l'espace qui est occupé par la tête lorsque l'animal est couché. Elle dépend de la taille au garrot. (H)

$$HS = 0.48 H \quad [\text{Pour tous les types de logettes}] \quad (3)$$

• L'espace pour la tête et pour l'allongement (HLS)

Il s'agit de la longueur de l'espace libre qui doit être mis à la disposition de la vache pour qu'elle puisse s'allonger lorsqu'elle passe de la position couchée à la position debout. Elle est fonction de la taille au garrot.

$$HLS = 0.65 H \quad [\text{Pour tous les types de logettes}] \quad (4)$$

• La longueur totale de la logette (CL)

Il s'agit d'une donnée importante de la conception d'un bâtiment pour des laitières. Elle est obtenue en additionnant la valeur de CR à celles de HS et HLS selon le cas. La formule (5) concerne les logettes tête à tête et la formule (6) tous les autres types de logettes.

$$CL1 = 1.06 L + 0.48 H = CRL + HS \quad [\text{Tête à tête avec partage d'un espace commun}] \quad (5)$$

$$CL2 = 1.06 L + 0.65 H = CRL + HLS \quad [\text{Sans partage d'espace}] \quad (6)$$

• La hauteur de la barre de garrot (NRH)

La hauteur de placement de la barre de garrot est donnée par la formule:

$$NRH = 0.80 \text{ à } 0.90 H \quad (7)$$

• La distance de la barre de garrot (NRD)

La distance horizontale de la barre de garrot à la bordure est donnée par la formule:

$$NRD = CRL + 0.10 \quad (8)$$

• **Dimensions standards des logettes (Standards CIGR)**

Le Tableau 3.1.3.5.1 illustre les calculs qui concernent trois catégories de vaches, basés sur les Standards de la CIGR (voir point 2.1).

Pour éviter des lésions chez les vaches les plus grandes, les dimensions des logettes doivent prendre en compte les mensurations moyennes de 10% des animaux les plus grands du troupeau. L'éleveur devra cependant accorder une attention particulière aux animaux de petite taille afin de limiter les problèmes découlant de logettes trop spacieuses pour eux.

Tableau 3.1.2.5.1: largeur minimale de la logette (CW), longueur de la zone de couchage (CRL), espace pour la tête (HS), espace pour la tête l'allongement (HLS), longueur de la logette (CL1 et CL2), hauteur de la barre au garrot (NRH) et distance de la barre au garrot (NRD) en fonction des formules (1) à (8).

Poids animaux (kg)	L (m)	H (m)	CW (m)	CRL (m)	HS (m)	HLS (m)	CL1 (m)	CL2 (m)	NRH (m)	NRD (m)
550-649	1.69	1.40	1.16	1.79	0.67	0.91	2.46	2.70	1.12-1.26	1.79-1.89
650-749	1.75	1.44	1.20	1.85	0.69	0.94	2.54	2.79	1.15-1.30	1.85-1.95
750-850	1.80	1.48	1.23	1.90	0.71	0.96	2.61	2.86	1.18-1.33	1.90-2.00

- CW = Largeur de la logette (Largeur libre) = 0.83 H
- CRL = Longueur de la zone de couchage = 1.06 L
- HS = Longueur pour la tête = 0.48 H
- HLS = Longueur pour la tête et l'allongement = 0.65 H
- CL1 = Longueur de la logette (partage d'un espace commun) = CRL + HS
- CL2 = Longueur de la logette (sans partage d'un espace commun) = CRL + HLS
- NRH = Hauteur de la barre au garrot = 0.80 à 0.90 H
- NRD = Distance de la barre au garrot = CRL + 0 à 0.10

Note: les vaches en fin de gestation et celles qui sont en début de lactation (ayant un pis volumineux) requièrent davantage d'espace; il est par conséquent conseillé d'accroître les dimensions des logettes pour ces deux groupes d'animaux.

3.1.2.6 La base de la logette et la litière

La base de la logette en ce compris la litière et le revêtement du sol, doivent constituer une surface qui doit être confortable, moelleuse, propre et sèche. La base doit porter la vache et résister aux efforts exercés par ses pieds lorsqu'elle se couche et se lève. Elle doit être réalisée et entretenue afin d'être dotée d'une pente qui assure l'évacuation des liquides. La pente, avant - arrière, doit être comprise entre 2 et 4% afin d'encourager la vache à se coucher avec la tête vers l'avant et d'assurer l'écoulement des liquides en direction du couloir.

Le choix de la litière détermine le mode de manutention et de stockage des déjections. Si la litière est constituée d'un produit composé de particules de petites tailles, la quantité de litière qui se retrouve rapidement dans les couloirs est peu importante.

L'utilisation de litière sur une base en béton sans dispositif de retenue de la litière posé sur le seuil ne permet pas de créer une aire de couchage confortable et moelleuse, sauf

si de grandes quantités de litière sont utilisées (par exemple plus de 3 kg de paille sèche par vache et par jour). Les matelas constitués d'un matériau de remplissage enveloppé d'une toile synthétique sont utilisés avec succès, mais l'utilisation de petites quantités de litière épandue en surface reste néanmoins nécessaire. Les tapis en caoutchouc semblent moins satisfaisants lorsque leur épaisseur est inférieure à 30 mm et que leur densité est insuffisante. Les logettes doivent être contrôlées deux fois par jour, et la litière humide et les déjections doivent être enlevées. De la litière propre et sèche doit être ajoutée deux fois par semaine, voire plus fréquemment. Des curages fréquents des couloirs sont également nécessaires. Si la propreté des logettes laisse à désirer et qu'elles sont exagérément humides et souillées par des déjections, les populations de bactéries infectieuses peuvent dépasser le seuil critique et cela se traduit par une augmentation des infections des pis. La base de la logette doit être surélevée de 200 mm au-dessus du niveau du passage ou du couloir à déjections (exceptionnellement, la différence de niveau peut être portée à 250 mm). La différence de niveau doit être adaptée au mode d'évacuation des déjections, à savoir le raclage ou l'hydro curage. Des couloirs relativement longs et des curages peu fréquents imposent un relèvement du niveau de la base pour éviter la remontée des déjections sur la zone de couchage durant les opérations de curage. Des curages fréquents permettent d'éviter les remontées de déjections sur les aires de couchage. D'autre part, les seuils suffisamment hauts dissuadent les vaches de se coucher en partie dans la logette. Si la bordure est trop haute, elle peut occasionner des lésions des trayons et une surcharge des membres et onglons postérieurs lorsque la vache entre et sort de la logette, ou qu'elle est partiellement debout dans la logette.

Lorsque la base de la logette est constituée d'un matériau relativement friable comme l'argile, on assiste à la formation de trous qui doivent être comblés régulièrement. Une surface régulière permet aux vaches de se coucher et de se lever facilement, et de rester couchées confortablement.

3.1.3 LES STABULATIONS LIBRES PAILLEES

3.1.3.1 La superficie requise pour le couchage et les déplacements

Généralement, les systèmes à litière paillée comportent des aires de couchage non compartimentées sur lesquelles les animaux exhibent différents types de comportements tels que stationner en position debout, être couchés, se reposer, circuler, etc. Le système à litière paillée peut être subdivisé en deux types de configuration : la configuration à deux zones, avec une zone de repos et une zone d'alimentation, et la configuration à plusieurs zones avec une zone de repos, une zone d'alimentation et une zone d'exercice. La configuration à plusieurs zones peut comporter des aires extérieures dépourvues de toiture.

Dans les systèmes paillés, la superficie minimale requise par vache est définie comme étant l'espace requis pour le repos auquel il faut ajouter celui qui est nécessaire pour que la vache puisse passer librement de l'aire de repos aux zones d'alimentation et d'abreuvement. La liberté d'accès implique que la vache a la possibilité de circuler librement en l'absence de risques de lésions ou d'interactions agressives. La superficie totale requise dépend de différents facteurs.

Des valeurs obtenues de manière empirique permettent de déterminer l'espace qu'une vache requiert. La Figure

3.1.3.1.1 représente l'espace occupé par un animal debout. Il se compose de la projection sur le sol de l'espace occupé par le corps de la vache quelque peu agrandi, auquel il faut ajouter une superficie relativement spacieuse pour la tête. La Figure 3.1.3.1.2 concerne un animal couché, tandis que la Figure 3.1.3.1.3 montre l'espace dynamique requis par une vache qui se lève et qui est environ 1 mètre plus long que la longueur d'une vache couchée.

On peut estimer que dans un bâtiment fermé avec une aire de repos contiguë à l'aire d'alimentation (système à deux zones), la superficie minimale de couchage correspond à la superficie du corps de l'animal couché à laquelle il faut ajouter la superficie que l'animal s'approprie pour sa tête. Pour une vache de race Holstein, ces superficies respectives sont 2.2 m² et 3.5 m², soit un total de 5.7 m². L'expérience montre cependant que pour éviter que l'aire de repos soit trop humide, un accroissement de l'aire de couchage est requis afin de la porter à 6.5 - 7 m² par vache. Parfois, la superficie est encore augmentée pour atteindre la valeur de 1 m² par 1 000 litres de lait produit.

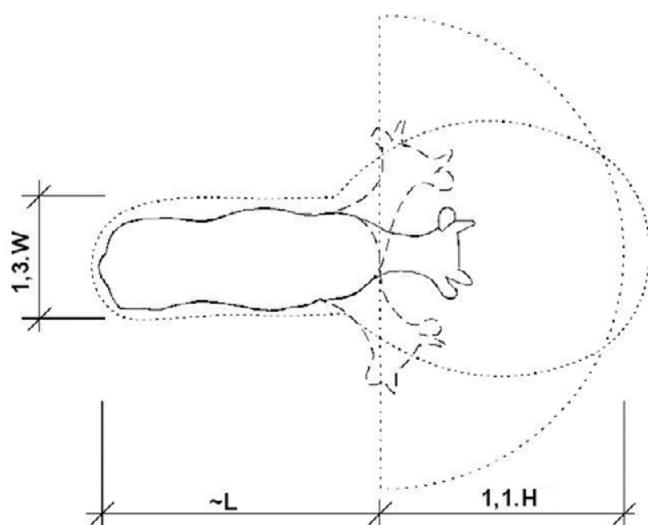


Figure 3.1.3.1.1: espace requis par une vache debout.

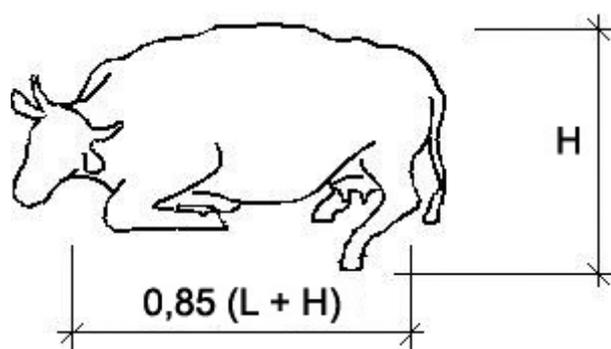


Figure 3.1.3.1.2: espace requis par une vache couchée.

Si une aire ne comportant pas de litière et d'accès libre est mise à la disposition des animaux pour la réalisation de diverses activités (système à zones multiples) telles que l'alimentation, la détente, la rumination et la toilette, la superficie de l'aire paillée peut être réduite de 20%. La raison de cette réduction de superficie peut s'expliquer par le fait que certains besoins comportementaux et spatiaux sont satisfaits en dehors de l'aire de couchage, et notamment ceux qui concernent la détente et l'alimentation.

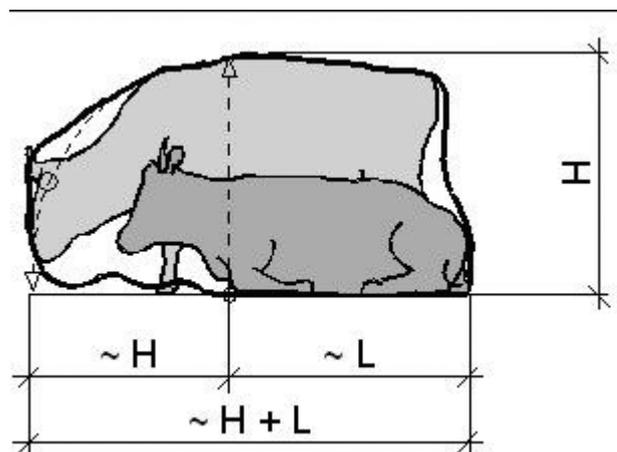


Figure 3.1.3.1.3: espace dynamique requis par une vache qui se lève.

Les méthodes de calcul explicitées ci-après sont préconisées pour le calcul des espaces minimaux requis. Les valeurs de L et H utilisées sont celles qui sont définies dans la partie 2.1 et les superficies sont exprimées en m² par vache.

• L'aire de couchage (LA)

La superficie de l'aire de couchage est calculée en appliquant un coefficient à la somme « longueur de la vache + longueur prise par la tête de la vache lorsqu'elle se lève », et en multipliant le résultat par la largeur requise pour que la vache puisse se coucher confortablement, notamment $[0.85 (L + H)] \times H$. Pour mettre suffisamment de superficie à disposition afin de permettre la circulation entre les animaux couchés et éviter que ces derniers soient dérangés, un supplément de superficie est requis. Pour satisfaire cette exigence, le supplément de superficie est égal soit à 1.38, soit à 1.65 fois la superficie mentionnée plus haut, et ce en fonction du système retenu.

Il y a lieu de noter que la superficie minimale de l'aire de couchage requise correspond à la superficie effectivement disponible pour la vache. Cependant, la superficie totale de l'aire de couchage est habituellement un peu plus élevée, en raison du fait que certains espaces paillés utilisés par les animaux pour rejoindre différentes zones peuvent être souillés et ne peuvent, par conséquent, être utilisés pour un repos normal.

Sur la base de ce qui précède, les superficies minimales requises, LA1 et LA2 respectivement, sont données par les formules suivantes :

- Le système paillé à deux zones, aire de couchage paillée (voir Figure 3.1.3.1.4)
 $LA1 = 1.65 H [0.85 (L + H)]$ [Deux zones paillées] (9)

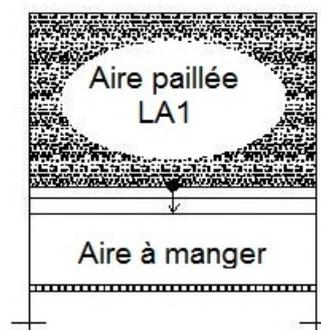


Figure 3.1.3.1.4: système paillé à deux zones.

- Le système paillé à zones multiples (voir Figure 3.1.3.1.5)
 $LA2 = 1.38 H [0.85 (L + H)]$ [Système paillé à plusieurs zones] (10)

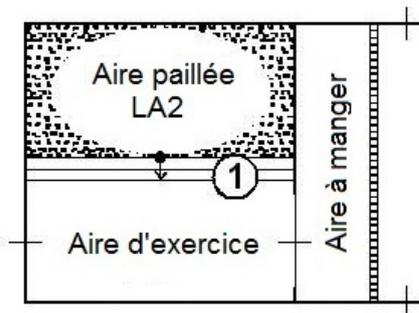


Figure 3.1.3.1.5: système paillé à plusieurs zones.

- La profondeur des marches (SD)

$$SD = 0.85 L \quad (11)$$

La profondeur des marches (0.85 L) représente la configuration optimale pour prévenir les lésions et les glissades lorsque la vache passe de la zone d'alimentation ou de l'aire d'exercice à l'aire paillée. L'expérience montre que les vaches sont capables de s'accommoder de situations comportant 2 ou 3 marches de 300 mm de hauteur et 400 mm de profondeur (voir la partie 3.1.4.3).

Le Tableau 3.1.3.1.1 présente les résultats des calculs pour la superficie de couchage et la superficie totale pour divers systèmes et pour les 3 catégories d'animaux figurant dans les Standards CIGR (voir partie 2.1 et Tableau 2.1).

Tableau 3.1.3.1.1: superficie minimale de l'aire de couchage en application des formules (9) et (10).

Format des animaux			Superficie de l'aire de repos	
Poids (kg)	L (m)	H (m)	LA1 m ² /vache	LA2 m ² /vache
550-649	1.69	1.40	6.07	5.07
650-749	1.75	1.44	6.44	5.39
750-850	1.80	1.48	6.81	5.69

$$LA1 = 1.65 H [0.85 (L + H)] \quad \text{et} \quad LA2 = 1.38 H [0.85 (L + H)]$$

Note: Les besoins spatiaux calculés en prenant comme base les mensurations des animaux, constituent des minimas. Ils peuvent être augmentés en fonction de la production laitière, des apports de paille, du mode de gestion, etc.

3.1.3.2. La forme de l'aire paillée

L'aire paillée constitue la zone de repos dans les systèmes comportant une litière. Sa forme peut varier et influencer la superficie allouée aux vaches. Etant donné qu'en aires paillées les vaches préfèrent se coucher le long d'une paroi périphérique, la forme rectangulaire est préférable à la forme carrée (Figure 3.1.3.2.1). La forme la plus indiquée découle de considérations relatives à l'espace d'alimentation et à l'espace de repos pour une seule vache (Figure 3.1.3.2.2). La distance séparant la zone de repos de la zone d'alimentation doit à la fois être courte et di-

recte. La distance maximale entre l'aire d'alimentation et le fond de l'aire paillée sera voisine de 10 m, et ce afin de minimiser les risques de traumatismes dus à des vaches se marchant les unes sur les autres.

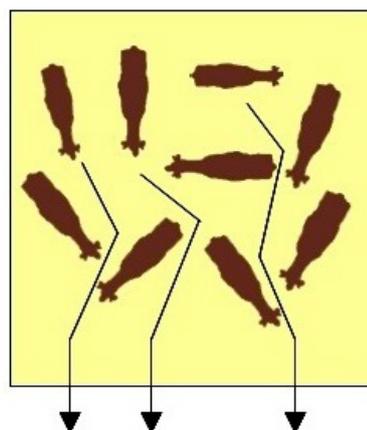


Figure 3.1.3.2.1: déplacements des animaux sur une aire paillée de forme carrée.

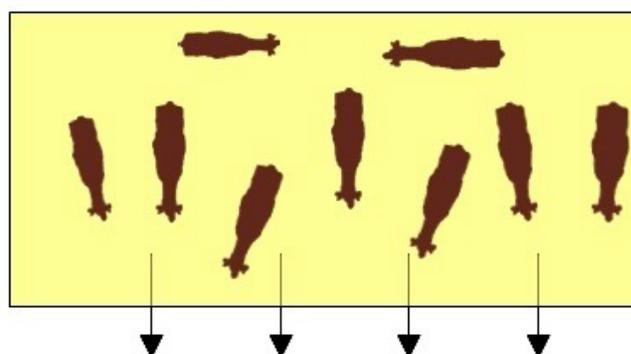


Figure 3.1.3.2.2: déplacements des animaux sur une aire paillée de forme rectangulaire.

3.1.3.3. La liaison des aires paillées avec les passages

Habituellement, une marche sépare l'aire paillée des passages contigus. La différence de niveau entre le sol de l'aire paillée et celui des passages dépend de la fréquence des curages de l'aire paillée. La différence de niveau est en général de 250 mm (voire parfois nulle) pour des curages réalisés une fois par mois. Pour des différences de niveau plus importantes, il est indispensable de prévoir plusieurs marches dont la hauteur va de 200 à 300 mm et la profondeur minimale sera d'au moins 400 mm. Il y a lieu d'être attentif au fait que de longs intervalles entre deux curages successifs affectent négativement la santé mammaire. Des curages réguliers sont recommandés (toutes les 6 à 8 semaines).

Les passages peuvent être constitués de caillebotis pour autant que la paille utilisée soit hachée ou broyée. En cas d'utilisation de caillebotis, un espace supplémentaire, tel une marche de grande profondeur, peut être requis pour empêcher que de la paille soit amenée sur le caillebotis par les vaches. La profondeur minimale de la marche devrait être équivalente à la longueur du tronc d'un animal (L) telle que définie par la formule (11). Une solution alternative nécessitant moins de superficie, consiste en la fixation d'une poutre en bois sur le bord du caillebotis.

Une autre recommandation qui concerne en particulier les aires d'alimentation constituées de caillebotis, est de

limiter à quelques mètres les endroits permettant aux animaux de passer de la zone d'alimentation à la zone de repos et inversement.

Les accès vers l'extérieur (aire d'exercice, aire d'attente, accès aux prairies) devront toujours être localisés à hauteur du caillebotis ou d'une aire raclée, et ce au moyen d'une porte la plus large possible.

3.1.3.4 La gestion et les besoins en litière

Dans les stabulations libres paillées, la paille est éparpillée sur toute la superficie de l'aire paillée. Pour que les animaux restent propres, des apports de paille de 1.0 à 1.2 kg/vache.jour sont requis. Il est essentiel d'utiliser de la paille dont les brins ont de 200 à 300 mm de longueur. Des brins longs sont responsables de litières humides et d'animaux sales. De la paille fraîche, sèche et exempte de moisissures doit être ajoutée tous les jours. La température de la litière à proximité de la surface est influencée par les quantités de paille épandues quotidiennement. Des apports importants (> 1.2 kg/jour.m²) provoquent des élévations de la température de la litière à proximité de la surface ; ces élévations favorisent la multiplication des micro-organismes de l'environnement et accroissent la pression infectieuse au niveau des pis. En conséquence, l'utilisation d'un excès de paille peut s'avérer néfaste à la santé des pis (taux cellulaires et mammites cliniques).

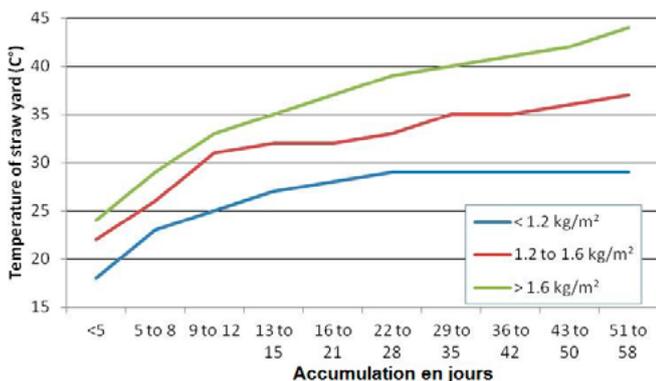


Figure 3.1.3.4.1: effets des quantités de paille utilisées quotidiennement et de la durée d'accumulation de la litière sur la température de la litière à proximité de la surface.

Pour des utilisations de paille inférieures à 0.7 kg/jour.m², les animaux sont trop sales et les risques de détérioration de la santé mammaire sont accrus.

Une gestion inadéquate des aires paillées (apports de paille insuffisants, animaux trop nombreux, etc.) dégrade la propreté des animaux, affecte la qualité du lait (comptages cellulaires) et accroît le nombre de mammites.

3.1.3.5 La consommation de paille

Les besoins en paille varient et dépendent de la configuration de l'aire paillée et de sa gestion, des exigences en matière de propreté des vaches et du climat.

Le tableau ci-dessous fournit des indications à propos de la consommation de paille en fonction du système.

Les pratiques suivantes permettent de limiter la consommation de paille :

- l'utilisation d'une paille âgée, sèche et de bonne qualité
- une diminution de la densité d'occupation (moins d'animaux par unité de superficie)
- la mise à disposition des vaches d'une zone en plus (système à zones multiples)
- la mise en place d'une aire d'alimentation en sus du couloir de circulation
- le raclage régulier des couloirs
- l'accroissement du nombre de paillages (deux fois par jour)
- la confection d'une ration donnant lieu à la production de matières fécales plus sèches.

Tableau 3.1.3.5.1: utilisation de paille en fonction de la configuration.

Utilisation de paille (kg/jour.m ²)	Caractéristiques du système
1.0 - 1.2	Système paillé à 2 zones
0.7 - 1.0	Système paillé à zones multiples

3.1.4 AVANTAGES ET INCONVENIENTS DES DEUX MODES DE STABULATION LIBRE

3.1.4.1 Le système à logettes

Comparée aux autres systèmes qui vont de pair avec une utilisation de paille, l'étable à logettes peut fonctionner avec une utilisation limitée de litière (paille, sciure, compost, sable, etc.), à condition de mettre en œuvre une gestion adéquate pour garder un niveau élevé de propreté chez les animaux. Pourtant, il paraît quasiment impossible d'éviter un certain pourcentage de vaches atteintes de lésions au niveau des jarrets.

Le recours à une litière épaisse réduit considérablement les lésions des jarrets et améliore le confort des vaches, leur propreté, leur santé mammaire et la qualité du lait (comptages cellulaires), etc.

Une logette dont la conception, le montage et la gestion laissent à désirer, va généralement de pair avec une faible utilisation de cette logette. Des problèmes d'occupation des logettes peuvent également être observés si les génisses n'ont pas appris à les utiliser avant leur vêlage.

Le dimensionnement optimal des logettes, des couloirs, etc., la localisation des abreuvoirs, des distributeurs automatisés des concentrés (DAC), etc. requièrent une attention particulière qui doit aller jusqu'au moindre détail.

La construction est coûteuse et destinée à l'usage exclusif de vaches laitières. Elle est difficilement convertible pour un autre de type de bovins, adaptable à une autre race ou modifiable en cas d'introduction de nouvelles législations.

Le montant total à investir est plus élevé que pour un système paillé, en raison des coûts inhérents au stockage du lisier, mais les coûts annuels de la litière et de la main-d'œuvre sont généralement moindres.

3.1.4.2 Les systèmes paillés

Le système est confortable à condition que la superficie mise à la disposition des animaux soit suffisante et que l'utilisation de litière et la gestion des aires paillées soient optimales. Une gestion optimale des aires paillées est requise pour prévenir les problèmes de santé mammaire.

La vache dispose de plus de liberté qu'en logettes et elle apprend très rapidement la manière d'utiliser le système. Les possibilités de conflits entre animaux sont plus nombreuses.

Pour le même nombre d'animaux, le système occupe davantage de superficie qu'une étable à logettes de même capacité. Le montant à investir pour la construction est moins élevé que pour une étable à logettes, mais les coûts annuels de fonctionnement inhérents à la paille (sauf si elle est produite sur la ferme) et aux besoins en main-d'œuvre sont plus élevés.

Le système implique l'utilisation de grandes quantités de paille ou de litière. L'épandage de la paille, manuellement ou à l'aide d'engins, requiert du temps ou la présence d'un matériel adapté, et des superficies de stockage en plein air ou sous toit.

Le système doit en outre être complété par :

- une capacité minimale de stockage de lisier,
- un équipement spécial de manutention de la litière et des déjections (fumier et lisier),
- un équipement spécifique pour l'épandage du fumier et du lisier.

Habituellement, les comptages cellulaires sont plus élevés que dans les étables à logettes.

La reconversion du bâtiment pour un autre type de bovins est possible et aisément réalisable.

3.2 L'ETABLE ENTRAVEE

3.2.1 INTRODUCTION

L'étable entravée limite la liberté de mouvement des vaches. Elle constitue toujours un compromis visant à satisfaire différentes exigences, et ce du fait que plusieurs activités ont lieu à la même place. En effet, le même emplacement est utilisé pour la position debout, le couchage, les interactions sociales, l'alimentation, l'abreuvement, la traite, la défécation et l'émission d'urine. Sa gestion est difficile, mais il existe des règles de bonne pratique et d'élevage qui contribuent à la conception de stalles mieux adaptées au respect du bien-être des vaches. Cette partie résume les points relatifs aux dimensions des stalles, au sol et aux systèmes d'attache.

L'utilisation des étables entravées ne peut être envisagée que, lorsqu'en période estivale, elles peuvent se rendre au pâturage ou avoir accès à une aire d'exercice en plein air et, en période hivernale, avoir accès à une aire d'exercice en plein air (idéalement une fois par jour).

3.2.2 DIMENSIONS DES DISPOSITIFS DE L'ETABLE ENTRAVEE

La longueur de la stalle est importante pour la vache. Une stalle ou une couche dont la longueur permet à la vache de satisfaire ses besoins tels qu'être debout, se coucher, se lever, se reposer, manger, s'abreuver et être traitée est souvent dénommée « court bâti ». Les stalles plus longues (long et moyen bâtis) ne paraissent pas comporter des aspects positifs pour la vache, alors que si elles ne font pas l'objet d'une maintenance très régulière, elles occasionnent le salissement des vaches. En conséquence, le présent document ne concerne que les courts bâtis.

Le muret (séparation entre la zone de couchage et l'auge) ne peut avoir plus de 300 mm de hauteur et plus de 120 mm d'épaisseur. Un système souple (bande en caoutchouc) est recommandé car il ne gêne pas la vache lorsqu'elle s'allonge ou se lève. Ce dispositif ne peut avoir plus de 420 mm de hauteur, mais son bord supérieur ne peut être coupant ; il doit en outre être coupé entre deux stalles.

Toutes les dimensions du chapitre 3.2.2 sont libellées en mètres en prenant comme bases les mensurations corporelles L, H & W de la partie 2.1.

La largeur de l'auge (MW)

Les valeurs (1) et (2) représentent la largeur de l'auge (MW) pour des animaux de différentes tailles. Une auge correctement dimensionnée doit permettre à l'animal d'atteindre un volume suffisant de sa ration.

La longueur de la stalle (SL)

Elle est calculée grâce à la formule (3).

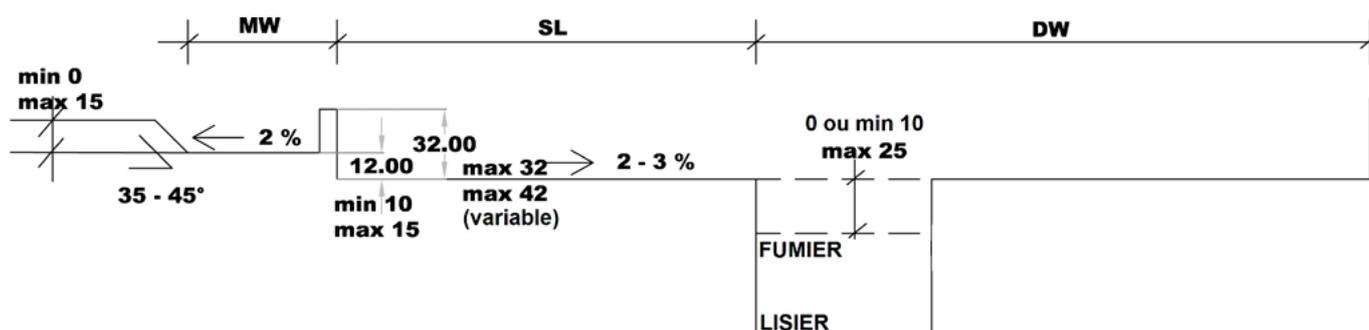
$$SL = 0.92 L + 0.3 \quad (3)$$

Le Tableau 3.2.2.1 présente les longueurs obtenues en utilisant les données des Standards CIGR (voir Section 2.1.2, Tableau 2.1.2.1).

La largeur de la stalle (SW)

La largeur de la stalle doit être suffisante pour garantir le confort et la sécurité de toutes les vaches et permettre à tous les animaux de se coucher simultanément. La formule (4) permet de calculer la largeur de la stalle.

$$SW = 0.86 H \quad (4)$$



La Figure 3.2.2.1 illustre la vue en coupe d'une stalle appelée « court bâti ».

Tableau 3.2.2.1: longueur de la stalle (SL) et largeur de la stalle (SW) basée sur les Standards CIGR.

Format des animaux			Longueur (m)	
Poids (kg)	H (m)	L (m)	SL (m)	SW (m)
550	1.35	1.61	1.79	1.15
650	1.40	1.69	1.85	1.20
750	1.44	1.75	1.90	1.25
850	1.48	1.80	2.00	1.30

La largeur du faux bâti et du couloir de service (DW)

Le faux bâti et le couloir de service doivent être suffisamment spacieux pour autoriser la réalisation aisée des tâches routinières (traite, nettoyage, assistance lors du vêlage). En outre, une largeur suffisante doit être prévue pour que chaque vache puisse quitter et rejoindre sa place, sortir et entrer dans le bâtiment. Cette largeur correspond à la longueur d'un animal ($DW = 1.45 L$) et ne peut être inférieure à 2 m.

Rangées de stalles

Pour héberger correctement des animaux de taille variable, les étables entravées doivent comporter des stalles de différentes longueurs. Les solutions possibles doivent être prises en compte lors de la mise en place des stalles.

Pour les petits troupeaux, la solution consiste :

- A réaliser l'ensemble des stalles de façon que la longueur soit différente d'une extrémité à l'autre de la rangée. Ainsi la longueur sera valable pour 25 % des animaux les plus petits à une extrémité et pour 25 % des animaux les plus grands à l'autre extrémité. Il peut en être de même pour la largeur des stalles. Cette solution ne donne pas toujours satisfaction en particulier lorsque des vaches et des génisses composent le troupeau.

Pour les grands troupeaux, la solution consiste :

- A réaliser des rangées de stalles ayant différentes longueurs, mais en maintenant la même largeur.

3.2.3 LE SOL DES STALLES ET LA LITIÈRE

Les vaches doivent pouvoir se coucher sur une surface propre offrant suffisamment d'adhérence pour éviter les glissades lorsqu'elles se lèvent ou de couchent. Les tapis minces (2-3 cm d'épaisseur) ne comportant pas de litière ne répondent pas à cette exigence. La sciure et les copeaux de bois ne sont pas conseillés car ils provoquent des irritations et des lésions des pis. Si de la paille est utilisée à raison de 2.5 kg par animal et par jour comme seul matériau de litière, une proportion importante de la litière se retrouve sur la zone à déjections. Cette formule s'avère relativement coûteuse et exigeante en main-d'œuvre pour la réalisation des nettoyages quotidiens.

Les tapis en caoutchouc souple ou en matériau synthétique souple ayant une épaisseur de plus de 3 cm doivent être préférés aux tapis durs en caoutchouc. De la paille hachée ou broyée (0.4 - 0.8 kg par animal et par jour) doit être

épanchée à la surface du tapis pour maintenir la zone de couchage sèche. Les matelas (matelas bicouches ou matelas remplis de morceaux de caoutchouc) qui ont à l'origine été produits pour être utilisés dans les logettes, ont aussi été utilisés avec succès dans les étables entravées, mais le stationnement permanent des pieds des vaches aux mêmes endroits finit par provoquer des creux. Les matelas constitués de boudins doivent être préférés à ceux dans lesquels les morceaux de caoutchouc ne sont pas stabilisés. D'autre part, le matériau de couverture doit être durable.

L'arrière de la stalle peut être occupé par un « reteneur » de litière (tube, bois rond, etc.). Un mélange de paille et d'un autre matériau organique préparé par l'éleveur lui-même peut être épanché sur la stalle. Dans ce cas, la stalle est confortable et la consommation journalière de litière est limitée à 0.3 à 1 kg de paille par vache. Des informations complémentaires concernant les sols figurent à la partie 3.1 (voir 3.1.3.6 La base de la logette). Il convient d'éviter les marches arrière qui sont trop hautes (maximum 0.25m). Pour atteindre cet objectif, il est parfois nécessaire de relever le faux bâti.

La mise à la terre des treillis métalliques à béton placés dans le béton constituant les auges et les stalles est recommandée pour éliminer les éventuels courants vagabonds.

Le sol des faux bâtis et des couloirs de service ne peuvent être blessants pour les onglons, mais ils doivent avoir une adhérence suffisante pour les vaches qui stationnent ou se déplacent en direction des prairies. Le faux bâti peut être constitué d'un sol plein séparé de la zone de couchage par une marche, ou d'un caniveau recouvert par une grille. La grille ne peut être blessante pour les onglons, elle doit cependant être aisément franchie par les matières fécales. La largeur libre entre les barreaux ne peut dépasser 40 mm et les barreaux doivent avoir une largeur d'au moins 25 mm. Leur face supérieure doit être uniforme et dépourvue d'aspérités. Les grilles dont les barreaux forment un nid d'abeilles ou sont recouverts de caoutchouc sont plus confortables pour les animaux.

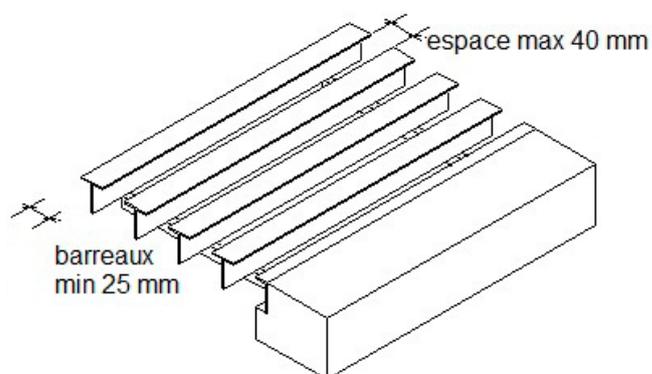


Figure 3.2.3.1: caractéristique d'une grille pour les étables entravées.

3.2.4 LES DISPOSITIFS DE CONTENTION DES ANIMAUX EN ETABLES ENTRAVEES

Dans la pratique, différents systèmes sont couramment utilisés ; il est fréquent qu'ils soient modifiés et que de nouveaux soient développés. En principe, les différents systèmes doivent :

- permettre le comportement normal du lever, du coucher, de la position debout et de la position couchée
- permettre le comportement normal durant l'ingestion de la ration
- ne pas blesser les animaux
- assurer la liberté de mouvement tout en évitant que l'animal s'avance exagérément au-dessus de l'auge et souille sa zone de couchage
- permettre des mouvements d'au moins 600 mm dans le sens longitudinal et des mouvements d'au moins 400 mm dans le sens transversal (parallèlement à l'auge) et offrir suffisamment de liberté dans le sens vertical.
- Ils devraient en outre limiter les comportements agonistiques (agressions) durant la consommation de la nourriture.

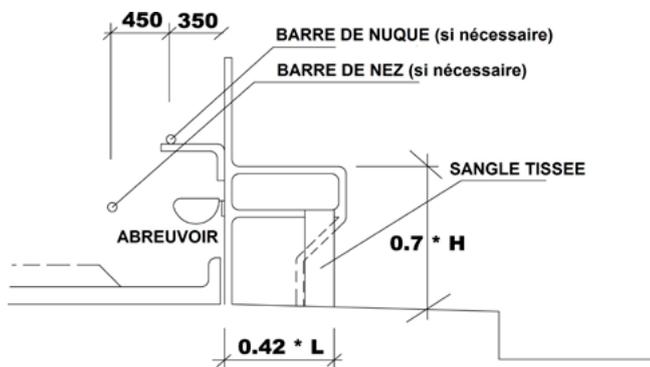


Figure 3.2.4.1: positionnement du tube de nuque, du tube de tête, de la séparation et de l'abreuvoir.

La mise en place de séparations entre les emplacements limite les positions en diagonale des animaux debout et couchés. Les dispositifs sans pied sont les plus confortables pour les animaux et ils permettent le déroulement sur le sol d'un nouveau matériau pour le couchage. La hauteur des séparations ne peut dépasser $0.7 H$ et leur longueur excéder $0.42 L$ (soit par exemple 0.70 m). Les bandes souples composées de textile sont les plus indiquées. Elles sont fixées dans le sol et à un support à la partie supérieure. La Figure 3.2.4.2 illustre ce genre de dispositif.



Figure 3.2.4.2: bande en textile souple remplaçant une séparation en dur (Schick, 2000).

3.2.5 LES BOXES DE VELAGE ET D'ALLAITEMENT

Des boxes de vêlage doivent être prévus dans les étables entravées. En outre, des boxes d'allaitement sont conseillés. Les préconisations relatives à ces dispositifs sont abordées au chapitre 3.10.

3.2.6 L'ABREUVEMENT

L'exigence minimale en matière d'abreuvement est qu'un abreuvoir de type bol soit prévu pour deux vaches. Cela signifie que deux vaches sont obligées de boire dans le même bol. Cette situation peut s'avérer stressante pour la vache dominée dont la consommation d'eau peut être limitée et la production laitière réduite. Pour éviter cela, il est conseillé d'installer un bol pour chaque vache. La position de l'abreuvoir est présentée à la Figure 3.2.4.1.

3.2.7 LES DRESSEURS DE VACHES

La liberté de mouvement donnée aux vaches peut s'accompagner du dépôt d'une importante proportion de matières fécales sur la zone de couchage. Dans ce cas, la préservation de la propreté de la zone de couchage doit aller de pair avec des prestations manuelles importantes et des apports de litière suffisants. Si de telles mesures ne sont pas prises, les animaux sont sales et leur santé mammaire est mise en péril. Pour prévenir cela, des dresseurs de vaches électrifiés, obligeant les vaches qui courbent l'échine lorsqu'elles défèquent ou urinent à reculer, sont parfois installés.

L'utilisation de dresseurs soulève des sérieux problèmes en matière de bien-être. Les points suivants doivent faire l'objet d'une attention particulière pour éviter que les vaches soient inutilement stressées :

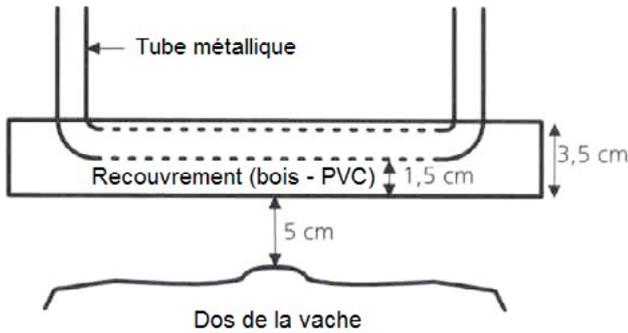
- le dresseur doit être positionné avec soin au moins 50 mm au-dessus du garrot lorsque la vache est en position normale (voir Figure 3.2.7.1)
- la position du dresseur doit être ajustée pour chaque vache place par place
- le dresseur doit être débranché lorsque la vache est en chaleurs (œstrus), sur le point de vêler ou fait l'objet de traitements divers
- il est recommandé de ne brancher le dresseur qu'un seul jour par semaine. Cette formule ne conduit pas au salissement des vaches
- des dispositifs spéciaux doivent être utilisés: décharges électriques à faible intensité, coupures programmées, coupures automatiques. L'utilisation d'électrificateurs pour prairies doit être proscrite.

L'utilisation de dresseurs de vaches contrarie certains comportements (œstrus et comportements permettant à l'animal de rester propre) et limite certains mouvements. En conséquence, la vache doit pouvoir, régulièrement et véritablement, s'adonner à certaines activités et être régulièrement et correctement pansée par l'éleveur. Dans certains pays, les dresseurs électrifiés sont interdits. Des alternatives aux dresseurs électrifiés ont été mises au point :

- le dresseur électrique modifié comporte un recouvrement en plastique ou en bois pouvant être soulevé par la vache qui alors découvre le tube métallique électrifié (voir Figure 3.2.7.2).

- Le système dit “Aktorik” comporte un capteur mettant en mouvement un arceau métallique à actionnement pneumatique qui oblige la vache à reculer (voir figure 3.2.7.3).

Le principal inconvénient du système est son prix.



© FAT 1999

Figure 3.2.7.1: le bon ajustement du dresseur de vaches électrifié.



Figure 3.2.7.2: dresseur dont la partie électrifié est couverte (AK Milchviehproduktion Voitsberg, 2004).

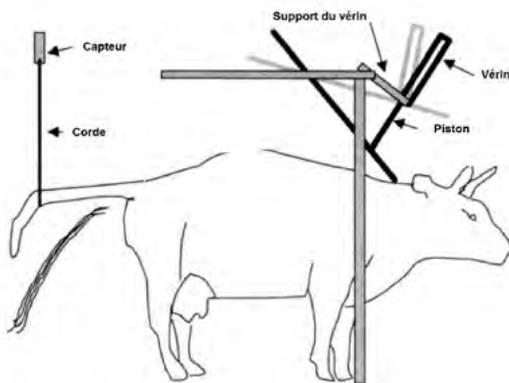


Figure 3.2.7.3: système pneumatique “Aktorik”.

3.3 LES AUGES

3.3.1 INTRODUCTION

La zone d'alimentation constitue une partie importante des bâtiments du fait qu'elle est utilisée par les animaux durant 5 à 9 heures par jour. Les cornadis et crèches doivent permettre aux animaux d'avoir accès à un volume important de nourriture, de prévenir les brutalités et les gas-

pillages d'aliments, et ils ne peuvent blesser les animaux. Les systèmes les plus indiqués sont ceux qui peuvent à la fois permettre aux animaux d'atteindre un volume important de nourriture, limitent les mouvements latéraux et de ce fait les brutalités, tout en n'étant ni inconfortables ni blessants pour les animaux. Lorsque l'alimentation a lieu à l'extérieur, la présence d'une protection contre les précipitations est nécessaire.

3.3.2 LE NOMBRE DE PLACES

Idéalement, tous les animaux doivent pouvoir s'alimenter simultanément. Cela signifie que chaque animal doit disposer d'une place pour se nourrir. Lorsque la ration est disponible en permanence, jour et nuit, on peut accepter de ne disposer que d'une seule place pour 2.5 animaux. Si le nombre de places est inférieur au nombre d'animaux, un cornadis autobloquant ne peut être installé.

3.3.3 LES DIMENSIONS HABITUELLES

3.3.3.1 Espace exploré par la vache

Pour atteindre davantage de nourriture, les vaches exercent avec leurs épaules une poussée importante sur le cornadis qui, en fonction de ses caractéristiques, peut les blesser. La nourriture devrait donc se trouver dans la zone pouvant être aisément atteinte par les animaux (Figure 3.3.3.1.1). Cette zone dépend de la taille des animaux et des caractéristiques du cornadis. En général, plus la différence de niveau « fond de l'auge - pieds des animaux » est importante, plus le volume atteint est grand. Néanmoins, afin de limiter les gaspillages de nourriture, la différence de niveau est habituellement comprise entre 15 et 20 cm. En outre, des recherches ont montré qu'une inclinaison du cornadis en direction de la table d'alimentation pouvant aller jusqu'à 20°, accroît le volume de nourriture accessible tout en réduisant les risques de lésions aux épaules. Le muret séparant la zone où se trouvent les animaux de celle où se trouve la nourriture ne peut avoir une épaisseur inférieure à 15 cm, mais pas supérieure à 20 cm.

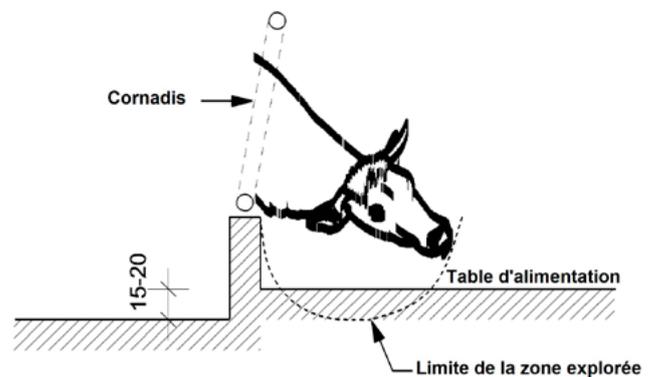


Figure 3.3.3.1.1: arc de cercle montrant la zone atteinte par les vaches.

3.3.3.2 Auge ou table d'alimentation

La réalisation d'une crèche limite le volume de nourriture qui est hors d'atteinte (Figure 3.3.3.2.1). Elle devrait avoir au moins 60 cm de largeur et 20 cm de profondeur. La réalisation d'une auge est plus coûteuse que celle d'une

table d'alimentation horizontale et de plus elle requiert davantage de travail pour son remplissage et son nettoyage. En cas d'utilisation d'ensilages, le béton doit être protégé contre les acides des ensilages (polyester ou résine époxy).

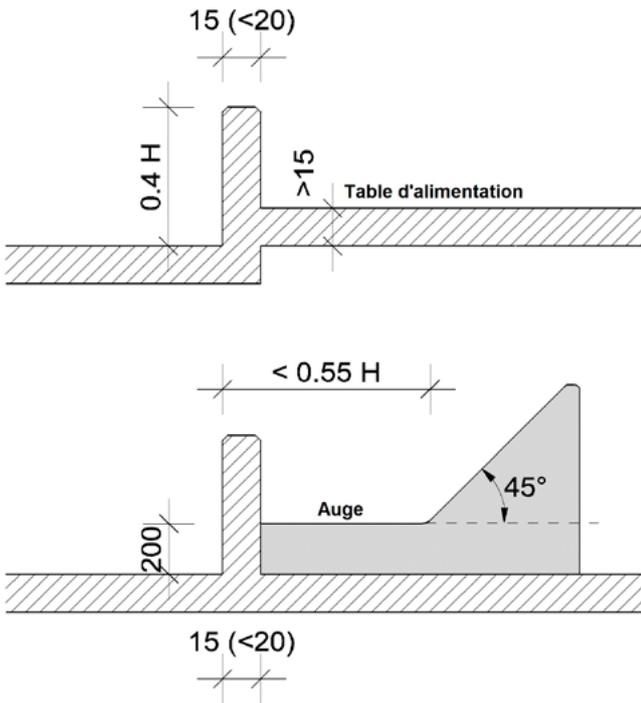


Figure 3.3.3.2.1: table d'alimentation et auge.

La largeur de chaque place (CS) est donnée par la formule: $CS = 1.3 W$ dans laquelle W = est la largeur aux épaules des animaux.

Le Tableau 3.3.3.1 présente les résultats obtenus pour des animaux de divers formats.

Tableau 3.3.3.3.1: calcul de la largeur des places pour des animaux de différents formats

Poids (kg)	W (cm)	CS (cm)
550	50	65
650	55	71
750	60	78
850	64	83

3.3.3.4 Les séparations entre places au cornadis

La présence de séparations entre les animaux se trouvant au cornadis réduit la compétition et les agressions dont sont en particulier victimes les animaux dominés. Par ailleurs, l'ingestion de matière sèche par les animaux dominés augmente grâce à ces séparations. Lorsque la zone sur laquelle les animaux restent en place durant l'ingestion de nourriture est surélevée et que les animaux ne sont pas perturbés par le passage du racleur, ils se trouvent sur une zone propre et sèche propice à la santé des pieds (Figure 3.3.3.4.1). Le placement d'un tapis en caoutchouc devant le cornadis s'avère également positif. Les couloirs doivent être suffisamment larges pour permettre le croisement de deux animaux, et ce sans gêne pour eux.

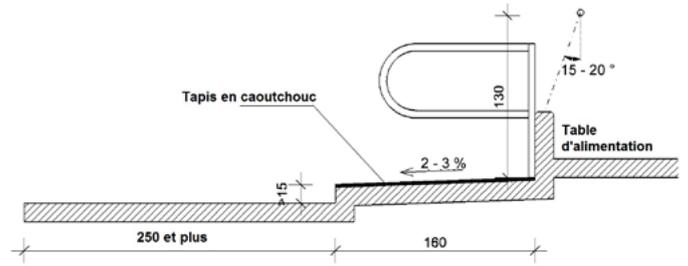


Figure 3.3.3.4.1: les dimensions en cm des séparations.

3.3.3.5. La table ou couloir d'alimentation

La largeur des couloirs d'alimentation pour la circulation des engins dépend du mode d'alimentation. Lorsque la ration est distribuée dans l'auge par une remorque mélangeuse-distributrice, la largeur des passages pour les engins doit avoir au moins 4 m. Lorsque des cornadis sont présents des deux côtés du couloir, la largeur doit être portée à 5 m pour garantir une distribution de ration en toute sécurité.

Si la ration est transportée et distribuée par un convoyeur, la largeur du couloir peut être limitée à celle du convoyeur. Lorsqu'un système mobile et automatisé (wagonnet) effectue la distribution de la ration, la largeur du couloir d'alimentation devra tenir compte des dimensions de l'engin et de ses exigences en matière de sécurité.

3.3.4 LES CORNADIS

3.3.4.1 Le système comportant des poteaux verticaux et un tube horizontal

Le garrot des bovins est relativement fragile et il subit aisément des lésions. Il en découle que la hauteur libre sous le tube horizontal est une donnée essentielle. Si cette hauteur est insuffisante, on assiste à une augmentation des risques de lésions du garrot. Le système est peu coûteux et facile d'accès pour les animaux. Le gaspillage d'aliments et le petit nombre de poteaux verticaux autorisant les mouvements latéraux de certains animaux qui en profitent pour agresser certains de leurs congénères, constituent deux inconvénients du système. Si le système est retenu, la position du tube horizontal doit pouvoir être aisément ajustée. Les dimensions figurent à la Figure 3.3.4.1.1.

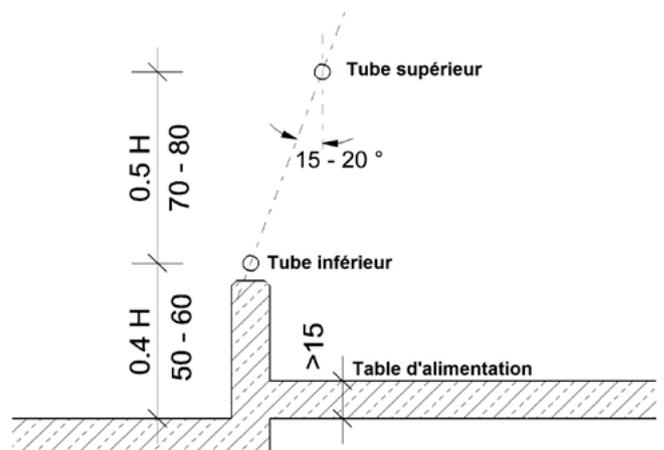


Figure 3.3.4.1.1: dimensions du système se composant de poteaux verticaux et d'un tube horizontal. Ces dimensions ne valent que pour des vaches écornées.

3.3.4.2 Le cornadis diagonal

Ce type de cornadis oblige les animaux à incliner leur tête pour qu'ils puissent prendre place. L'inclinaison des tubes limite le gaspillage de nourriture parce que les animaux ne peuvent les projeter derrière eux ou quitter le cornadis en emportant de la nourriture dans leur gueule. Les déplacements latéraux sont, dans une certaine mesure, limités, mais de manière inégale sur les deux côtés. Pour que les animaux puissent atteindre un maximum de nourriture avec un minimum de gaspillage, l'angle des tubes est fixé à 60°. Les dimensions sont données à la figure 3.3.4.2.1.

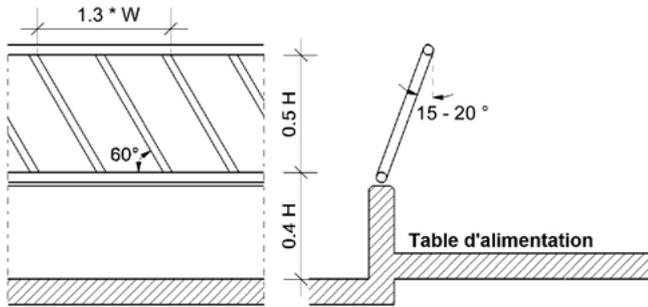


Figure 3.3.4.2.1: dimensions du cornadis diagonal.

3.3.4.3 Le cornadis suédois

Ce cornadis empêche les animaux d'en chasser d'autres du fait que les mouvements latéraux sont limités. Cependant, la quantité d'aliments qu'ils peuvent atteindre est réduite. Pour qu'ils puissent quand même atteindre une quantité suffisante d'aliments, il faut donner un angle de 7° aux éléments verticaux. Ce type de cornadis doit être solide en raison de ses caractéristiques et de l'angle, en direction du couloir d'alimentation, qu'il faut lui donner (Figure 3.3.4.3.1).

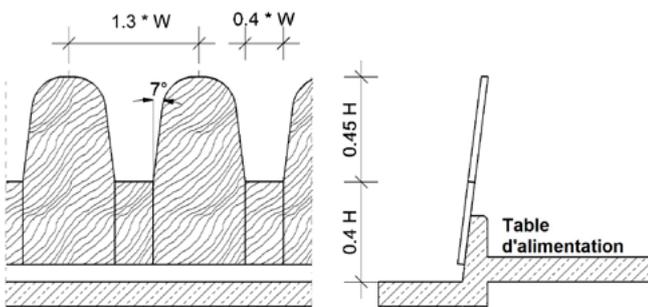


Figure 3.3.4.3.1: dimensions du cornadis suédois incliné

3.3.4.4 Le cornadis en queue d'aronde

Le cornadis en forme de queue d'aronde offre le meilleur accès aux aliments sans occasionner de blessures ou de gaspillages d'aliments. Les séparations verticales empêchent les animaux d'en chasser d'autres tout en leur offrant un accès optimal. De plus, sa construction est plus légère que le système précédent (suédois). Il peut être construit sur place avec du bois ou acheté en éléments préfabriqués qui, dans ce cas, sont métalliques. Les dimensions sont données à la Figure 3.3.4.4.1.

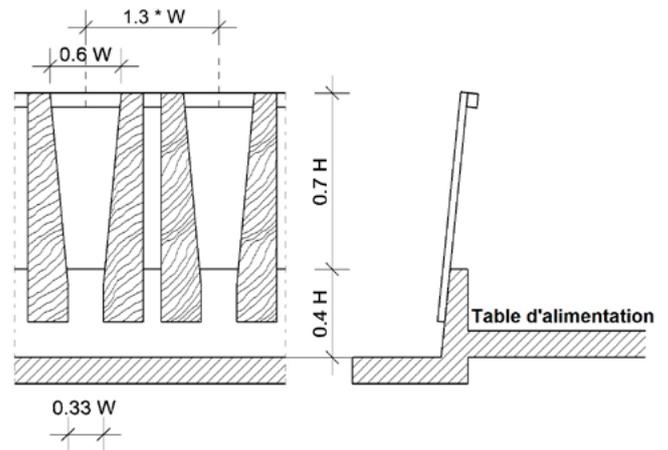


Figure 3.3.4.4.1: détails de construction d'un cornadis en queue d'aronde.

3.3.4.5 Le cornadis autobloquant

Le cornadis autobloquant est souvent préféré car il permet d'immobiliser les animaux ce qui, en matière de gestion, comporte les avantages suivants :

- les vaches peuvent être maintenues au cornadis durant au moins 30 minutes après la traite pour les empêcher de se coucher en attendant la fermeture du sphincter de leurs trayons
- les vaches immobilisées peuvent être approchées pour un examen vétérinaire, la réalisation des inséminations artificielles, les laver et pour diverses activités
- le gaspillage de nourriture, comme le foin, est réduite
- la compétition pour la consommation d'aliments est réduite.

Les dimensions du cornadis autobloquant sont reprises à la Figure 3.3.4.5.1. Les cornadis sont généralement posés en position verticale, mais leur inclinaison en direction du couloir d'alimentation d'un angle de 20° augmente la quantité d'aliment pouvant être atteinte. Les bruits produits par le basculement des tubes peuvent être réduits par l'utilisation de dispositifs spéciaux en matériau synthétique.

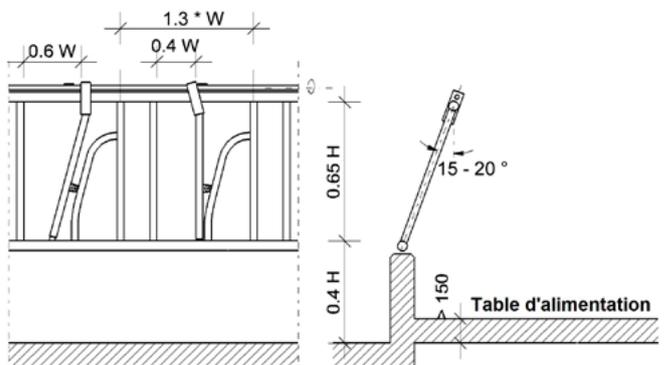


Figure 3.3.4.5.1: cornadis autobloquant typique.

3.3.5 LES DISPOSITIFS POUR RAPPROCHER LES ALIMENTS DU CORNADIS

Les dispositifs automatisés qui rapprochent les aliments du cornadis, permettent de réduire les besoins en main-d'œuvre nécessaires pour en maintenir un volume suffisant à la disposition des animaux. Ils permettent, pour une longueur donnée de cornadis, de nourrir plus d'animaux et d'accroître le temps pendant lequel les aliments sont accessibles. Lorsque des blocs d'ensilage sont déposés devant les animaux, ils peuvent être progressivement rapprochés du cornadis afin que les animaux puissent aisément poursuivre leur consommation. Cette manière de procéder s'accompagne cependant d'un risque de reprise des fermentations si le séjour des blocs dans le couloir d'alimentation est trop long. Il est par conséquent conseillé de ne maintenir que des quantités limitées d'ensilage dans le couloir d'alimentation.

Une solution alternative (Figure 3.3.5.1) consiste à déplacer le cornadis (donc les animaux) en direction des blocs d'ensilage. La technique est comparable à l'alimentation au silo en libre-service (self-feeding) pour laquelle les animaux déplacent eux-mêmes une barrière en direction du silo. L'absence de différence de niveau entre la zone occupée par les animaux et celle accueillant l'ensilage, et le travail requis pour le nettoyage constituent les inconvénients de cette technique.

Dans les systèmes conventionnels, on peut faire appel à des dispositifs automatisés (robot) se déplaçant le long du cornadis pour rapprocher les aliments des animaux plusieurs fois par jour. Ces engins peuvent même distribuer des aliments concentrés. Une autre formule est illustrée à la Figure 3.3.5.2. Dans ce cas, il s'agit d'une toile qui est attachée au pied du cornadis ou de la stalle, sur laquelle les aliments sont déposés. La toile est relevée régulièrement pour maintenir les aliments à la portée des animaux.



Figure 3.3.5.2: système comportant une toile relevable (Schick, 2000).

3.3.6 LES RATELIERS A FOIN

Un râtelier se compose de deux compartiments : le premier accueille le fourrage alors que le second accueille la tête de l'animal pendant qu'il consomme le fourrage. Des tubes verticaux distants de 14 à 18 cm séparent les deux compartiments. Une auge placée sous le compartiment « alimentation » récupère le fourrage perdu par l'animal qui peut, de la sorte, être consommé ultérieurement. L'animal a accès à la partie "alimentation" au travers d'une barrière. Etant donné que la face arrière du compartiment de stockage est inclinée, le fourrage glisse en permanence en direction du compartiment « alimentation » et sa consommation est assurée jusqu'au dernier brin. En conséquence, il n'est pas nécessaire d'incliner la barrière. Une réalisation typique est celle qui est présentée à la figure 3.3.6.1.

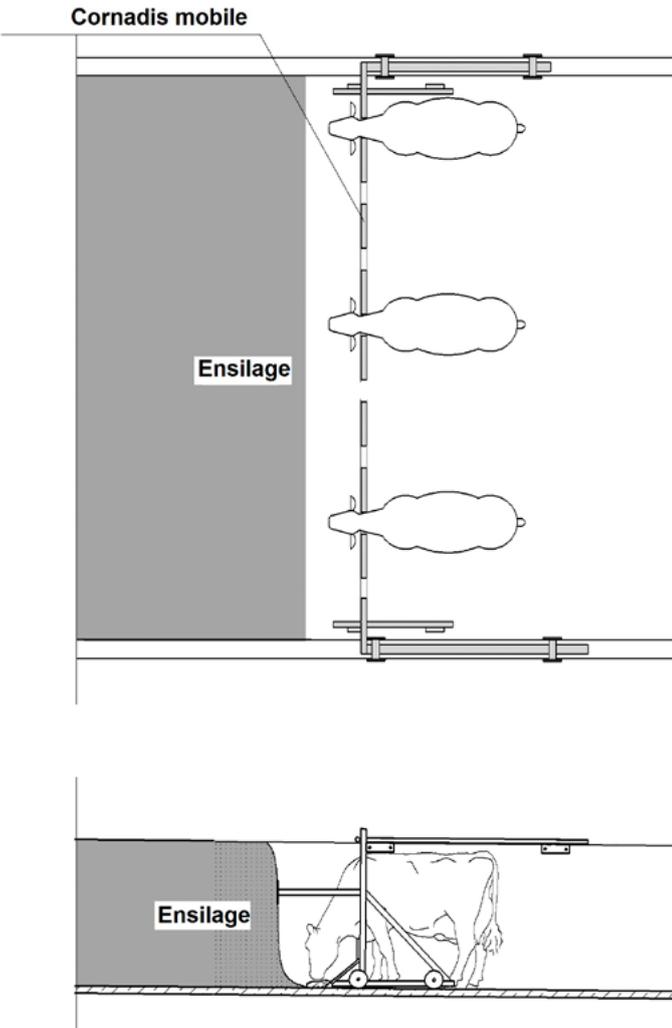


Figure 3.3.5.1: alimentation au silo comportant une barrière mobile déplacée par les animaux.

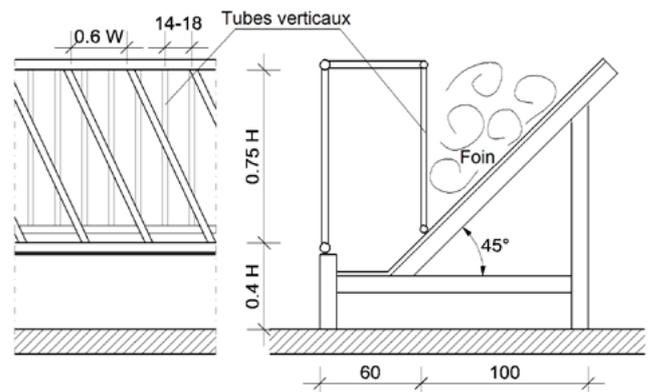


Figure 3.3.6.1: exemple de râtelier à foin dont la barrière comporte des tubes inclinés du type cornadis suédois.

3.3.7 LES RATELIERS A BALLES

Des râteliers sont conçus pour recevoir des balles cylindriques ou parallélépipédiques de foin ou d'ensilage. Le taux de gaspillage auquel ils donnent lieu dépend essentiellement de leur conception. Le fond du râtelier doit être fermé sur une hauteur de 40 cm. Un cornadis suédois ou en queue d'aronde permet de réduire la quantité de fourrage qui est extraite du râtelier et par conséquent gaspillée. Par ailleurs, ce râtelier peut être déplacé par un tracteur et déposé dans un parcours extérieur ou en prairie.

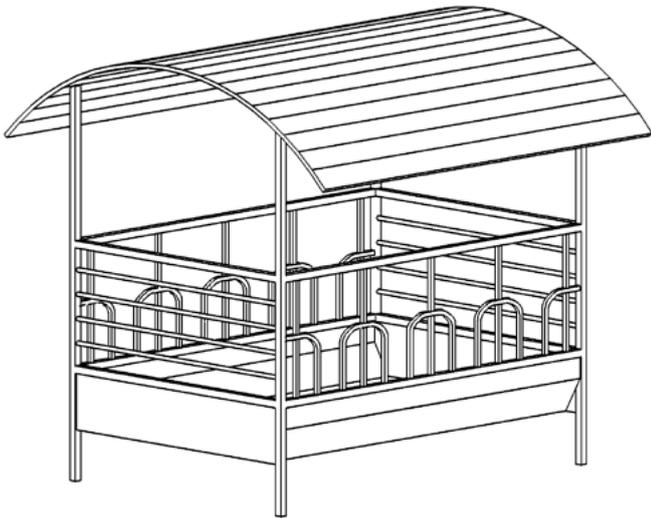


Figure 3.3.7.1: râtelier à balles déplaçable.

3.3.8 LES DISTRIBUTEURS DE CONCENTRES

Les vaches laitières requièrent une alimentation complémentaire qui n'est pas ou ne peut être distribuée avec les fourrages. Les concentrés peuvent être distribués en salle de traite mais, pour des raisons physiologiques, des quantités importantes de concentrés ne peuvent être consommées en salle de traite en raison de la durée relativement courte de la traite. C'est la raison pour laquelle des DAC (distributeurs automatisés de concentrés) sont utilisés pour assurer la distribution de concentrés tout au long de la journée. Les animaux sont identifiés au moment où ils pénètrent dans la station (le DAC) par un dispositif électronique (émetteur) faisant parfois partie d'un collier. Dès qu'ils sont identifiés et qu'il apparaît qu'ils ont encore droit à une part de leur ration journalière de concentrés, le distributeur met à leur disposition une certaine quantité de concentrés. Idéalement, le nombre d'animaux par station est de 25 à 30. Il existe différentes modèles commerciaux de distributeurs de concentrés. Pour protéger les animaux des agressions durant leur consommation de concentrés, il est recommandé de prévoir un portillon à l'arrière de la station ou une sortie par l'avant. En raison du coût des DAC, certains agriculteurs choisissent d'incorporer les concentrés dans une ration totale mélangée (RTM) plutôt que de faire l'acquisition de DAC.

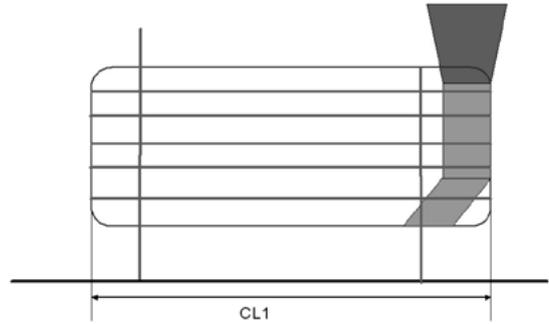


Figure 3.3.8.1: distributeur automatisé de concentrés.

3.4 LES ABREUVOIRS

3.4.1 INTRODUCTION

Pour les vaches laitières, l'eau est un important facteur de production et toute insuffisance affecte la production laitière, en particulier des vaches produisant 10 000 kg ou plus par lactation. En conséquence, une eau de bonne qualité doit être mise à disposition au moyen d'abreuvoirs fiables et aisément accessibles. Les recommandations qui suivent indiquent de quelle manière il est possible d'atteindre ces objectifs.

3.4.2 LES BESOINS EN EAU

Chaque jour, la vache consomme de grandes quantités d'eau qui dépendent de facteurs tels que la quantité de lait produite, le pourcentage moyen de matière sèche de la ration, le stade de la lactation et la température ambiante. Castle et Thomas (1975) considèrent que deux de ces facteurs, à savoir la quantité de lait produite et le taux moyen de matière sèche de la ration, jouent un rôle déterminant. Ils ont mis au point la formule suivante pour définir les besoins en eau (Figure 3.4.2.1):

$$y = 2.53 x_1 + 0.45 x_2 - 15.3 (\pm 8.31)$$

dans laquelle:

y = besoins en eau en l/jour

x₁ = production laitière en kg/jour

x₂ = taux moyen de matière sèche de la ration en %.

Cette formule permet de déterminer qu'une vache ayant une production laitière journalière de 25 kg de lait et recevant une ration à 40 % de matière sèche a des besoins journaliers en eau d'environ 66 kg.

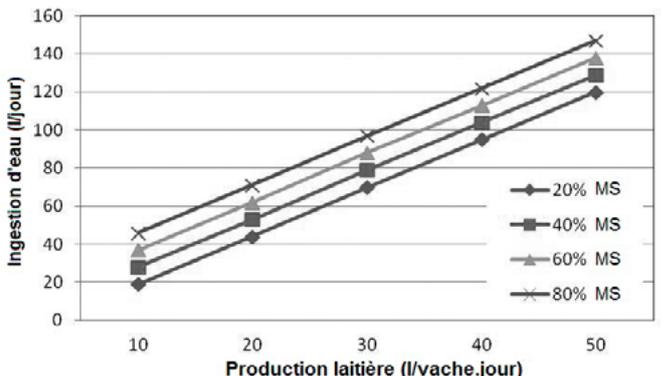


Figure 3.4.2.1: besoins en eau en fonction de la production laitière et de la teneur en matière sèche de la ration (Castle and Thomas, 1975).

Meyer (2004) a développé une formule permettant de calculer les besoins en eau en fonction de la production laitière, de la température ambiante et du poids de l'animal :

Ingestion d'eau (l/jour) = - 26.12 + 1.516 * température ambiante moyenne (°C) + 1.299 * production laitière (kg/jour) + 0.058 * poids corporel (kg) + 0.406 * ingestion de sodium (Na en g/jour).

Cette formule indique qu'une vache produisant 40 kg de lait par jour et se trouvant dans un environnement dont la température est supérieure à 25°C a des besoins en eau de 100 litres par jour.

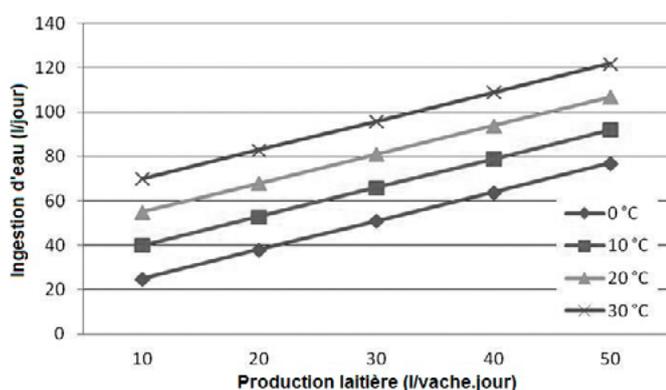


Figure 3.4.2.2: besoins en eau en fonction de la production laitière et de la température ambiante (vache de 650 kg) [Meyer, 2004].

3.4.3 POSITION DE LA TÊTE ET COMPORTEMENT

Lorsqu'une vache boit naturellement (point d'abreuvement), elle plonge son mufle de 30 à 40 mm dans l'eau et incline sa tête d'un angle de 55 à 75° (Boxberger, 1975) (Figure 3.4.3.1). Étant donné que la vache ingère son eau par succion, des passages d'air ne peuvent se produire et les narines doivent rester au-dessus du niveau de l'eau. Une lame d'eau d'une épaisseur minimale de 60 - 80 mm est requise. Environ 10 litres d'eau sont consommés lors de chaque passage à l'abreuvoir qui dure de 1 à 2 minutes. En position naturelle d'abreuvement, la vache peut consommer de 18 à 25 litres d'eau par minute (max.25, ALB Bayern). Pour permettre à la vache de boire naturellement, Metzner (1978) suggère que la superficie des abreuvoirs (bac ou bol) devrait atteindre 0.06 m² par vache.

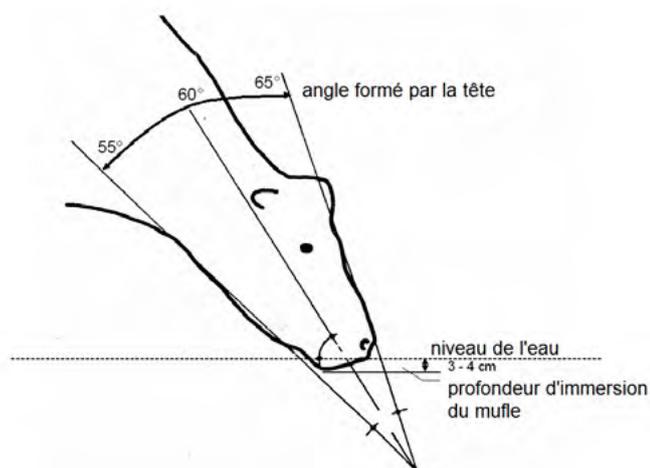


Figure 3.4.3.1: position de la tête durant l'abreuvement.

L'observation de la vache lorsqu'elle boit montre qu'un abreuvoir placé à 0.60 m de hauteur et ayant les dimensions 1.39 m x 0.95 m donne lieu à une ingestion remarquablement longue (27.3 sec) et à une consommation d'eau par abreuvement plus importante que lorsque la vache doit boire dans un plus petit abreuvoir (1.26 x 0.68 m) placé à une hauteur de 0.30 m (Pinheiro, 2004). Cela donne également lieu à une consommation d'eau plus importante (80 litres, pâturage et consommation de fourrage à 17 % de matière sèche). Les vaches préfèrent boire dans un bac que de l'eau en mouvement ou dans un bol.

3.4.4 LA QUALITE DE L'EAU

L'eau a une certaine odeur, une certaine couleur et un certain goût. Bien qu'étant subjectives, ces caractéristiques peuvent fournir une bonne indication sur sa qualité. Une appréciation plus précise nécessite la réalisation d'analyses physiques, chimiques et bactériologiques, et notamment des matières en suspension, du pH et de la demande biologique en oxygène (DBO).

La conception et l'entretien des abreuvoirs peuvent affecter la qualité de l'eau. Des particules d'aliments, des déchets, des algues et d'autres organismes peuvent en altérer la qualité. Les bacs et/ou les abreuvoirs bols doivent être conçus de manière à pouvoir être vidés et nettoyés régulièrement. Le fonctionnement et la propreté des abreuvoirs doivent être vérifiés tous les jours.

En ce qui concerne la température, il apparaît que les vaches préfèrent et boivent davantage lorsque la température de l'eau est à 17°C (Andersson, 1984). Lorsque la température est inférieure à 10°C, les vaches produisent 0.8 kg par jour de lait en moins (Himmel, 1964). En conséquence, la température idéale pour une eau de boisson se situe entre 10 et 20°C.

3.4.5 LES DISPOSITIFS D'ABREUVEMENT - EXIGENCES DE BASE

Tout abreuvoir (bac ou bol) doit :

- être facilement accessible
- avoir une dimension adaptée
- débiter l'eau à la bonne hauteur
- permettre à chaque animal de consommer l'eau à raison de 10 litres par minute
- limiter les mouvements de l'eau afin que l'animal n'absorbe pas de l'air à la place d'eau
- être conçu pour éviter qu'il soit souillé par des déjections
- être facile à nettoyer.

3.4.5.1 Les bacs

Pour les stabulations libres, les bacs à niveau constant d'une capacité unitaire de 200 litres sont recommandés. Ils permettent aux animaux de boire rapidement du fait de l'importante quantité d'eau qu'ils contiennent. Même si le débit de la vanne est faible, ce type d'abreuvoir autorise les vaches à boire régulièrement jusqu'à 20 litres par minute. Un bac de 2 m de long, 0.4 m de largeur et 0.4 m de profondeur suffit pour répondre aux besoins de 25 vaches. En hiver, une longueur 0.05 m par vache est conseillée, alors qu'en été la longueur doit être portée à 0.10 m. La présence d'au moins deux abreuvoirs par groupe d'animaux est recommandée (voire plus en fonction de la taille du groupe), car en certaines circonstances, une vache dominante peut très bien stationner pendant une période prolongée à proximité d'un bac et empêcher d'autres vaches d'y avoir accès.

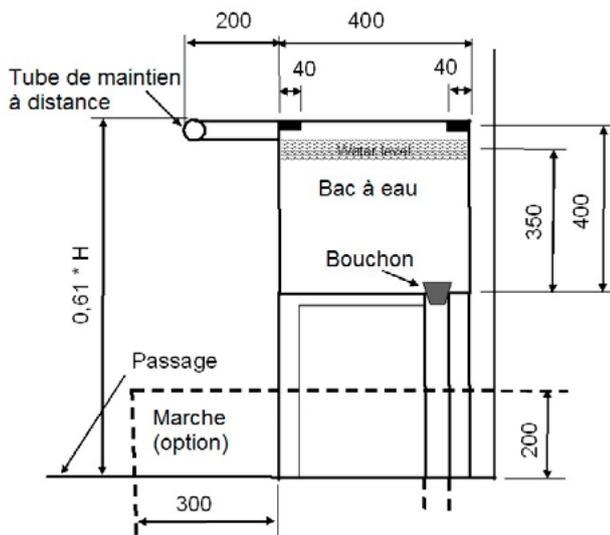


Figure 3.4.5.1.1: vue en coupe d'un abreuvoir équipé d'un tube de maintien à distance des animaux (la marche constitue une alternative au tube).

Les bacs doivent mettre à disposition de l'eau dont le niveau de l'eau, à compter du sol, se situe à $0,61 H$ ($0,85 \text{ m}$). Le niveau de l'eau se situera $0,07$ et $0,08 \text{ m}$ en dessous des parois (ALB - Bayern, 2000) afin de limiter les gaspillages et projections en direction des zones environnantes.

Dans tous les cas, le bac doit être équipé d'une vanne et d'un bouchon de vidange afin qu'il puisse être aisément vidé, nettoyé et entretenu. Les bacs basculants facilitent le nettoyage.

Pour éviter la défécation des animaux dans l'abreuvoir, un tube d'éloignement des animaux ou une marche peut être utilisé. Ces dispositifs sont illustrés à la Figure 3.4.5.1.1.

3.4.5.2 L'abreuvoir bol

Les bols peuvent être utilisés pour autant qu'ils aient une superficie de $0,06 \text{ m}^2$ et que leur débit atteigne 10 litres à la minute. Leur débit ne peut pas être limité par le diamètre des conduites ou par la vanne d'arrêt.

Dans les étables entravées, les bols seront placés de manière telle que leur plan d'eau se situe à la hauteur égale à $0,55 * H$ par rapport au sol. Les bols ne sont pas conseillés dans les stabulations libres.

Certains abreuvoirs constituent un compromis entre le bol et le bac à niveau constant. Ils présentent une superficie importante et leur débit peut atteindre 20 litres à la minute. Cependant, ils peuvent présenter quelques désavantages tels qu'une lame d'eau trop mince, ou une eau exagérément agitée à cause de leur grand débit. Il y a lieu de tenir compte de ces éléments au moment de choisir les abreuvoirs.

3.4.5.3 Les abreuvoirs à ballon flottant

Description:

Le principe est unique, mais différentes variantes de réalisation existent. L'abreuvoir est constitué d'un réservoir isolé contenant un dispositif de régulation à niveau constant. Les animaux ont accès à l'eau par une ouverture qui est occupée par un ballon ou protégée par un couvercle. Ses avantages sont:

- résiste au gel et sa construction est simple
- entretien limité
- ils sont surtout utilisés en prairie.

Ses inconvénients sont :

- son hygiène peut laisser à désirer en raison d'une propreté insuffisante et de la difficulté de les nettoyer
- les animaux doivent pousser le ballon sur le côté pour atteindre l'eau. Pour les animaux jeunes et ceux qui manquent de force, cette action peut s'avérer quasiment impossible à réaliser. En période de gel, l'accès à l'eau peut s'avérer problématique voire impossible.

3.4.6 LE GEL

Le système de distribution d'eau et les abreuvoirs doivent être protégés contre le gel. Cela peut être réalisé de différentes manières, dont certaines offrent l'avantage de mettre à la disposition des vaches une eau dont la température est stable. Pour empêcher le gel des tuyauteries, il y a lieu, en fonction du climat, de les enfouir à $0,80 - 1,20 \text{ m}$ dans le sol.

Des systèmes passifs comme par exemple l'utilisation des calories du sol (Figure 3.4.6.1) peuvent être mis en œuvre sous certains climats. Sous d'autres climats, des systèmes chauffants fonctionnant à l'électricité, au gaz ou au fuel sont parfois nécessaires. Les abreuvoirs à ballon sont résistants au gel et ils peuvent être placés à l'extérieur.

Parmi les systèmes pouvant être utilisés pour protéger les installations contre le gel, on peut faire appel:

- à l'électricité basse tension réchauffant l'eau dans l'abreuvoir
- à des câbles électriques à basse tension pour envelopper et réchauffer les canalisations, les valves et les abreuvoirs
- la mise en circulation ininterrompue d'eau réchauffée passant par les abreuvoirs.

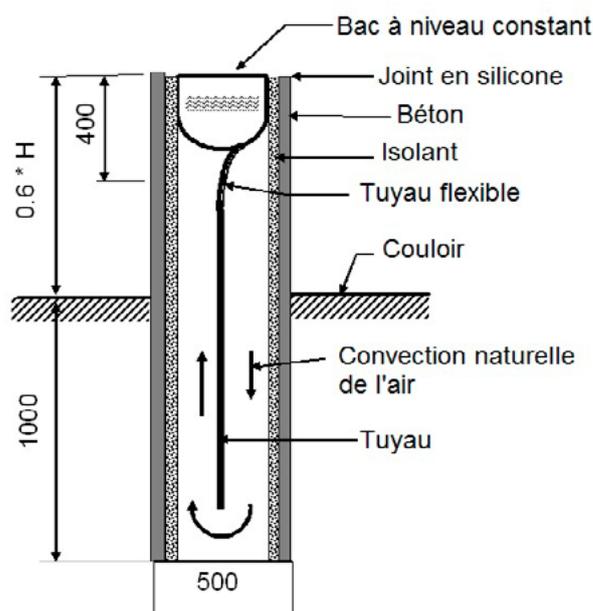


Figure 3.4.6.1: vue en coupe d'un abreuvoir protégé contre le gel.

3.4.7 L'ACCESS ET LA LOCALISATION DES ABREUVOIRS

Les bacs à niveau constant de 2.00 à 2.50 m de long et d'une largeur de 0.40 - 0.45 m seront placés dans un passage ayant de préférence 3.50 m de large. Lorsque plusieurs vaches boivent en même temps, cette disposition permet à d'autres animaux de passer derrière elles (voir Figure 3.4.7.1 et la partie 3.4.7.1).

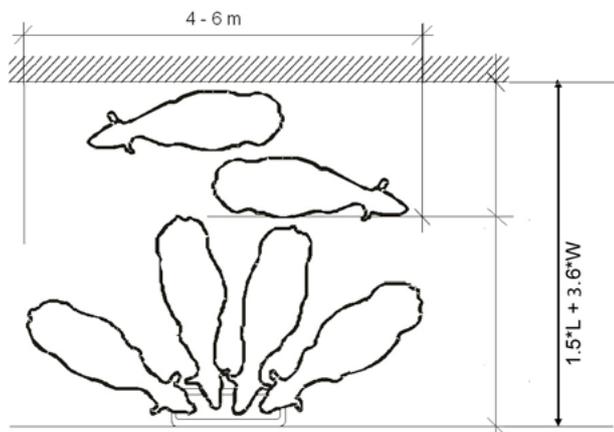


Figure 3.4.7.1: position d'un abreuvoir dans un passage.

Dans les bâtiments comportant une litière et des zones sans litière (béton ou caillebotis), les abreuvoirs doivent être localisés au niveau des zones sans litière afin d'éviter de souiller les litières par les gaspillages et les projections d'eau (Figure 3.4.7.2).

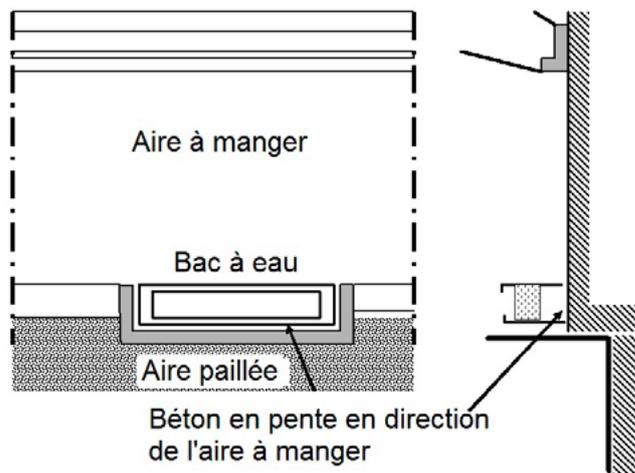


Figure 3.4.7.2: positionnement d'un abreuvoir dans un bâtiment comportant une litière et une zone sans litière.

3.4.8 LE NOMBRE DE BOLS / D'ABREUVOIRS

Le nombre de bols à prévoir doit être égal à 15% du nombre de vaches, soit environ un abreuvoir pour 7 vaches. Même dans le cas de petits troupeaux, le nombre d'abreuvoir à mettre en place est important, 9 abreuvoirs pour 60 vaches, et il est quasi impossible de les localiser judicieusement.

3.4.9 SPECIFICATIONS TECHNIQUES

Voir Tableau 3.4.9.1

Tableau 3.4.9.1: débit d'eau pour des canalisations de différents diamètres.

Dimension		Débit maximum (litre/min)*											
Tuyaux en acier D(pouces)**	Tuyaux en polyéthylène D (mm)***	Longueur de la canalisation (m)						Type de produit					
		10		20		30		40		50		60	
		GS	P	GS	P	GS	P	GS	P	GS	P	GS	P
0.5 "	20	21	33	16	23	14	18	11	15	10	14	9	12
0.75 "	25	43	60	36	40	28	33	24	27	23	24	21	23
1 "	32	96	114	66	78	57	66	45	51	42	48	39	45
1.25 "	40	195	204	144	144	120	114	96	96	90	84	84	84
1.5 "	50	300	375	210	258	180	210	150	174	132	156	129	150
2 "	63	510	660	420	480	330	390	285	330	270	300	240	270

D = diamètre extérieur

GS = acier galvanisé

P = tuyau en plastique

*Pression initiale de l'eau 300 kPa,

Perte de pression dans le tuyau 50 - 70 kPa

** diamètre intérieur

*** diamètre extérieur

3.5 LE SOL

3.5.1 INTRODUCTION

La face supérieure du sol qui constitue l'interface entre l'animal et le bâtiment, a une importance capitale pour l'obtention de performances animales satisfaisantes du fait qu'il s'agit de la partie de la construction qui est en contact étroit et permanent avec les animaux. Les sols sont des éléments multifonctionnels et de ce fait leur configuration doit faire l'objet de compromis.

Le sol doit être suffisamment résistant pour supporter le poids des animaux et, où cela est nécessaire, des machines. Un revêtement inadéquat au niveau des couloirs provoque fréquemment des traumatismes des ongles et des membres, et des perturbations du comportement des animaux. Les surfaces trop rugueuses sont abrasives pour les ongles et elles sont responsables d'une usure rapide des ongles. Les surfaces trop glissantes ou dont la pente est excessive sont responsables de traumatismes consécutifs à des chutes ; elles réduisent la fréquence de déplacement des

animaux et affectent le comportement normal et la locomotion. Les surfaces dures favorisent l'apparition des boiteries consécutives à des affections des articulations et des onglons. Dans le cas des caillebotis, la largeur des fentes doit être limitée pour prévenir les dommages aux onglons. Cela étant, un bon drainage (passage des matières fécales) requiert pourtant des fentes ayant une largeur minimale. En outre, une insuffisance d'hygiène due à des sols trop sales et trop humides augmente la fréquence des mammites et des dermatites interdigitées. En conséquence et du point de vue de l'animal, les sols doivent :

- avoir une adhérence suffisante sans être trop abrasifs
- être suffisamment souples et pas trop durs
- pouvoir rester propres et secs.

D'autres paramètres, comme les réglementations environnementales, doivent également être pris en compte. Il s'agit notamment de l'obligation de réduire les émissions d'ammoniac dans les bâtiments d'élevage qui, dans certains pays, a un impact sur les caractéristiques des sols.

3.5.2 LES DIFFÉRENTS TYPES DE SOL

Dans un bâtiment d'élevage, on identifie des zones ayant des fonctions spécifiques comme l'aire d'alimentation, l'aire de repos et les aires de circulation. Les caractéristiques des sols dépendent des fonctions dévolues aux diverses zones que sont les couloirs constitués de caillebotis en béton, les aires d'alimentation et les aires d'attentes avant la traite recouvertes d'un tapis en caoutchouc, les logettes accueillant des matelas, du sable ou de la paille.

Les sols en dur sont les plus souvent réalisés avec du béton ; ils sont curés par un racleur ou par un engin équipé d'un rabot, alors que dans certains cas ils le sont par hydrocurage. L'asphalte est parfois utilisé en tant que couche de finition. Les tapis posés sur des caillebotis ou sur du béton constituent également des formules de plus en plus fréquentes. Les caillebotis préfabriqués disposés au-dessus de fosses à lisier sont largement employés, bien que des plaques préfabriquées, rainurées ou pas, sont également mises en place. Parfois, des racleurs mécaniques ou des robots de curage sont mis en service pour améliorer la propreté des sols. En effet, un sol propre le long des logettes améliore la propreté des logettes et cela se traduit par un moindre salissement des trayons et des pis, par une diminution de la fréquence des mammites et par une amélioration de la qualité du lait.

3.5.3 LES EXIGENCES DE BASE

Lorsque les spécifications des sols d'un bâtiment pour des vaches doivent être précisées, le concepteur devra prendre en compte de nombreux paramètres comme les charges résultant de la présence des animaux et de machines, leur caractère antidérapant, les réglementations relatives à la protection des eaux, la méthode de nettoyage, la présence de litière, etc. Le caractère agressif des déjections et des aliments constitue une contrainte à laquelle le matériau devra résister. En outre, l'utilisation d'engins pour le curage leur fait supporter des efforts supplémentaires auxquels ils doivent résister. En raison des exigences multiples auxquelles les sols des bâtiments d'élevage doivent faire face, certains pays ont développés des normes nationales, applicables aux sols des bâtiments d'élevage, couvrant les particularités structurales, les techniques de production, le ferrailage et la qualité du béton.

3.5.4 L'INTERFACE AVEC L'ANIMAL

De nombreuses affections animales sont par nature multifactorielles et le sol doit être considéré comme étant le facteur prépondérant de la survenue de problèmes de santé au niveau des membres et des pieds de la vache laitière. Les sols agissent de manière directe, par leurs caractéristiques physiques, ou indirecte, par exemple en raison d'un manque de propreté, en tant que vecteurs de maladies dont les germes sont présents à leur surface. Les affections des onglons chez les bovins ont été mises en relation avec la fréquence des contacts avec les matières fécales et les urines, ainsi qu'avec les particularités des sols qui sont responsables de lésions ou de destructions de tissus. D'autre part, des lésions des os, des muscles et des ligaments peuvent être provoquées par les glissades des animaux.

Ces effets seront en premier reliés à d'importantes caractéristiques du sol :

- la résistance à la glissance (friction ou glissance)
- la dureté (ou la souplesse)
- l'abrasivité
- la texture de la surface (rugosité et rainures/forme)
- le profil de la surface (pente ou gradient).

3.5.4.1 La résistance à la glissance

La résistance à la glissance dépend de la friction entre l'onglon et la surface du sol. Le coefficient de friction qui est un nombre compris entre 0 et 1, exprime le degré de résistance à la glissance de deux corps solides l'un par rapport à l'autre ; plus élevé est le coefficient de friction, plus grande est la résistance à la glissance. Le niveau du coefficient de friction requis (par exemple pour éviter les glissades) pour une vache qui se déplace, dépend de son comportement, comme par exemple se déplacer en ligne droite, changer de direction, s'enfuir (accélération) ou s'arrêter (décélération), etc., ainsi que se mettre en mouvement à partir de la position arrêtée. Le coefficient de friction maximal requis au moment du démarrage se situe entre 0.30 et 0.85 pour des situations variables (van der Tol et al., 2005). Pour les aires d'exercice, un coefficient de friction de l'ordre de 0.40 est conseillé pour que le sol soit suffisamment sec et propre, et pour éviter qu'il soit exagérément abrasif. Pour les matériaux non abrasifs (par exemple les revêtements souples comme les tapis en caoutchouc), un coefficient de l'ordre de 0.80 est conseillé.

Dans le cas des bétons, il est difficile d'obtenir un coefficient de friction compris entre 0.35 et 0.45 en conditions réelles. En effet, la résistance à la glissance dépend de divers facteurs comme la présence de déjections et l'usure (polissage) qui, au fil du temps, est réalisée par les passages répétés des engins de nettoyage et les déplacements des animaux. Par ailleurs, des sols durs, comme le béton et l'asphalte, qui sont fréquemment raclés lorsqu'il fait chaud et sec, peuvent devenir glissants à cause de la présence d'une pellicule de déjections sèches qui se forme à leur surface. En dépit de cela, il est généralement recommandé, lorsque des racleurs automatisés sont utilisés, de les faire fonctionner 5 à 6 fois par jour, car la diminution du nombre de passages quotidiens s'accompagne d'une diminution du coefficient de friction et de l'hygiène qui est consécutive à l'accumulation des déjections, et d'un accroissement des émissions d'ammoniac. Il est recommandé d'équiper les racleurs d'une lame en caoutchouc afin de diminuer l'usure de la surface du sol.

D'autre part, lorsqu'il est mesuré en un endroit précis, le

coefficient de friction obtenu dépend de la méthode de mesure. L'appareil de mesure le plus fréquemment utilisé est le « skid resitant tester (RST) » qui ne peut cependant être employé que sur des sols durs et pas sur des sols souples comme le caoutchouc. Pour les aires de circulation, la valeur SRT recommandée pour des sols en béton propres et humides, est comprise entre 55 et 65. En pratique, une surface adéquate pour un couloir en béton peut être obtenue par un léger brossage du béton frais en cours de durcissement.

Les bétons et les caillebotis anciens qui sont devenus trop glissants, peuvent être traités pour leur donner une meilleure résistance à la glissance. En fonction du type de sol, différentes techniques peuvent être employées : attaque à l'acide ou à la flamme, bouchardage, meulage, rainurage ou mise en place d'un revêtement (tapis en caoutchouc). Le résultat final, la durabilité et le rapport coût/bénéfice dépendent dans une large mesure de la méthode employée et du savoir-faire de l'opérateur. Pour des sols durs, il est en général préférable de les boucharder, rainurer ou couvrir pour, à long terme, améliorer leur résistance à la glissance. La réalisation de rainures de 3 mm de profondeur est conseillée. Les rainures n'augmentent pas la friction de la surface comprise entre les rainures, mais elles aident les onglons à trouver de l'adhérence, en particulier lorsque le pied glisse. En outre, l'efficacité du rainurage dure plus longtemps. Le recouvrement des sols avec des tapis en caoutchouc est conseillé, car en plus d'une augmentation de la résistance à la glissance, ils sont souples. Ils sont malheureusement coûteux. Néanmoins, ils peuvent avoir un intérêt considérable dans les troupeaux souffrant de sérieuses affections des pieds. Les sols recouverts de polyuréthane ou de résine époxy ne peuvent être utilisés dans les bâtiments équipés de racleurs.

3.5.4.2 L'abrasivité

Tous les sols constitués de matériaux traditionnels sont, dans une certaine mesure, abrasifs. Pour la plupart des animaux dont le pied se termine par de la corne, les sols doivent être suffisamment abrasifs pour conserver le pied en bonne condition et pour éviter les excroissances de la corne. Ils ne peuvent cependant pas être trop abrasifs, car ils risquent de provoquer des usures excessives et irrégulières des onglons, ainsi que des lésions des tissus sensibles qui entrent en contact avec le sol. Ces phénomènes concernent les onglons pour les couloirs de circulation ainsi que les trayons, les jarrets et les genoux pour les aires de repos.

Les bovins ont la particularité de pouvoir modifier la vitesse de croissance de leurs onglons en fonction de l'usure qu'ils subissent : si l'usure est rapide, la croissance sera plus rapide et inversement. En fait, les problèmes apparaissent lorsque la vitesse de croissance des onglons et celle de leur usure ne sont pas en adéquation. C'est ainsi, par exemple, que lorsque l'usure est insuffisante, le parage régulier des onglons est nécessaire. Une usure excessive est responsable de phénomènes de boiterie et de difficultés lors de la manipulation des animaux. Par ailleurs, la vitesse d'usure varie lorsque les animaux passent de la période de stabulation à la saison de pâturage et inversement.

3.5.4.3 La dureté

La dureté des sols est inévitable car ils doivent être suffisamment solides pour remplir différentes fonctions comme supporter des charges, et résister à la corrosion et à des dégâts, tout en étant à la fois pratiques et économiques. Il s'avère cependant que les bovins préfèrent séjourner et se

déplacer sur des sols souples plutôt que sur des bétons. La fréquence des affections non infectieuses des pieds diminue et le comportement des animaux s'améliore lorsqu'ils sont hébergés dans des bâtiments dont les sols sont souples. Le recouvrement des caillebotis et des sols durs avec un matériau ayant une surface de contact souple, comme les tapis en caoutchouc et les coatings élastiques, améliore le comportement et le bien-être des animaux, et s'accompagne d'une augmentation de la rentabilité de la production. Les caillebotis ayant un pourcentage élevé de « vides » et des fentes larges accroissent les contraintes au niveau des pieds et les lésions des onglons.

3.5.4.4 La texture de la surface - La rugosité

La texture de la surface des sols est une réalité complexe destinée à leur donner des propriétés antidérapantes, en ce comprises la microrugosité et la macrorugosité.

La microrugosité est responsable de la friction bien utile qui se produit entre les pieds des animaux et le sol. Elle diminue avec le temps, mais ce phénomène peut être ralenti en utilisant des bétons composés d'agrégats grossiers qui assurent la solidité ainsi que d'agrégats fins, et en mettant en œuvre une technique de finition qui ne laisse pas en surface des agrégats comportant des arêtes coupantes, résistantes à l'usure et dangereuses pour les pieds.

Une rugosité adéquate est nécessaire pour créer la friction indispensable entre les pieds et le sol lorsque la surface est souillée et humide. Sur les surfaces lisses et humides, un film liquide (déjections ou eau) s'interposant entre le pied et le sol peut se former et provoquer des glissades. Ces effets sont similaires aux phénomènes d'aquaplanage qui concernent les pneumatiques lisses des automobiles. Si la texture de la surface comporte de nombreuses rainures qui permettent l'évacuation rapide du film liquide, le pied entre en contact avec le sol avant que la glissade se produise. Cette structure est comparable à celle de la bande de roulement d'un pneumatique.

3.5.4.5 Le profil de la surface - La pente ou le gradient du sol

La pente exerce des effets nets sur le drainage et la propreté du sol, et sur le confort des animaux qui sont en position debout, se déplacent ou sont couchés. Des pentes importantes favorisent de manière évidente l'écoulement des liquides et elles constituent une aide significative à la propreté des sols, notamment en assurant le glissement de la litière souillée vers le bas de la pente. D'autre part sur de fortes pentes, les animaux sont incapables de se tenir debout, de marcher ou de se coucher.

Dans les couloirs, la pente ne peut être supérieure à 2.5%. Dans le cas des aires de couchage en pente, la pente dépend du type de litière et du mode de gestion des déjections. Les pentes paillées sur lesquelles le piétinement des animaux participe au transfert de la litière souillée en direction de la zone où elle est récoltée, ne sont pas recommandées pour les vaches laitières. Cependant, elles peuvent être utilisées pour des jeunes bovins avec des pentes comprises entre 8 et 10%. La pente la plus forte est recommandée lorsque la profondeur du box dépasse 5 m, cette longueur étant parallèle à la pente. Dans les bâtiments où la litière reste dans le box, un sol ayant une pente de 5% permet l'écoulement des liquides vers la rigole d'évacuation.

Les caillebotis qui présentent des différences de niveaux l'un par rapport à l'autre, occasionnent des pressions exces-

sives sur les pieds des animaux. Il est donc essentiel que les caillebotis soient posés à plat et sans différence de niveau. La meilleure façon d'obtenir un résultat satisfaisant consiste à utiliser des éléments composés de plusieurs poutres, fabriqués en usine, dont la face supérieure est tout à fait plane.

3.5.4.6 La propreté, la santé et les émissions d'ammoniac

Un bon drainage et une gestion efficace du curage des couloirs de circulation ont une importance considérable pour une bonne hygiène et, indirectement, pour la santé des pieds et des pis. Il s'agit également d'une façon de réduire les émissions d'ammoniac par les couloirs de circulation. D'autres méthodes peuvent être mises en œuvre pour réduire les émissions d'ammoniac :

- la réalisation de sols assurant le drainage des liquides, entre autres par une pente en direction d'une rigole, par un sol comportant des rainures à l'image de ce qui se fait en Hollande (voir partie 3.5.5.5)
- le passage d'un racleur, que ce soit pour un sol plein ou un sol ajouré, à raison de minimum 5 à 6 fois par jour
- le lavage du sol à l'eau (solution efficace, mais coûteuse)
- l'évacuation fréquente du lisier se trouvant dans les fosses
- le refroidissement du lisier contenu dans les fosses et silos
- l'ajout d'acide (acide sulfurique) dans les fosses à lisier.

3.5.5 LES MATERIAUX ET TYPES DE SOL

Les matériaux utilisés pour la réalisation des sols ne peuvent être toxiques pour les animaux, en outre ils doivent être résistants ou protégés contre :

- les attaques chimiques et la détérioration
- les conditions climatiques comme les extrêmes de température, le gel et le rayonnement solaire
- l'abrasion des nettoyeurs à haute pression, etc.
- les effets des grattages, des coups de pied ou d'autres comportements des animaux.

3.5.5.1 Les sols en béton

Le béton utilisé pour la confection des sols pour les bâtiments des bovins doit être composé pour résister aux charges des animaux et des engins effectuant les nettoyages et affouragements. La surface doit résister aux efforts mécaniques (abrasion, rabotage, etc.) et aux agents chimiques (déjections, restes de nourriture, produits de nettoyage et désinfectants). Le sol doit constituer une barrière imperméable garantissant la récolte de tous les effluents produits.

Il existe différentes normes nationales relatives aux spécifications des bétons utilisés pour les sols des bâtiments d'élevage. Les normes sont variables en fonction des charges que les sols doivent supporter et de l'affectation des surfaces, aires d'alimentation, aires de circulation ou aires de couchage. L'optimum en ce qui concerne la résistance à la compression des aires d'alimentation (y compris la table d'alimentation) et les aires de circulation est de 40 MPa pour un béton de 28 jours dont le rapport eau/ciment est de 0.5. Pour les aires de couchage des logettes, par exemple, la norme est un peu moindre : 30 MPa et un ratio eau/ciment de 0.55.

Pour les zones dans lesquelles le béton est en contact avec des jus d'ensilage, les agrégats doivent être cristallins et pas composés de pierre calcaire. Pour les constructions exposées au gel (bâtiment non isolé sous des climats

rigoureux), le pourcentage d'air dans le béton frais ne peut dépasser 6%. Le béton doit comporter un ferrailage ou une solution équivalente, et des joints de dilatation (dilatation et contraction) en accord avec les normes nationales. Les bétons devant supporter le passage d'engins ne peuvent avoir une épaisseur inférieure à 150 mm, par contre là où les animaux sont les seuls à avoir accès, l'épaisseur peut être ramenée à 100 mm. Cette recommandation ne doit cependant pas avoir un caractère général, car l'utilisation du sol peut toujours être modifiée.

3.5.5.1.1 Les rainures

Pour que les aires de circulation présentent une résistance à la glissance dans toutes les directions lorsque les animaux se déplacent, des rainures peuvent être creusées dans le béton. C'est ainsi que des rainures creusées en diagonale avec des angles de 60° et 120°, ayant 10 mm de largeur et 6 mm de profondeur, et qui sont séparées de 80 mm, peuvent arrêter le pied lorsqu'il se met à glisser ou est sur le point de glisser. Ces rainures peuvent néanmoins rendre plus difficile le curage avec un racleur. Habituellement, les rainures sont creusées dans le béton coulé sur place lorsqu'il a durci. Les arêtes des rainures ne peuvent comporter d'aspérités.

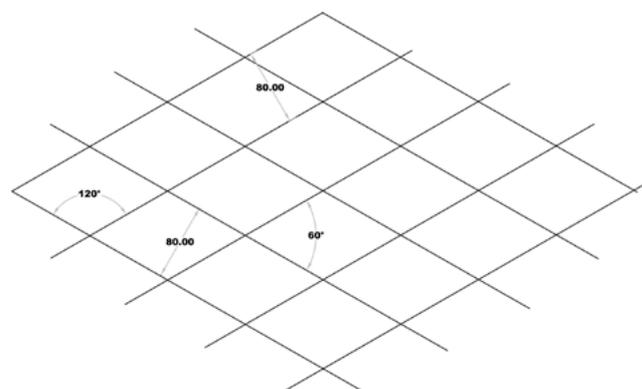


Figure 3.5.5.1.1.1: rainures en diagonale.

La réalisation de rainures dans un béton frais produit souvent des irrégularités et des surfaces concaves et convexes entre les rainures, ce qui accroît les risques de lésions et d'affections des onglons. Ce mode de réalisation des rainures n'est pas recommandé.

3.5.5.2 Les sols en asphalte

L'asphalte est un mélange de bitume et de lest (matériau grossier et agrégats de différentes dimensions), dans lequel les agrégats sont incorporés dans le bitume, ce qui en fait un matériau imperméable dépourvu de pores. Sa résistance à la glissance est durable, en particulier si on la compare à celle des bétons, et ses performances sont bonnes s'il est propre et humide.

L'asphalte ne doit pas être compacté et il peut être utilisé pour constituer des zones ayant diverses fonctions, comme des aires de couchage, des aires de circulation. Dans les stabulations libres, il est généralement utilisé pour les aires de circulation. Il peut être employé aussi bien dans les nouvelles constructions que sur des surfaces existantes qui sont dégradées. Il convient de savoir que l'usure des onglons augmente avec l'âge de l'asphalte. Sous les climats chauds, l'utilisation de l'asphalte est proscrite pour les zones se trouvant à l'extérieur qui sont exposées au soleil.

Normalement, l'asphalte est coulé sur du béton qui a été recouvert d'un tissu spécial constitué de fibres de verre. La couche d'asphalte a habituellement 30 mm d'épaisseur et les agrégats ont une dimension maximale de 8 mm. Les matériaux utilisés doivent être résistants aux acides et exempts de chaux. La composition du bitume et ses caractéristiques sont variables, notamment sa viscosité. En cas d'utilisation sous les climats froids, la viscosité doit être plus élevée que sous les climats doux pour éviter les fissures. L'ajout d'un durcisseur a pour effet de modifier le type d'asphalte (type E) et d'accroître sa stabilité chimique. Des grains d'une dimension 2/4 sont recommandés lorsque l'on utilise des agrégats broyés auxquels il convient d'ajouter des agrégats ronds (environ 20%). La couche de finition peut être réalisée avec du sable (de rivière ou de sablière) ayant des grains de 0.4 - 0.8 mm. L'asphalte peut être posé sans joint, même pour des superficies importantes. Compte tenu qu'un léger retrait se produit lors du refroidissement, il est conseillé d'utiliser un produit de remplissage des joints à la jonction avec des éléments de la construction. La mise en œuvre d'un asphalte coulé à chaud est une opération qui nécessite un réel savoir-faire et le recours à une entreprise spécialisée.

3.5.5.3 Les sols recouverts de caoutchouc

Pour améliorer l'interface animal - sol (voir partie 3.5.4.3) et pour obtenir la résistance à la glissance requise, du caoutchouc élastique peut être utilisé pour être disposé sur des surfaces sous la forme de tapis ou de coating. Lors de la mise en place, il y a lieu de tenir compte de la dilation qui peut se produire sous l'effet de la chaleur. Pour éviter que les animaux se couchent dans les couloirs des stabulations libres, il est indispensable que les aires de repos soient plus confortables que les couloirs ; les tapis posés dans les couloirs doivent être plus durs que les tapis ou les matelas des logettes. Il existe des tapis spécifiques pour les couloirs de circulation, qu'il s'agisse de béton plein ou de caillebotis. Des tapis en caoutchouc peuvent aussi être utilisés pour les passages conduisant à la salle de traite, pour les aires d'attente avant la traite, pour les zones où les animaux sont immobilisés et pour les zones d'alimentation. Dans ces cas, il convient cependant d'utiliser un matériau plus abrasif sur une ou plusieurs zones du bâtiment pour éviter les problèmes consécutifs à une croissance excessive des onglons, comme l'aire d'exercice extérieure ou les couloirs à hauteur des logettes. Actuellement, il existe des matelas composés de caoutchouc mélangé avec un produit abrasif pour réaliser une certaine usure des onglons. Note: en cas d'utilisation d'un racleur sur un revêtement élastique, cet appareil doit être modifié pour diminuer l'usure et les dommages qui pourraient être occasionnés au revêtement.

3.5.5.4 Les caillebotis

La conception des caillebotis a évolué au fil des années puisque l'on est passé de poutres uniques ou doubles à des plaques préfabriquées comportant plusieurs poutres (et fentes). Ces nouveaux produits permettent de réaliser des sols plus réguliers qui sont plus confortables pour les animaux. Les caillebotis mis sur le marché sont plus longs qu'auparavant puisqu'ils peuvent aujourd'hui atteindre 4.8 m voire plus. Il existe des variantes qui portent surtout sur la largeur des fentes et le pourcentage de « vides » qui influencent le confort de l'animal ainsi que la facilité de passage des déjections et éventuellement la propreté des animaux. Cette dernière est également influencée par les caractéristiques de la ration et par le système de ventilation du bâtiment. Le tableau ci-dessous présente les dimensions conseillées pour les vaches laitières.

Tableau 3.5.5.4.1: recommandations relatives aux caillebotis (sans racleur) pour des vaches laitières. Note: le pourcentage de fentes conseillé, à savoir la superficie comprise entre les poutres, vaut pour des poutres simples et pour des éléments comportant plusieurs poutres. Lorsque l'on prend en compte les espaces entre les éléments, il est conseillé de réduire le pourcentage de fentes de 1/5 (moins 20%, soit une réduction de la largeur des fentes de 15 à 20%).

Type d'animal	Largeur conseillée des poutres (I) (mm)	Largeur conseillée des fentes (S) (mm)	Pourcentage de vides (%)
Veaux et jeunes bovins < 400 kg	70-120	20-25	18-25
Génisses et vaches > 400 kg	80-160	25-35	18-25

Définition des termes figurant dans le tableau:

Largeur conseillée des poutres (I):

la largeur d'une poutre ou proportion de matériau situé entre les fentes dans le cas d'éléments comportant plusieurs poutres.

Largeur conseillée des fentes (S):

largeur des fentes ou de l'espace compris entre deux poutres successives. En ce qui concerne les nombres minimas et maximas, il s'agit de la largeur la plus petite et la plus grande quelle que soit la forme des fentes.

Le pourcentage de vide (%):

il s'agit de la superficie libre, assurant le passage des déjections, exprimée en pour cent de la superficie totale au sol. En ce qui concerne les vaches laitières, dont les matières fécales sont relativement fluides, l'espace entre les poutres est le paramètre le plus important pour accroître la capacité de drainage. Dans le tableau, un espace de 25 - 35 mm est conseillé ; plus le pourcentage de vide augmente plus la capacité de drainage croît. Par contre du point de vue de l'animal, plus la largeur est faible plus le caillebotis est confortable pour les pieds. Cela signifie que lors du choix du pourcentage de vide, des poutres et des fentes étroites sont préférables. Par exemple, pour un pourcentage de vide de 25% (non compris les espaces entre les éléments) assurant une grande capacité de drainage, un rapport poutre/fente de 90/30 mm est préférable à un rapport poutre/fente de 120/40 mm. Dans le cas de jeunes bovins et de vaches tarées, ou lorsque l'on utilise une litière pour l'aire de repos, le pourcentage de vide et les largeurs des fentes et des poutres ont une influence significative sur la capacité à laisser passer les déjections.

Il est de plus en plus fréquent d'utiliser des racleurs sur les caillebotis, tout spécialement entre les rangées de logettes. Dans ces cas, il est conseillé de modifier les dimensions figurant dans le tableau: accroissement de la largeur des poutres, réduction de la largeur des fentes et diminution du pourcentage de vide. Pour éviter les problèmes avec le racleur, la lame du racleur doit former un angle de 5° avec les fentes.

Le caillebotis intégral fait l'objet des restrictions ou il n'est pas recommandé dans certaines réglementations relatives au bien-être, comme par exemple: le caillebotis total ne peut être utilisé pour des vaches qui vont vêler, pour des vaches avec leurs veaux ou pour des veaux de moins de 4 semaines.

3.5.5.5 Les sols rainurés type hollandais

Les préoccupations relatives aux émissions d'ammoniac provenant des bâtiments pour les bovins ont conduit au développement de nouveaux types de sol. Un modèle « le sol rainuré » a été développé aux Pays Bas et il est utilisé dans les couloirs de circulation dans les bâtiments pour les vaches laitières. Il est constitué de dalles préfabriquées en béton qui servent à couvrir des fosses à lisier. Le sol est curé au moyen d'un racleur. La face supérieure comporte des rainures parallèles ayant 35 mm de largeur et 30 mm de profondeur et qui sont distantes de centre à centre de 160 mm. La largeur de la partie plane se trouvant entre 2 rainures contiguës est de 125 mm, soit une largeur comparable à celle des poutres des caillebotis. Les éléments ont une largeur de 1.10 m. Les deux faces des grandes longueurs sont biseautées afin de former des perforations dans le fond des rainures pour assurer l'évacuation des urines (la superficie totale des perforations est inférieure à 0.5% de la superficie au sol). Les matières fécales sont transportées par un racleur en direction d'une ouverture se trouvant à l'extrémité du couloir. Pour réaliser le nettoyage des rainures et éviter le colmatage des perforations, la lame du racleur épouse parfaitement la forme des éléments. En comparaison avec le caillebotis curé par un racleur, ce type de sol n'améliore pas l'interface « animal - sol ». Une formule comportant le scellement de caoutchouc entre les rainures afin de remplacer le béton a été développée, au Danemark notamment, dans le but d'obtenir un sol plus souple.



Figure 3.5.5.5.1: sol rainuré développé aux Pays Bas

3.5.5.6 Comparaison des matériaux

Tous les matériaux comportent des avantages et des inconvénients, et lorsqu'un choix doit être effectué en pesant les pour et les contre de chaque matériau, la décision est malaisée. La consultation du tableau 3.5.5.6.1 constitue une aide dans le choix à poser et les caractéristiques qui découlent du choix.

Tableau 3.5.5.6.1 : comparaison des caractéristiques des matériaux

	Résistance à la glissance	Souplesse	Abrasivité	Durabilité
Béton	*		**	****
Asphalte	***		***	***
Caoutchouc	****	****		*

Plus le nombre d'étoiles (*) est élevé, plus la caractéristique est marquée. Le maximum est 5*. L'absence d'étoile signifie que le matériau n'a pas cette caractéristique particulière.

3.6 LES INSTALLATIONS DE TRAITE

3.6.1 INTRODUCTION

Un bloc de traite se compose de la salle de traite pour la traite proprement dite, d'une aire d'attente pour rassembler les vaches avant la traite et de zones destinées aux autres équipements, au personnel et au contrôle de l'environnement. La salle de traite est le principal composant du bloc de traite. Le bien-être animal, la suppression des interruptions de fonctionnement et des postures de travail inconfortables, tout comme une traite rapide et la préservation de la qualité du lait en constituent les préoccupations majeures.

Mais le bloc de traite est bien plus qu'un simple lieu de traite, car les vaches sont observées pendant la traite. Des informations nécessaires à la conduite du troupeau peuvent être recueillies, soit visuellement, soit par des appareils électroniques. Des équipements de traitement ou de manipulation des animaux peuvent être installés. Les vaches peuvent être triées pour différentes raisons avant la traite ou lorsqu'elles quittent la salle de traite. Des zones annexes peuvent être dédiées à divers usages. En réalité, le bloc de traite est le pôle de gestion le plus important des fermes laitières et il joue un rôle essentiel dans la mise en œuvre du programme de gestion de l'exploitation.

En conséquence, les décisions relatives à l'aménagement et à la construction du bloc de traite ne se limitent pas seulement au choix du type de salle de traite et à sa configuration. En fait, le bloc de traite est un composant à part entière des équipements des exploitations laitières, un élément clé des bâtiments et des équipements, un outil qui permet au producteur laitier de mettre en œuvre les aspects essentiels de son plan de gestion et qui constitue un environnement convivial des animaux. Lors de la phase d'élaboration d'un projet, il est essentiel de s'assurer que tous les éléments seront opérationnels et économiquement supportables, et qu'ils apporteront leur contribution au plan de gestion de l'exploitation. La localisation optimale de l'installation de traite dans le bâtiment doit faire l'objet d'une attention particulière afin de garantir une utilisation aisée du matériel et un flux efficace, rapide mais calme des vaches.

Etant donné que l'étable entravée connaît de moins en moins de succès, en particulier lors de la construction de nouveaux bâtiments, la thématique des équipements de traite en étable entravée n'est pas abordée dans le présent document.

3.6.2 LES COMPOSANTS D'UNE INFRASTRUCTURE DE TRAITE

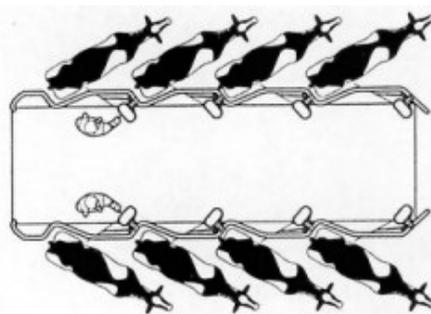
Un bloc de traite est une infrastructure complexe comportant des éléments variables qui doivent interagir de manière efficace. En outre, son fonctionnement optimal ne peut être obtenu que moyennant une configuration, un dimensionnement et une organisation adéquats de ses divers composants (Figure 3.6.2.1):

- aire d'attente
- entrée, pré-sélection (robot de traite) et identification

- des animaux
- infrastructure de traite:
 - salle de traite
 - matériel de nettoyage
 - machines (pompe à vide, etc.)
- sortie, avec une sélection des animaux, équipements supplémentaires (basculer, pédiluve)
- zone de sélection et de traitement (traitements vétérinaires, vêlages, etc.): couloir de contention, rail d'examen vétérinaire
- cage de contention
- bureau avec le système de gestion du troupeau
- pièces annexes (équipement comme la pompe à vide, l'entreposage, les toilettes, etc.)
- laiterie (refroidisseur à lait, matériel de nettoyage).

nécessaire pour ce type de salle de traite, tout agrandissement ultérieur est limité.

3.6.3.2 Les salles de traite en épi



Elles restent très populaires du fait de leur coût relativement faible et des bonnes performances de traite qu'elles permettent de réaliser. Elles comportent généralement de 2 x 4 à 2 x 12 emplacements, bien que des installations du type 2 x 20 et plus soient en service. L'épi est automatisable et, dans beaucoup de cas, des équipements permettant d'alléger le travail font parties intégrantes des nouvelles installations. Par ailleurs, il est toujours possible, moyennant une planification adaptée, d'accroître l'automatisation de certaines opérations (dépose des faisceaux trayeurs, ouvertures des portillons, ...) et d'accroître la productivité du trayeur. Il convient néanmoins de ne pas allonger exagérément la longueur de la fosse des trayeurs. Une vache longue à traire retarde toutes les vaches présentes du même côté de la salle de traite et elle peut sérieusement ralentir le rythme de traite dans les grandes installations. Les vaches longues à traire peuvent être réformées ou regroupées dans un lot de vaches lentes à traire qui sont traitées séparément. Les salles de traite en épi peuvent aisément être agrandies pour autant que l'espace requis soit disponible ou qu'il ait été prévu lors de la conception.

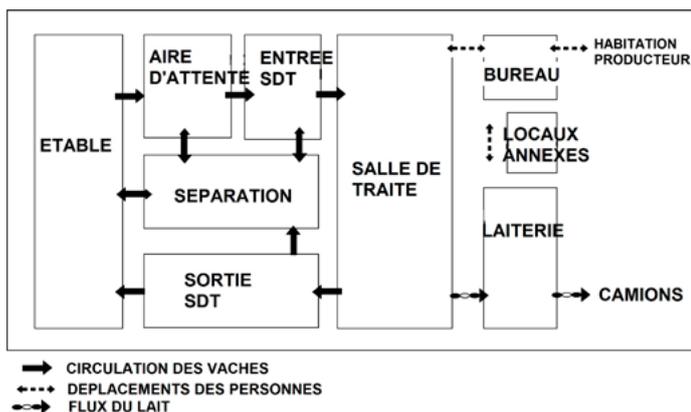
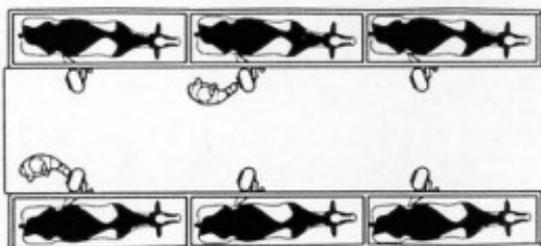


Figure 3.6.2.1: vue schématique des composants d'un centre de traite.

3.6.3 LES SALLES DE TRAITE

Le type de salle de traite et sa taille sont importants, non seulement dans le contexte de l'exploitation dans son ensemble, mais également en ce qui concerne la configuration et l'organisation du bloc de traite.

3.6.3.1 Les stalles Individuelles (tandem ou auto-tandem)

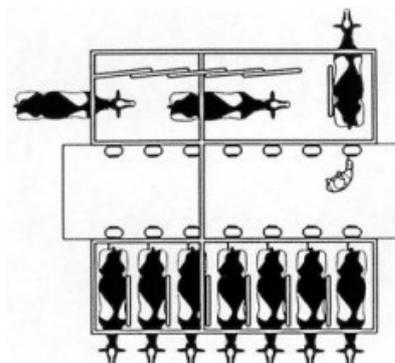


L'ouverture latérale des stalles offre l'avantage de pouvoir individualiser le traitement des vaches et de réaliser des performances de traite élevées par poste de traite. Cependant, la distance entre les pis est plus importante si on la compare à celle que l'on observe dans les salles de traite en épi ou en parallèle. Cette plus grande distance constitue un élément important des salles de traite automatisées. Si l'automatisation de la salle de traite est mise en place, davantage de stalles peuvent être installées pour maintenir le trayeur et le matériel occupés, mais la fosse des trayeurs devient exagérément longue et elle devient le facteur limitant la cadence de traite. L'automatisation de l'entrée et de la sortie des animaux (auto-tandem) qui allège le travail de l'opérateur et augmente le rythme de traite, est envisageable, mais coûteuse. Compte tenu de la superficie

3.6.3.3 Les salles de traite à sortie rapide

Lorsque la salle de traite est équipée d'une sortie rapide, toutes les vaches se trouvant sur un côté de la salle de traite quittent simultanément les stalles soit grâce à des portillons individuels, soit par le soulèvement d'une lisse se trouvant devant les vaches (Figure 3.6.4.1.4 - Figure 3.6.4.1.5). Le résultat se traduit par une réduction du temps que les vaches prennent pour quitter leur emplacement et cela se justifie pour les installations du type 2 x 10 ou plus en traite arrière. Le bâtiment doit être sensiblement plus large afin de pouvoir accueillir les couloirs de retour. Dans les installations avec sortie rapide, les sorties doivent diriger les vaches vers les couloirs de retour se trouvant de part et d'autre de la salle de traite. Dans ce cas de figure, les équipements annexes (triage, traitement) doivent être dédoublés.

3.6.3.4 Les salles de traite en parallèle (côte à côte ou par l'arrière)



Elles ont été introduites plus récemment et comportent de 2 x 6 à 2 x 40 emplacements ou plus. Les vaches sont placées côte à côte en parallèle et à 90° par rapport à la fosse des trayeurs. Cette disposition implique la pose des faisceaux trayeurs par l'arrière de l'animal entre ses membres postérieurs. Les vaches sont séparées physiquement les unes des autres par des séparations qui jouent aussi le rôle de guide lorsqu'elles entrent dans la salle de traite. L'avantage de la salle de traite en parallèle réside dans la sortie rapide des vaches après la traite. Cependant, tout comme pour la salle de traite en épi, une vache lente à traire contraint au maintien en place de toutes les vaches se trouvant sur un même côté.

3.6.3.5 Les salles de traite rotatives ou carrousel

Les salles de traite rotatives sont destinées aux troupeaux de taille moyenne à grande, et aux producteurs qui exigent

des cadences de traite élevées. En prenant comme paramètre l'accès, il existe deux types de salles de traite rotatives :

- la position en épi ou en tandem: lorsqu'elle veut prendre place sur le carrousel, la vache doit pivoter pour se positionner selon le mode épi ou le mode tandem. Les trayeurs se trouvent du côté intérieur du carrousel (Figure 3.6.3.5.1)
- la position radiale: les vaches prennent place avec la tête orientée vers le centre du carrousel. Les opérateurs se trouvent à l'extérieur du carrousel. Cette configuration facilite l'entrée des animaux et cela se traduit par des cadences de traite un peu plus élevées.

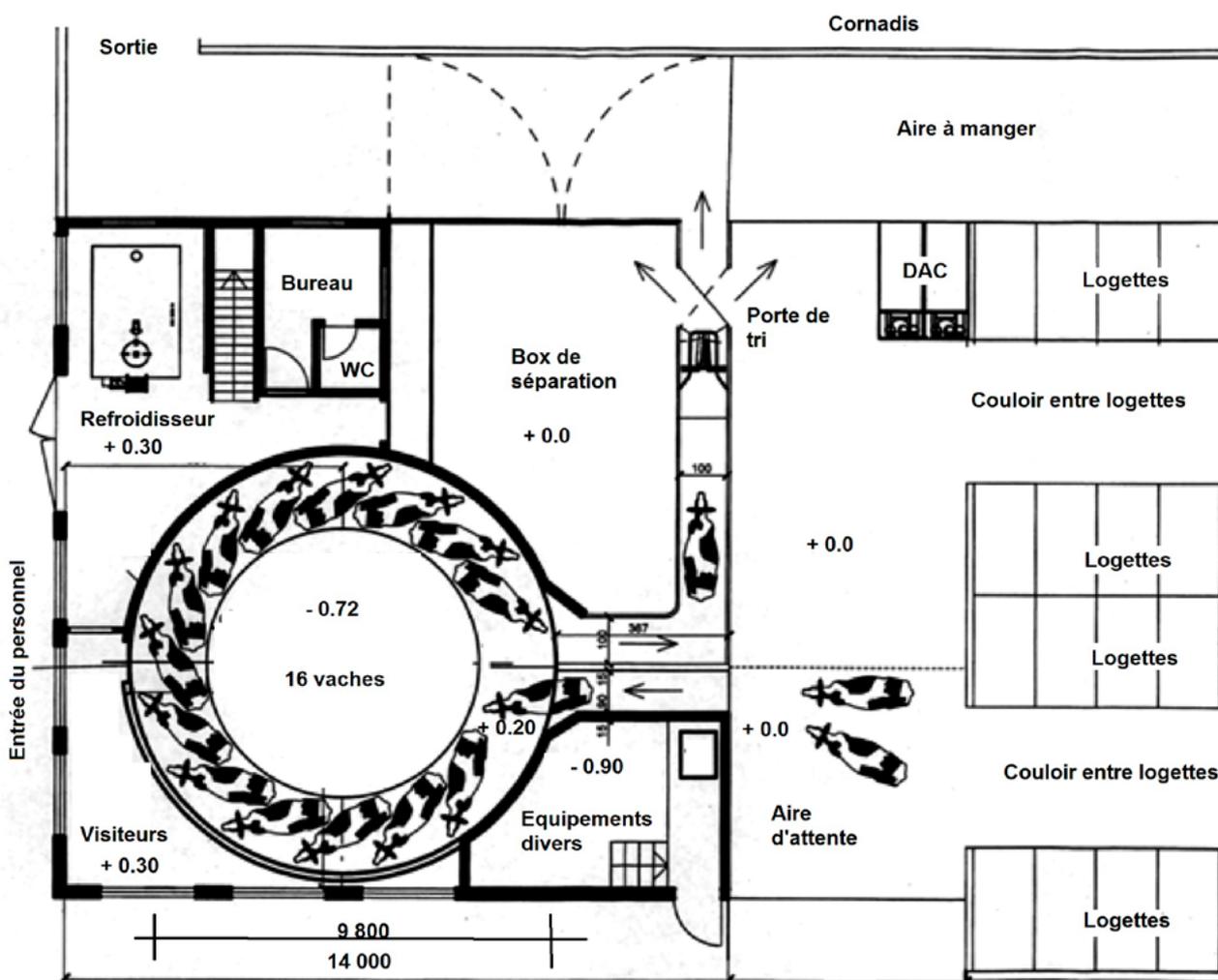


Figure 3.6.3.5.1: exemple d'un carrousel sur lequel les vaches occupent une position en épi et l'opérateur est du côté intérieur. Le diamètre du carrousel dépend de la position des vaches et de leur nombre. Les zones extérieures au carrousel peuvent recevoir diverses affectations répondant aux besoins (refroidisseur à lait, box d'isolement, etc.).

3.6.4 LA CONFIGURATION DES ANNEXES A LA SALLE DE TRAITE

3.6.4.1 Dimensions

Les dimensions de la salle de traite dépendent du type de salle de traite et du nombre de postes de traite. Le dimensionnement doit prendre en compte la facilité d'entrée et de sortie des animaux, le positionnement idéal des vaches durant la traite et la logique de la routine de traite. Les descriptions suivantes fournissent des indications approximatives des superficies requises pour les salles de traite.

La salle de traite en épi

Sa longueur dépend du nombre de postes de traite. L'angle du positionnement des vaches par rapport à la fosse des trayeurs est variable (30° - 50°) et détermine aussi bien la longueur que la largeur de la salle de traite. L'espace requis pour permettre la sortie des vaches dépend du type de sortie (par le côté ou en ligne droite). Dans les grandes unités dans lesquelles plusieurs trayeurs sont au travail, la largeur de la fosse des trayeurs doit être augmentée pour leur permettre de travailler sans se gêner mutuellement (Figure 3.6.4.1.1 - Figure 3.6.4.1.2).

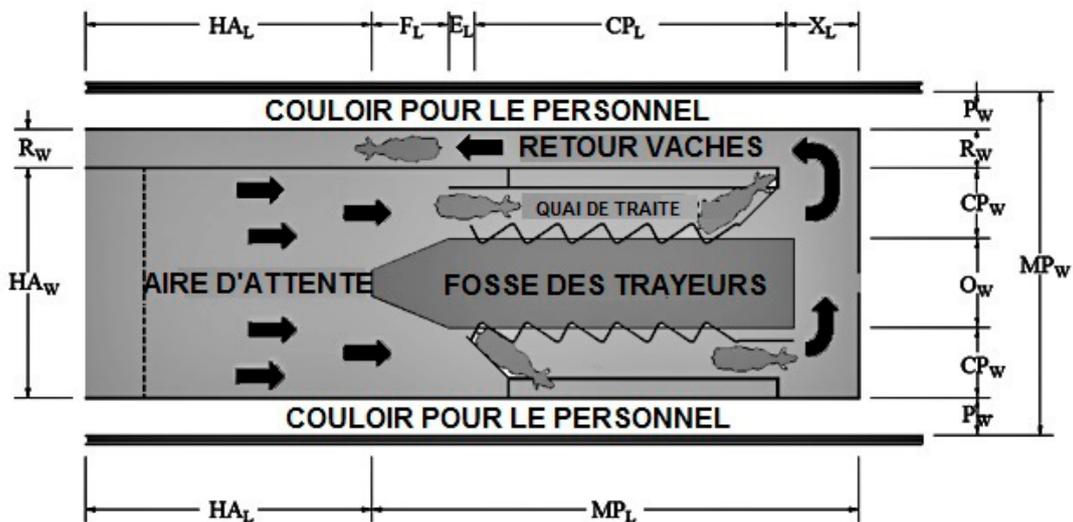


Figure 3.6.4.1.1: salle de traite en épi, sortie standard et un seul couloir de retour (d'après DPC 54 Milking Parlor guideline, 2014).

MPW = largeur de la salle de traite: $2P_w + R_w + 2C_{P_w} + O_w$

PW = largeur du couloir pour le personnel/les vaches: 70 - 90 cm

RW = largeur du couloir de retour: 80 - 100 cm

CPw = largeur du quai de traite: 150 - 185 cm

OW = largeur de la fosse des trayeurs: 185 - 245 cm

MPL = longueur totale de la salle de traite: $FL + EL + CPL + XL$

FL = longueur du dispositif de séparation: 245 - 365 cm

EL = longueur de l'entrée: 60 cm

CPL = longueur du quai de traite: 90 - 115 cm par stalle + 105 - 190 cm (en fonction du fabricant)

XL = longueur de la zone permettant aux vaches de changer de direction: 120 - 165 cm

HAW = largeur de l'aire d'attente: 490 - 620 cm

HAL = la longueur de l'aire d'attente dépend du nombre de vaches à accueillir et de la largeur de la salle de traite, sachant qu'il y a lieu de prévoir une superficie de 1.4 m² par vache.

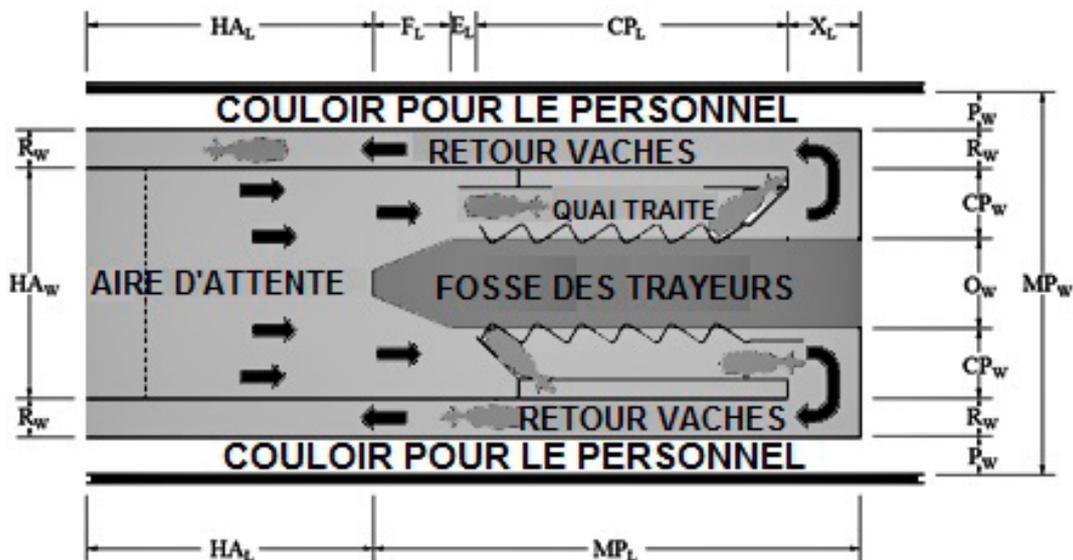


Figure 3.6.4.1.2: salle de traite en épi, sortie standard et deux couloirs de retour (d'après DPC 54 Milking Parlor guideline, 2014).

$MPW = \text{largeur totale de la salle de traite: } 2PW + 2RW + 2CPW + OW$

La longueur et la largeur de la salle de traite correspondent aux dimensions de la Figure 3.6.4.1.1.

La salle de traite en parallèle

La longueur dépend du nombre de stalles de traite. La largeur dépend de l'espace requis pour la sortie, du nombre et de la largeur des couloirs de retour (Figure 3.6.4.1.3 - Figure 3.6.4.1.5).

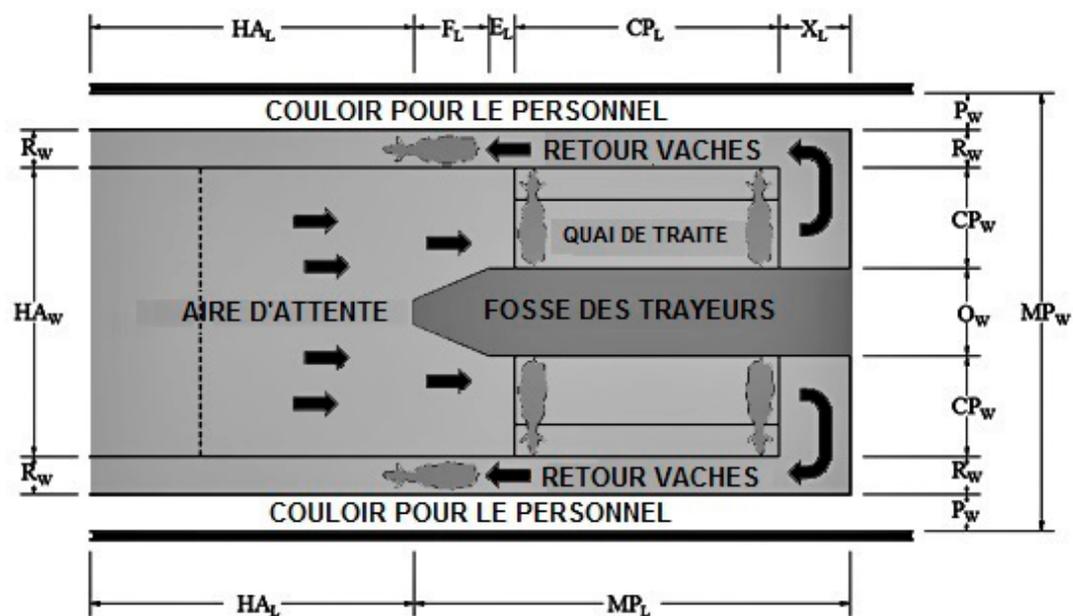


Figure 3.6.4.1.3: salle de traite en parallèle, sortie standard et deux couloirs de retour (d'après DPC 54).

$MPW = \text{largeur totale de la salle de traite: } 2PW + 2RW + 2CPW + OW$

La longueur et la largeur de la salle de traite correspondent aux dimensions de la Figure 3.6.4.1.1, à l'exception de:

$CPW = \text{largeur du quai de traite: } 245 \text{ cm}$

$FL = \text{longueur du dispositif de séparation: } 305 - 365 \text{ cm}$

$CPL = \text{longueur du quai de traite: } 70 - 75 \text{ cm par stalle (en fonction du fabricant)}$

$HAW = \text{largeur de l'aire d'attente: } 670 - 740 \text{ cm}$

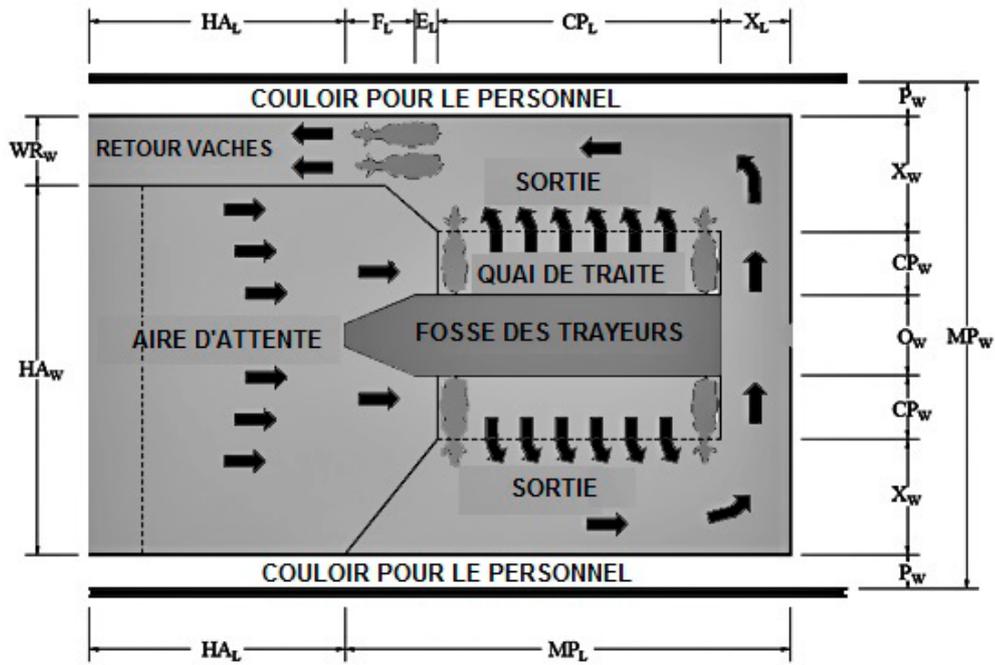


Figure 3.6.4.1.4: salle de traite en parallèle, sortie rapide et un seul couloir de retour large (d'après DPC 54).

$MPW =$ largeur totale de la salle de traite: $2PW + 2XW + 2CPW + OW$

La longueur et la largeur de la salle de traite correspondent aux dimensions de la Figure 3.6.4.1.3, à l'exception de :

$CPw =$ largeur du quai de traite: 180 - 200 cm

$WRw =$ largeur du couloir de retour: 160 - 200 cm

$XW =$ largeur de la zone de sortie: > 300 cm

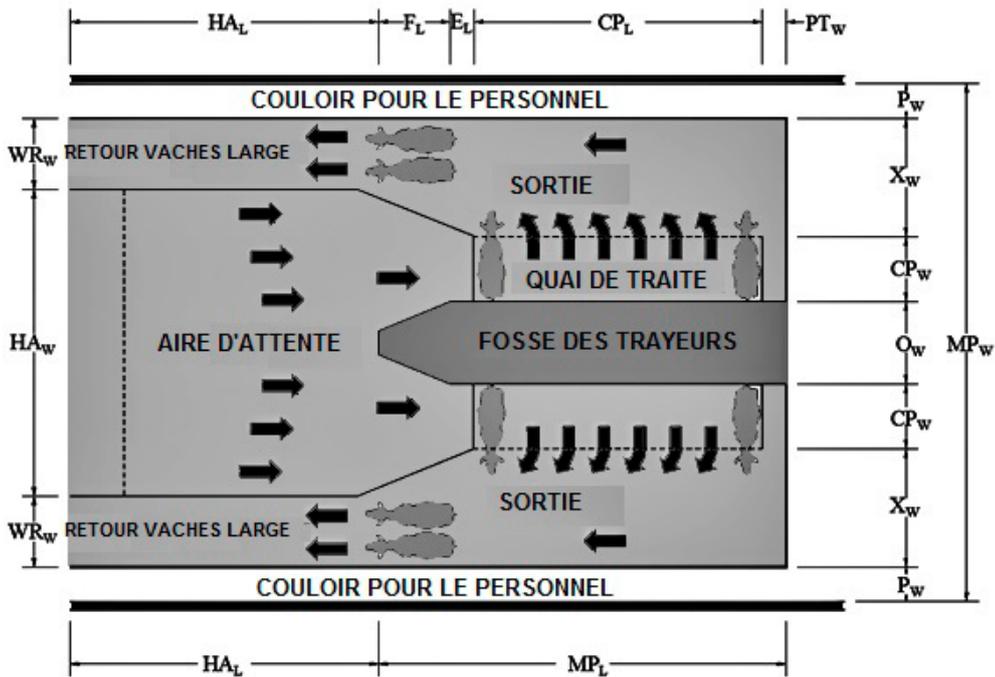


Figure 3.6.4.1.5: salle de traite en parallèle, sortie rapide et deux couloirs de retour larges (dimensions : voir ci-dessus) (d'après DPC 54).

3.6.4.2 L'automatisation de la salle de traite

Elle est fonction du nombre de postes de traite, de la main-d'œuvre disponible, de l'investissement de départ et des préférences personnelles. Le décrochage automatique (dépose des faisceaux trayeurs) est actuellement considéré comme un équipement de base des installations. D'autres automatisations concernent la barrière destinée à faire avancer les vaches dans l'aire d'attente et l'ouverture et la fermeture des portillons d'entrée et de sortie de la salle de traite.

3.6.4.3 Disposition et équipement

En général, les installations de traite fixes sont situées dans un local distinct du lieu de vie des animaux. Cela permet de limiter la contamination du matériel de traite par les poussières, micro-organismes et odeurs du lieu de vie des animaux et de le protéger contre les effets du climat, du gel en particulier. En outre, les conditions de travail sont meilleures dans un local séparé.

Les salles de traite doivent comporter des sols non glissants qui sont résistants aux acides que ce soit au niveau des quais de traite et de la fosse des trayeurs. Les quais de traite doivent avoir une légère pente de l'ordre de 2% éloignant les liquides de la fosse des trayeurs, et être pourvus de dispositifs de récolte des eaux afin de faciliter le nettoyage au tuyau ou au nettoyeur à haute pression.

Un éclairage constitué d'appareils étanches est nécessaire pour éclairer la zone de travail avec une intensité de 200 lux dans son ensemble et de 500 lux dans la fosse des trayeurs. Les appareils doivent être disposés de manière telle que les pis soient bien éclairés.

La vapeur dégagée par les animaux et les appareils de nettoyage provoque un taux d'humidité très élevé dans les salles de traite. Une ventilation efficace, éventuellement à l'aide de ventilateurs, doit être garantie, en particulier en été. Dans les régions à climat rigoureux, le sol de la fosse des trayeurs doit être chauffé. La salle de traite, la laiterie et les locaux annexes doivent être équipés d'un dispositif de mise hors gel.

Les murs doivent être revêtus d'un matériau hygiénique et facile à laver, comme une peinture de qualité, un matériau synthétique ou des carreaux en céramique, etc.

3.6.4.4 Les éléments de la conception qui influencent les cadences de traite

Type de salle de traite et nombre de postes:

les salles de traite existent en différents types et nombre de postes de traite. Le nombre de postes dépend de la taille du troupeau, de la production laitière, du nombre de vaches, etc. Un grand nombre d'informations utiles sont disponibles auprès des services d'encadrement. Le type de salle de traite détermine les dimensions du bâtiment, la circulation des vaches vers la salle de traite et ensuite vers l'étable, la routine de traite et le niveau d'automatisation.

L'entrée des vaches:

le temps pris par les vaches pour passer de l'aire d'attente à la salle de traite est influencé par les dimensions et la configuration de l'aire d'attente. Pour les vaches à haute production, le temps de séjour en aire d'attente ne peut dépasser une heure par traite. L'entrée des vaches en salle

de traite doit se faire en ligne droite. Un changement de direction à l'entrée de la salle de traite ralentit les déplacements des vaches ce qui peut provoquer des interruptions du travail du trayeur. Si les vaches doivent changer de direction, il est préférable que cela ait lieu à la sortie de la salle de traite plutôt qu'à l'entrée. La séparation « aire d'attente - salle de traite » doit être largement ouverte, pour autant que la réglementation l'autorise, et la luminosité à cet endroit doit être suffisante.

La sortie des vaches:

l'éclairage du couloir de retour doit être suffisant et uniforme. En effet, les vaches n'apprécient pas le contraste entre des quais de traite bien éclairés et la pénombre du couloir de retour. Dans le cas de sorties rapides, une largeur du couloir de retour de 2.40 m est requise pour permettre aux vaches de s'avancer et ensuite de pivoter pour rejoindre les zones de repos et d'alimentation. Si le couloir est trop étroit, l'espace est trop exigu pour que les vaches puissent quitter rapidement la salle de traite. Par contre, si l'espace est trop spacieux, il donne aux vaches la possibilité de s'y attarder plutôt que de quitter la salle de traite.

3.6.5 LES ENTREES ET SORTIES DE LA SALLE DE TRAITE: L'AIRE D'ATTENTE

Pour atteindre une bonne efficacité pendant la traite, il est indispensable que les vaches entrent spontanément et sans intervention humaine dans la salle de traite. Car des difficultés survenant en entrée et en sortie de salle de traite donnent lieu à des interventions du trayeur et à des interruptions de la routine de traite.

Il y a lieu d'éviter la présence de marches et de pentes trop raides (plus de 10%) avant l'entrée de la salle de traite. Si des réglementations imposent la présence d'une marche, sa hauteur ne peut excéder 200 mm.

Les portes et parois à l'entrée et à la sortie de salle de traite ralentissent les déplacements des vaches. La présence d'une rampe de 3.0 à 3.5 m constituant une extension de la fosse des trayeurs permet au trayeur de se retrouver derrière les vaches tardant à entrer en salle de traite, et ce sans les éloigner de l'entrée. Des barrières (garde-fou) doivent être placées des deux côtés de la rampe. Si la largeur de la rampe diminue pour atteindre 300 mm, elle fait à la fois office de passage libre pour le trayeur et d'entonnoir en direction des entrées pour les vaches. Les barrières situées de chaque côté de la rampe sont utilisées pour diriger les groupes de vaches vers les deux côtés de la salle de traite. Elles peuvent aussi servir à fermer l'entrée de la salle de traite.

La superficie conseillée en salle d'attente doit se situer entre 1.4 et 2.0 m²/vache. Le sol aura de préférence une pente de 2 à 5% dont le point haut se situera du côté de la salle de traite. Pour les climats chauds, un dispositif de refroidissement comportant des ventilateurs est très utile. Une barrière « poussante » dans l'aire d'attente permet d'accroître la cadence de traite. Par ailleurs, la distribution de concentrés en salle de traite améliore l'entrée en salle de traite, mais elle a un impact négatif sur leur sortie. La distribution de concentrés en salle de traite n'est pas conseillée, car les animaux ne restent pas suffisamment longtemps en salle de traite pour consommer les quantités que les vaches à haute production devraient ingérer. Si des concentrés sont quand même distribués en salle de traite pour accélérer l'entrée des vaches, il est conseillé d'en distribuer la même quantité à chaque vache, soit de 1.5 à 2 kg.

Il existe des équipements qui réalisent la distribution d'une même quantité à chaque vache.

Les couloirs de retour permettent aux vaches de rejoindre leur lieu de vie. Généralement, un seul couloir de retour est localisé d'un seul côté de la salle de traite, et ce en particulier lorsque des dispositifs de tri, de manipulation, d'immobilisation et de traitement font partie du bloc de traite. Dans le cas de salle de traite en épi 2 x 8 ou plus, la sortie des vaches est plus rapide si deux couloirs de retour sont placés côte à côte.

Les couloirs de retour doivent être du type « sens unique pour des animaux à la queue leu leu ». Ils peuvent être nettoyés au tuyau ou raclés manuellement. Les retours extérieurs qui sont moins fréquents, doivent être suffisamment larges pour être raclés au tracteur.

Pour les salles de traite à sortie rapide et en parallèle, les couloirs de retour doivent avoir au moins 2.5 m de largeur et mieux encore 3.0 m. Si les vaches doivent être triées après la traite, la largeur du couloir de retour doit être réduite pour forcer les animaux à se placer l'un derrière l'autre.

Afin de maintenir les vaches à quelques centimètres des murs et ainsi éviter qu'ils soient souillés, un tube peut être placé sur toute la longueur des murs à la hauteur de 0.65 H et à 0.10 m des murs.

3.6.6 LES AUTRES ZONES

En plus de la salle de traite et de l'aire d'attente, le bloc de traite peut comporter une laiterie, une salle pour les machines, un local d'entreposage, une pièce pour le personnel, un bureau et des toilettes, ainsi que des zones pour la manipulation et le traitement des animaux (figure 3.6.4.1.3).

La laiterie accueille le refroidisseur à lait (ou la porte donnant accès au refroidisseur), le système de réception et de remplissage du refroidisseur, des éléments du groupe refroidisseur, les dispositifs pour le nettoyage et la désinfection, et le matériel de traite. Ses dimensions doivent permettre d'accroître la capacité de conservation du lait et elle sera localisée dans la zone la moins ensoleillée qui sera, en outre, aisément accessible au camion de récolte du lait. La salle des machines héberge le matériel faisant partie du système de traite (pompe à vide, contrôle des pulsateurs), le groupe refroidisseur (condenseur, échangeur de chaleur) ainsi que tout l'équipement annexe. En plus, la salle des machines peut également accueillir le chauffe-eau, le récupérateur de chaleur et d'autres équipements ayant une relation directe avec la traite. La porte en contact avec l'extérieur doit être suffisamment large pour, le cas échéant, faciliter le remplacement du matériel.

Il y a lieu de prévoir un local séparé pour le stockage des produits et composants de nettoyage, les pièces de rechange, les produits vétérinaires et autres. Certaines législations nationales peuvent imposer un local séparé, clairement identifié, pour le stockage des produits vétérinaires utilisés chez les vaches en lactation et les vaches tarées.

La zone pour le personnel doit comporter des toilettes, des armoires personnelles, des douches, un lave-linge, un emplacement pour les repas et un autre pour le repos. Le bureau doit permettre de conserver les données ayant trait à la gestion quotidienne du troupeau (les productions laitières, la reproduction, les traitements vétérinaires) ainsi que tous les enregistrements vidéos et fichiers.

Les infrastructures de triage, de manipulation, de contention et de traitement des animaux font souvent partie du bloc de traite. Chaque espace doit faire l'objet d'une attention particulière et de beaucoup de soin en prenant en compte sa fonction, son organisation spatiale ainsi que ses relations avec l'ensemble du bloc de traite.

3.6.7 EXIGENCES SPECIFIQUES AUX ROBOTS DE TRAITE

3.6.7.1 Systèmes

Il existe deux types de robot de traite : le type mono-stalle et le type multi-stalles. Le robot mono-stalle est destiné à la traite d'un groupe comptant de 50 à 60 vaches en lactation ; le robot bi-stalles à un groupe de 90 vaches en lactation et le robot tri-stalles à un groupe de 120 vaches en lactation. Un plus grand nombre de stalles de traite localisées en un seul lieu ne s'est pas avéré très fonctionnel du fait que l'importante circulation des vaches crée un goulet dans la zone de traite. En 2010, la firme DeLaval a mis au point un carrousel de traite entièrement automatisé comportant des robots de traite dans le but de pouvoir traire des troupeaux de grande taille.

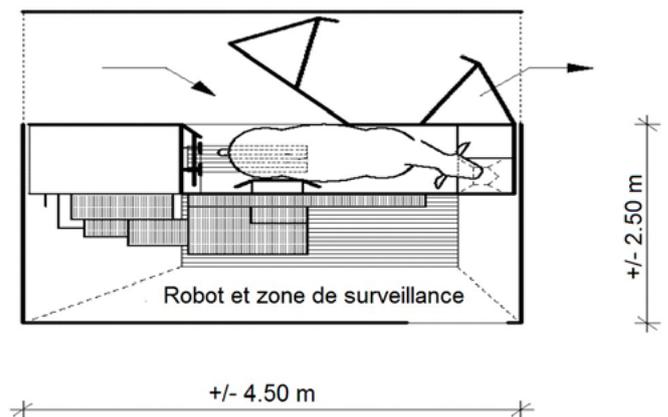


Figure 3.6.7.1.1: robot type mono-stalle, superficie requise 16.22 m², avec l'entrée et la sortie ainsi que la zone pour le contrôle par le personnel (Les dimensions dépendent du fabricant).

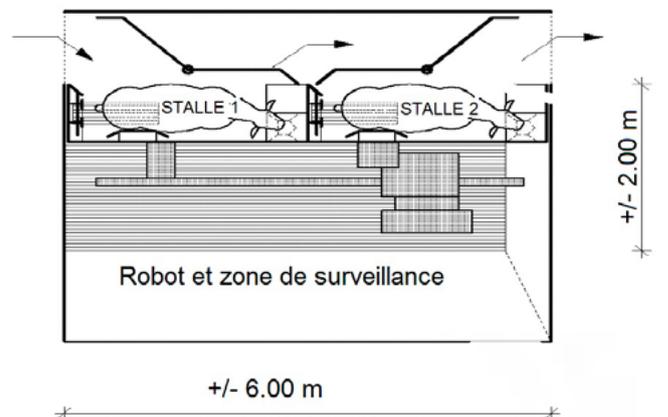


Figure 3.6.7.1.2: robot de type bi-stalles, superficie requise 33.44 m². Le schéma ne tient pas compte des éléments annexes (contrôle, nettoyage), car ils varient en fonction du fabricant.

3.6.7.2 La circulation des vaches et l'organisation du bâtiment

Les vaches sont attirées vers le robot pour consommer des aliments se trouvant au-delà du robot ou pour être traitées. Il existe deux modes de circulation des vaches: la circulation libre et la circulation forcée (contrôlée). Le mode de circulation des vaches est l'élément essentiel qui détermine la configuration de l'étable. En cas de circulation forcée, les interventions de l'éleveur pour conduire les vaches vers le robot sont limitées, par contre l'accès des vaches à la zone d'alimentation est limité. L'efficacité du système peut être accrue grâce à la mise en place d'un dispositif de contrôle sélectif de la circulation des vaches comportant des portillons pilotés par un système électronique « intelligent » qui autorise les vaches à avoir un accès direct à la zone d'alimentation, et ce sans passer par le robot. Il s'agit de la formule la plus coûteuse. La configuration des passages et des portillons doit être telle que les vaches dominées puissent aisément se rendre au robot et à la zone d'alimentation. Etant donné que l'accès des vaches à la zone d'alimentation s'étale sur la totalité des 24 heures de chaque journée, il n'est pas nécessaire de prévoir une place par vache au cornadis. Cela étant, il est indispensable que la ration puisse être consommée près de 24 heures par jour.

La circulation libre

La vache peut en permanence se rendre au robot, dans l'aire d'alimentation ou dans l'aire de repos. La configuration de l'étable est peu influencée par ce type de circulation qui, par ailleurs, peut très aisément être mis en place en cas de reconversion d'un bâtiment existant. Le robot doit être placé en un endroit que les vaches rejoignent fréquemment, en d'autres mots, il doit être aisément accessible.

La circulation forcée ou sélective

Avec cette formule, des séparations, des couloirs et des portillons, ne pouvant être franchis que dans un seul sens, permettent d'organiser la circulation des vaches. Avant de pouvoir rejoindre la zone d'alimentation, la vache doit d'abord se diriger vers le robot où un portillon de pré-sélection l'autorisera ou non à passer à la traite. Cette formule est particulièrement indiquée pour les stabulations libres à logettes comptant 2 ou 4 rangées de logettes (Figure 3.6.7.2.1). Dans le cas d'une circulation sélective, les vaches peuvent, grâce à un portillon électronique, être autorisées à rejoindre la zone d'alimentation s'il apparaît qu'elles ne doivent pas être traitées au moment où elles franchissent le portillon.

3.6.7.3 Le box de séparation

Lorsque la traite est effectuée par un robot, il est recommandé de disposer d'un box de séparation. Un dispositif de sélection placé après le robot permet d'isoler les vaches qui n'ont pas pu être traitées ou qui nécessitent un traitement particulier. Le box de séparation doit comporter une aire de couchage, un abreuvoir et une auge pour qu'il puisse être occupé pendant une période plus ou moins longue.

3.6.7.4 Le stockage du lait et le nettoyage

Le transfert du lait du robot au refroidisseur nécessite des dispositions particulières pour préserver la qualité du lait :

- le placement du refroidisseur à proximité du robot permet de limiter la longueur du lactoduc
- le lactoduc doit être protégé contre le froid pour prévenir le gel du lait.

Un emplacement doit être prévu pour l'installation d'un refroidisseur tampon qui recevra le lait pendant le pompage du lait contenu dans le refroidisseur principal et le nettoyage qui suivra.

Lors du dimensionnement de la capacité des fosses à lisier, il faudra prendre en compte le supplément d'eau de lavage produite par le robot, en comparaison avec une salle de traite.

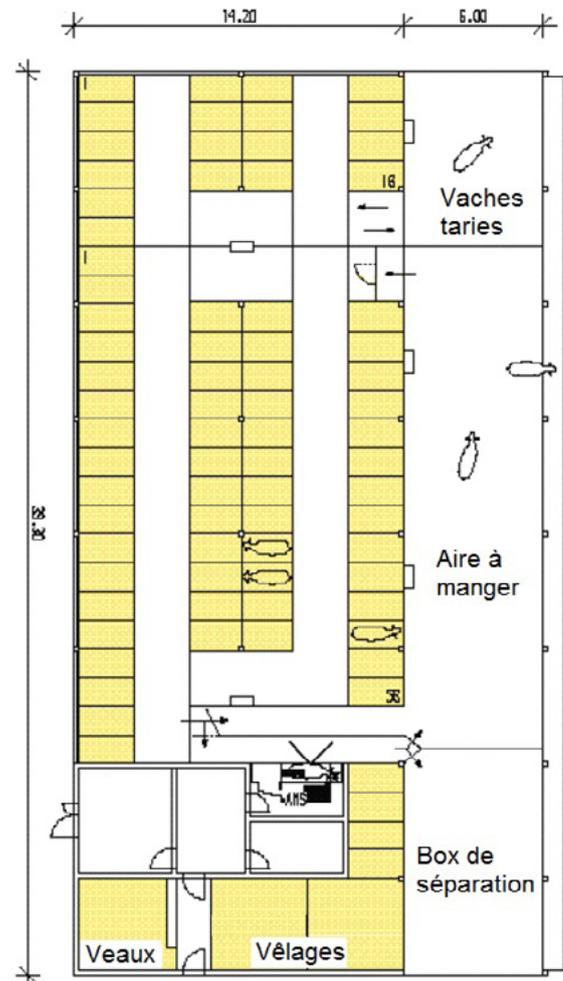


Figure 3.6.7.2.1: circulation sélective dans le cas d'un robot mono-stalle.

3.7 LA REGULATION DU CLIMAT

3.7.1 GENERALITES

La régulation des paramètres environnementaux et du climat constitue un aspect important de la conception d'un bâtiment d'élevage, car ces paramètres influencent la production des animaux et leur bien-être ainsi que cela est mentionné au chapitre 2.3. La mise en place d'un dispositif de ventilation comportant des ouvertures judicieusement dimensionnées et correctement orientées permet d'atteindre cet objectif. Les propriétés thermiques des matériaux, la forme du bâtiment, son orientation et sa localisation sont autant d'autres paramètres significatifs qui ne peuvent être perdus de vue.

En prenant comme critère la température régnant à l'intérieur d'un bâtiment sous les climats froids, le bâtiment peut être qualifié d'étable froide ou d'étable chaude. Dans une étable froide, la température qui règne à l'intérieur du bâtiment fluctue sous l'influence de la température extérieure, tout en restant proche d'elle. La ventilation permet d'obtenir une température intérieure de 3 à 6°C plus élevée que la température extérieure. Habituellement, cela est obtenu par un dispositif de ventilation naturelle non régulée qui est composé d'ouvertures appropriées situées à la partie supérieure des longs côtés et au faite du toit, complétées par des ouvertures réglables dans les longs côtés et par l'ajustement de l'ouverture des portes. Durant les périodes froides, l'élimination régulière de l'humidité qui est obtenue grâce au renouvellement d'air, ne nécessite pas la pose d'isolant sous la toiture. La condensation qui peut être observée sur la face interne de la toiture peut être considérée comme un outil de gestion de la ventilation, ou comme un signal indiquant à l'éleveur que le taux d'humidité relative à l'intérieur du bâtiment est trop élevé et qu'il convient d'accroître le renouvellement d'air en ouvrant davantage les entrées d'air.

Les étables chaudes ne concernent que des bâtiments fermés qui sont isolés et équipés d'un dispositif de ventilation parfaitement contrôlé. Ces bâtiments d'élevage sont conçus pour que leur température interne reste relativement constante tout au long de l'hiver grâce à une gestion précise de la ventilation et au pilotage des ouvertures. Les étables entravées dans lesquelles la température intérieure doit rester positive, restent le principal exemple de ce type de bâtiment d'élevage. Dans ce genre de bâtiment, des problèmes de condensation peuvent néanmoins apparaître lorsque l'isolation présente des discontinuités (ponts thermiques).

Certains bâtiments d'élevage ne peuvent être considérés comme étant des étables froides ou des étables chaudes. Ces étables qui se situent à mi-chemin entre les deux types précités ou dont l'environnement est modifié, ont pour particularité qu'en hiver leur température intérieure est maintenue au-dessus de 0°C grâce à un certain degré d'isolation et à la fermeture partielle des entrées d'air durant les conditions climatiques extrêmes. L'exemple le plus typique est celui d'un bâtiment comportant un front ouvert et une toiture isolée, dont le front ouvert est temporairement fermé avec des panneaux ou avec des matériaux comme des ballots de paille.

Dans ce cas, l'étable qui est potentiellement froide ne peut être utilisée et gérée comme une étable froide, car les problèmes liés aux excès de vapeur d'eau et d'humidité relative peuvent exister sans que l'éleveur en soit conscient en raison de la présence d'une isolation sous la toiture qui empêche l'apparition de condensation.

3.7.2 LA VENTILATION

La ventilation est le processus qui consiste à faire entrer de l'air extérieur (de l'air frais) dans le bâtiment où il se charge de vapeur d'eau, de calories, de poussières et d'autres contaminants. En réalité, la ventilation est le moyen principal de régulation des paramètres de l'environnement: la température de l'air, l'humidité relative de l'air et la qualité de l'air. Par ailleurs, une distribution uniforme de l'air frais à l'intérieur du bâtiment est essentielle pour obtenir une ventilation correcte. Le renouvellement d'air peut être réalisé par un processus naturel ou par des ventilateurs.

3.7.2.1 La ventilation naturelle

La ventilation naturelle est de loin le mode de renouvellement d'air le plus usité dans les bâtiments pour les vaches laitières. Elle fonctionne en vertu de deux phénomènes: celui de la poussée thermique (effet cheminée) et celui de la poussée du vent.

3.7.2.1.1 La poussée thermique

La poussée thermique résulte d'une différence de densité de l'air qui est consécutive à un écart de température entre l'intérieur et l'extérieur du bâtiment. De ce fait, son action n'est significative que sous des climats froids et pour des bâtiments qui sont fermés et isolés thermiquement (étable chaude).

En plus du gradient de température, le renouvellement d'air dépend de la géométrie des ouvertures (dimension, forme et localisation). Enfin, la différence de niveau entre l'ouverture la plus basse et l'ouverture la plus haute constitue un paramètre important. Le cas le plus caractéristique est celui d'un bâtiment comportant des ouvertures au faite du toit et à la partie supérieure des parois, pour lequel le débit d'air peut être calculé (tout comme pour une cheminée) au moyen de la formule :

$$V = C_d \cdot \sqrt{\frac{2gH\Delta T}{T_i \cdot \left(\frac{1}{A_i^2} + \frac{1}{A_o^2} \right)}}$$

dans laquelle:

- V = le débit de ventilation (m³/s)
- C_d = le coefficient de perte de charge des ouvertures (0.5 - 0.6)
- g = l'accélération due à la pesanteur (m/s²)
- H = la différence de niveau entre l'ouverture la plus basse et la plus haute (m)
- ΔT = l'écart de température entre l'intérieur et l'extérieur (K)
- T_i = la température absolue de l'air intérieur (K)
- A_i = la superficie des entrées d'air (m²)
- A_o = la superficie des sorties d'air (m²)

(La Figure 3.7.2.1.1.1 comporte tous ces détails).

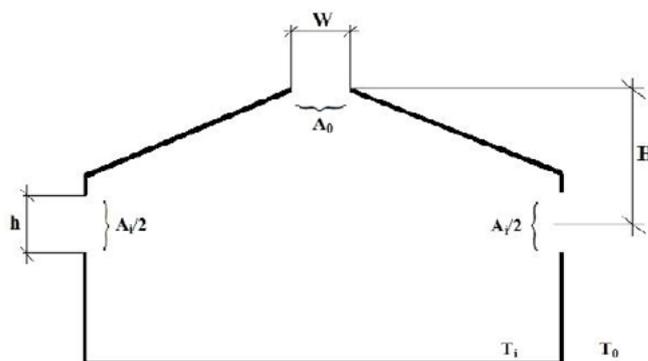


Figure 3.7.2.1.1.1: représentation schématique d'un bâtiment comportant des ouvertures au faite et à la partie supérieure des côtés.

Dans le cas d'un bâtiment ayant un front ouvert et trois côtés fermés (bâtiment mono-pente pour des veaux), l'air entrant et l'air sortant utilisent la même ouverture, à savoir que l'air le plus froid (normalement l'air extérieur) emprunte la partie basse de l'ouverture alors que l'air le plus chaud passe par la partie haute de l'ouverture. Pour des ouvertures de forme rectangulaire, le débit d'air produit par la poussée thermique peut être calculé par la formule:

$$V = C_d \cdot \sqrt{\frac{2gH\Delta T}{T_o \cdot \left(\frac{1}{A_i^2} + \frac{1}{A_o^2}\right)}}$$

dans laquelle:

H = hauteur de l'ouverture (m) (différence de niveau entre la sortie d'air et l'entrée d'air)

k = coefficient de résistance de l'ouverture

A = superficie de l'ouverture (m²)

Cette formule permet de calculer la superficie de l'ouverture:

$$A = 3 \cdot V \cdot \sqrt{\frac{T_i \cdot (2k)}{2g \cdot H \cdot \Delta T}}$$

Ce système de ventilation n'est valable que pour les bâtiments dont la largeur n'est pas supérieure à 4 fois leur hauteur moyenne. En période estivale, la façade opposée au front ouvert doit en partie être ouverte afin d'accroître le débit de la ventilation par un flux transverse.

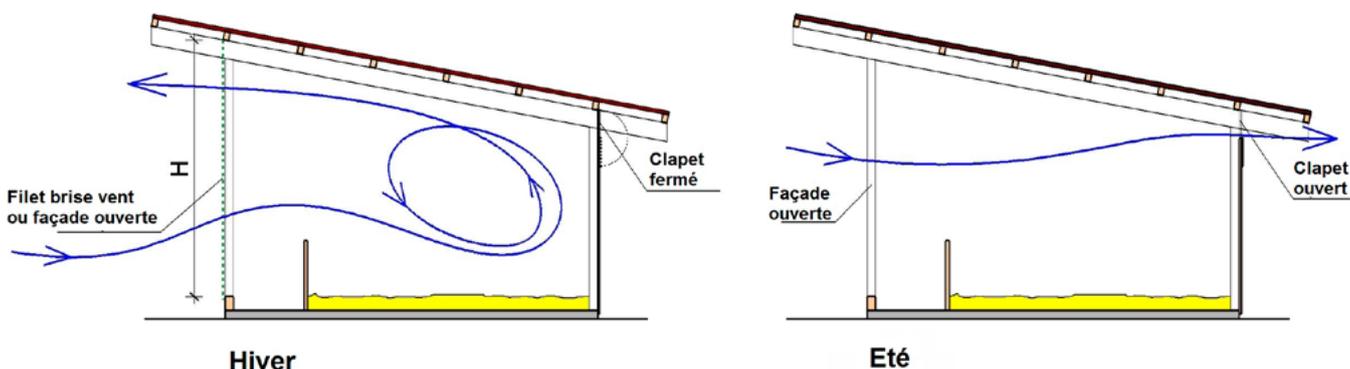


Figure 3.7.2.1.1.2: flux de ventilation produit par l'effet « cheminée » en hiver et en été pour un bâtiment à front ouvert pour des jeunes bovins.

3.7.2.1.2 La poussée du vent (L'effet du vent)

La pression exercée par le vent sur la façade du bâtiment qui est exposée au vent, produit un flux d'air allant des ouvertures se trouvant face au vent, vers les ouvertures se trouvant dans la façade opposée (sous le vent). Dans ce cas, le débit de ventilation est fonction de la vitesse du vent, de la géométrie et de l'orientation des ouvertures verticales, sachant que la contribution de l'ouverture au niveau du faite est négligeable.

La formule permettant de calculer le débit du renouvellement d'air est :

$$V = E \cdot A \cdot V_w$$

dans laquelle:

V = débit de ventilation (m³/s)

A = superficie de l'ouverture exposée au vent (ou de l'ouverture se trouvant sur la façade si elle est identique) (m²)

V_w = vitesse du vent (m/s)

E = efficacité de l'ouverture (0.5-0.6 pour un vent soufflant perpendiculairement à l'ouverture, 0.25-0.35 pour un vent soufflant en diagonale ; une valeur de 0.35 est généralement recommandée pour les bâtiments agricoles).

En ventilation naturelle, le vent est le facteur prépondérant qui influence son fonctionnement. En raison des variations qui affectent la vitesse du vent et son orientation, la régulation de la ventilation naturelle est compliquée. C'est pour résoudre ces difficultés que le contrôle automatisé de la ventilation naturelle (en anglais ACNV - Automatically Controlled Natural Ventilation) a été développé. Le système se compose de sondes de température, parfois d'anémomètres, qui commandent des dispositifs mécaniques ouvrant ou fermant les entrées et sorties d'air.

Les brises vents constituent une solution simple pour réaliser le contrôle de la vitesse de l'air à l'intérieur des bâtiments. Un brise vent est constitué d'un matériau perforé qui a la propriété de réduire la vitesse du vent à l'intérieur des bâtiments. Il permet d'obtenir une vitesse qui est, d'une part, relativement stable et, d'autre part, compatible avec les exigences des animaux. Les brises vents peuvent être produits avec différents matériaux : bois (bardages ajourés), métal perforé, filet en matériau synthétique.

3.7.2.1.3 L'effet combiné de la poussée thermique et de la poussée du vent

Dans des cas particuliers qui sont peu fréquents, comme par exemple une absence de vent et une température ex-

térieure basse, le renouvellement d'air est produit par le phénomène de la poussée thermique. La plupart du temps, c'est la poussée du vent qui produit le renouvellement d'air. Dans les cas intermédiaires (ni la poussée thermique, ni la poussée du vent n'exercent un effet dominant), la poussée thermique et la poussée du vent provoquent un renouvellement d'air qui n'est pas simplement le résultat d'effets additifs de ces deux poussées, car on est en présence de leurs interactions.

La figure 3.7.2.1.3.1 présente les résultats d'un calcul théorique appliqué au cas typique d'un bâtiment pour des vaches laitières, et ce pour différents écarts de température et vitesses du vent. On constate que l'effet de la poussée thermique est négligeable lorsque l'écart « température intérieure - température extérieure » est inférieur à 10°C et que la vitesse de l'air dépasse 1 m/sec ; cela est toujours le cas lorsque la vitesse du vent est supérieure à 2 m/sec (les ouvertures sont totalement, ouvertes et elles ne sont pas protégées par un brise vent).

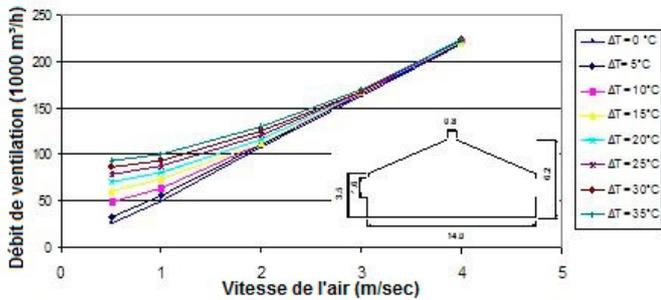


Figure 3.7.2.1.3.1: débit de ventilation dans un bâtiment typique pour des vaches laitières qui a une longueur de 30 m et une ouverture continue non protégée sur toute la longueur, pour différents écarts de température (différence température intérieure - température extérieure) et pour des vitesses d'air (m/sec) variables. Dans le modèle, la direction du vent est fixe et perpendiculaire à l'ouverture.

La détermination précise de l'effet combiné des deux mécanismes requiert la mise en œuvre d'une procédure complexe.

3.7.2.1.4 Le contrôle de la vitesse de l'air

Dans les bâtiments d'élevage, les entrées d'air doivent être conçues et positionnées pour éviter les retombées d'air froid (courants d'air) sur les animaux. Pour répondre à cette exigence, des clapets réglables placés à la partie supérieure des longs côtés, divers types de protection des ouvertures, comme les bardages ajourés, les tôles métalliques perforées et les filets en matériaux synthétiques, sont utilisés dans les étables froides. Dans les régions où des vents violents peuvent produire, des brises vents doivent être posés pour protéger les ouvertures exposées aux vents. Grâce à ces dispositifs, la vitesse du vent est réduite. La réduction de vitesse dépend de la porosité (superficie des perforations en pour cent de la superficie totale du produit), de la structure et du matériel employé.

Pour calculer le renouvellement d'air que l'on peut obtenir, la détermination expérimentale de l'efficacité (coefficient de réduction de la vitesse du vent) du dispositif ou de la protection des ouvertures est requise. Plus le coefficient propre au produit est élevé, plus la superficie des ouver-

tures protégées par ce produit doit augmenter pour obtenir un renouvellement d'air identique à celui qui serait obtenu avec une ouverture non protégée.

Le facteur multiplicateur (Mf) permet d'estimer l'accroissement de superficie des entrées d'air protégées qu'il convient de mettre en place. Ce facteur peut être déduit du coefficient de résistance (k) par la formule :

$$A = 3 \cdot V \cdot \sqrt{\frac{T_i \cdot (2k)}{2g \cdot H \cdot \Delta T}}$$

Lorsque le coefficient de résistance n'est pas connu, le facteur multiplicateur est considéré comme étant égal à l'inverse de la porosité: pour un brise vent normal, le facteur multiplicateur est égal à 3 ou à 5 pour une porosité de 33 ou 20% respectivement.

La toiture ajourée ou en écailles constitue une autre solution pour obtenir à l'intérieur du bâtiment des mouvements d'air uniformes à faible vitesse. Cette solution doit cependant être considérée comme un recours et non pas comme une alternative aux entrées d'air localisées sur les longs côtés. Elle peut être mise en œuvre dans des bâtiments de grande largeur ou dont la superficie des entrées d'air est insuffisante, et dans lesquels la circulation de l'air frais est problématique.

Le débit et la distribution de l'air à l'intérieur d'un bâtiment sont bien meilleurs lorsque le bâtiment est étroit et que sa grande longueur est orientée face au vent dominant. La Figure 3.7.2.1.4.1 décrit quelques exemples typiques. Les bâtiments dont la largeur dépasse 18 m doivent comporter des entrées d'air supplémentaires situées dans la toiture (cas b, d et g) ; le cas a n'est pas une solution optimale en raison des risques de condensation et de distribution hétérogène de l'air frais qu'il comporte. Le cas e qui comporte un décrochage non protégé dans la toiture, doit être évité car les vents soufflants en direction de ce décrochage empêchent la sortie de l'air vicié tentant de quitter le bâtiment. Les bâtiments comportant des parois intérieures (cas f) ou des obstacles (cas h) empêchant la circulation de l'air ne sont pas conseillés. Pour les bâtiments de grande largeur ou en cas de distribution hétérogène de l'air frais, la réalisation d'ouvertures dans la toiture (fentes) ou la mise en place d'une ventilation dynamique est requise. Les bâtiments ayant une façade totalement ouverte et une toiture à un seul versant (cas c, mono-pente) doivent, si leur largeur dépasse 8 à 10 m, comporter une ouverture dans la paroi opposée au front ouvert, et ce en particulier sous les climats chauds. Dans tous les cas, la largeur de ce type de bâtiment ne devrait pas dépasser 12 m. Les bâtiments en forme de tunnel (cas i) doivent comporter des ouvertures latérales et ils ne peuvent en aucun cas être trop longs si l'on veut obtenir un flux d'air longitudinal efficace.

Il s'impose d'avoir toujours présent à l'esprit le fait que le vent est le facteur le plus important en ventilation naturelle et que l'orientation du bâtiment est tout aussi essentielle. Compte tenu que la direction du vent et sa vitesse varient en permanence, il est indispensable, en particulier pour les bâtiments de grande largeur, de prévoir des ouvertures dans la façade exposée au vent.

Pour les jours durant lesquels la vitesse du vent est faible, les portes et accès peuvent contribuer de manière significative au renouvellement d'air et à sa distribution dans le bâtiment. La vitesse et la distribution de l'air à l'intérieur des bâtiments dépendent également des caractéristiques des

entrées d'air, car le flux de l'air frais entrant peut, grâce à des clapets pivotants, être dirigé vers le haut ou vers le bas. Il s'agit d'une caractéristique importante car elle permet d'éviter les courants d'air froid à proximité des animaux.

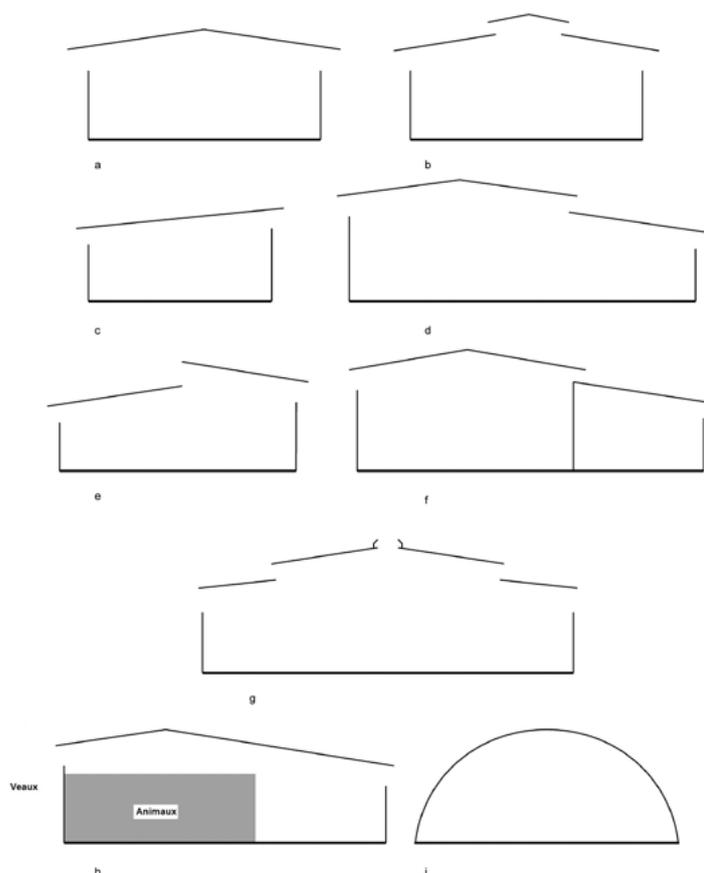


Figure 3.7.2.1.4.1: bâtiments comportant différents types de ventilation naturelle.

3.7.2.2 La ventilation mécanique

Les bâtiments pour les vaches laitières sont rarement ventilés par un dispositif de ventilation mécanique, en raison de son coût et de la tolérance des vaches laitières à de grandes fluctuations de température. La ventilation mécanique est le plus souvent mise en œuvre dans les étables chaudes (dans lesquelles le renouvellement d'air doit être régulé avec précision), dans les locaux où le renouvellement d'air doit être limité (étables chaudes dans des régions à climat froid ou locaux fermés de petit volume) et dans les régions où l'électricité est peu coûteuse.

Aux Etats Unis, le système dit « tunnel ventilation » a été développé. Il comporte des ventilateurs de grande dimension et de grande capacité qui sont placés dans un des pignons du bâtiment et produisent un flux d'air longitudinal, allant des entrées d'air situées dans un pignon vers les ventilateurs se trouvant dans le pignon opposé. Des observations de terrain ont montré qu'il est possible de limiter l'écart de température entre l'intérieur et l'extérieur du bâtiment durant les heures les plus chaudes de la journée, et de créer un flux d'air réfrigérant à hauteur des animaux. Cette formule ne peut cependant être mise en œuvre que dans des bâtiments particuliers (bâtiments pas trop larges et pas trop longs, rectilignes) ; en outre, elle nécessite une conception précise.

Le contrôle automatisé de la ventilation naturelle (ACNV) dont il est question ci-dessus, constitue une solution inter-

médiaire entre la ventilation naturelle et la ventilation mécanique.

3.7.2.3 La ventilation minimale en hiver dans les régions à climat froid

Dans les bâtiments d'élevage, un débit minimal de ventilation est indispensable, même durant les périodes froides, et ce sans tenir compte de la température extérieure. Un débit minimal de ventilation est requis, aussi bien pour les étables chaudes que pour les étables froides. En outre, le débit minimal de ventilation doit être permanent afin de produire une dilution adéquate de l'air intérieur et de maintenir la concentration en contaminants à un niveau minimal. Le débit minimal est fonction des conditions climatiques, des caractéristiques du bâtiment, du nombre et du type d'animaux, de leur âge et de leur taille, et du fait que le bâtiment est censé être une étable froide ou chaude.

Le débit de ventilation requis peut être calculé par la formule:

$$V = X \Delta x^{-1}$$

dans laquelle:

- V = le débit de ventilation requis (m³/h)
- X = la production horaire dans le bâtiment de contaminants et de gaz nocifs (g/h)
- Δx = la différence de concentration en ces éléments (g/m³) entre l'air du bâtiment et l'air extérieur.

Généralement, c'est la vapeur d'eau contenue dans l'air qui atteint en premier lieu le niveau critique. Si la température de l'air diminue, le débit de ventilation doit augmenter pour éviter tout excès d'humidité relative. Cependant, dans le cas de bâtiments isolés et confinés sous des conditions climatiques très froides ou lorsque le lisier est homogénéisé, la concentration en d'autres gaz nocifs peut dépasser le seuil conseillé.

Pour obtenir une poussée thermique efficace, la faîtière doit être protégée par des déflecteurs qui, par ailleurs, permettent au vent de créer un effet de succion (venturi). En outre pour éviter les courants d'air à hauteur des animaux, les ouvertures non protégées situées dans les longs côtés doivent se trouver à au moins 2 mètres du sol. Lorsque la température de l'air extérieur est très basse et que l'aire de repos se situe à proximité et en dessous de l'entrée d'air, il y a lieu d'éviter les risques de retombées d'air froid sur les animaux en plaçant une protection au-dessus d'eux.

En ventilation naturelle, le débit minimal de ventilation est difficilement contrôlable. Par contre en ventilation mécanique, le système de régulation de la ventilation et la capacité du/des ventilateur(s) doivent permettre d'obtenir le débit de ventilation qui a été calculé pour le cas particulier du bâtiment concerné.

3.7.2.4 La ventilation estivale sous les climats chauds

En période estivale, les débits de ventilation doivent être les plus élevés possibles afin d'éliminer la chaleur produite par les animaux. Il est souhaitable de maintenir la température à l'intérieur du bâtiment au niveau le plus bas possible, et ce tout en augmentant simultanément la vitesse de l'air dans le bâtiment pour aider les animaux à perdre de la chaleur par convection et par transpiration. L'ouverture maximale des entrées d'air se trouvant sur les quatre côtés du bâtiment permet d'atteindre cet objectif. Cependant, il

convient d'éviter les courants d'air lorsque la température extérieure baisse.

Pendant les heures les plus chaudes de la journée, l'écart « température intérieure - température extérieure » est souvent trop faible (voire parfois négatif en raison de l'évaporation se déroulant à l'intérieur du bâtiment) rendant la poussée thermique totalement impossible. Dans ce cas, seule la poussée du vent réalise le renouvellement d'air au travers des ouvertures verticales exposées au vent. Durant les périodes très chaudes, il est extrêmement important de profiter des baisses de température qui se produisent pendant la nuit.

3.7.2.5 Le volume d'air de base

Le volume d'air par animal à l'intérieur d'un bâtiment (volume d'air statique ou volume d'air de base) remplit un rôle essentiel dans le maintien de la qualité de l'air, en particulier lorsque le débit minimal de ventilation fluctue avec des hausses et des baisses. La diminution du débit de ventilation, accompagnée ou non de l'augmentation de la production de contaminants, va de pair avec un accroissement du taux de contaminants dans l'air. Dans les bâtiments ayant un volume d'air de base important, cet accroissement est plus faible que dans ceux dont le volume d'air de base est faible (Figure 3.7.2.5.1). De plus au cours de la journée, la variation de la concentration en gaz est réduite. Cela signifie que la concentration en gaz, poussières et micro-organismes et sa variabilité sont limitées en raison de l'effet tampon dû au volume d'air de base élevé. Enfin, l'inertie due à la masse d'air aide au maintien des paramètres climatiques à un niveau relativement stable.

La concentration en gaz en conditions changeantes peut être calculée par la formule :

$$c = \left[\frac{X}{V} + c_a 10^{-6} - \frac{X - V(c_0 - c_a) 10^{-6}}{V} e^{-\frac{V \cdot 3600}{\text{vol}} t} \right] 10^6$$

dans laquelle :

- c = la concentration après le temps t
- t = le temps (h)
- X = la quantité de gaz produite (m³/s)
- V = le débit de ventilation (m³/s)
- c_a = la concentration en gaz dans l'air extérieur (ppm)
- c₀ = la concentration en gaz dans le bâtiment au temps 0 (t = 0) (ppm)
- vol = le volume d'air contenu dans le bâtiment (m³)

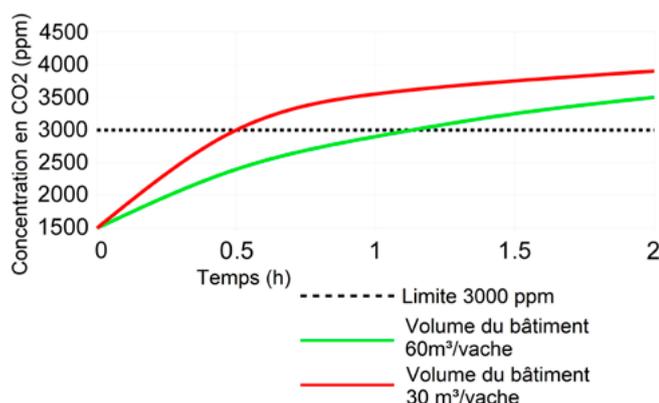


Figure 3.7.2.5.1: plus le volume du bâtiment est faible, plus rapide est l'accroissement de la concentration en dioxyde de carbone (CO₂) lorsque le débit de ventilation diminue en passant de 160 m³/h à 50 m³/h par vache.

3.7.3 LA REDUCTION DU STRESS THERMIQUE

Le stress thermique est le problème le plus important auquel les éleveurs sont confrontés dans les régions chaudes, en particulier avec des vaches à haute production. Les techniques permettant de minimiser ses effets négatifs, en bénéficiant des caractéristiques du bâtiment et de sa configuration, peuvent être subdivisées en deux catégories : les techniques actives et les techniques passives.

3.7.3.1 Les techniques passives

Les techniques passives concernent la configuration du bâtiment et sa gestion. L'objectif majeur consiste à maximiser le débit de la ventilation naturelle, non seulement en termes de renouvellement d'air, mais également en termes de vitesse de l'air au niveau des animaux. Il peut être atteint par l'optimisation du dimensionnement, de la localisation et de l'orientation des entrées d'air. Il convient d'orienter les entrées d'air dans la direction des vents dominants et d'éviter la présence d'obstacles qui réduisent ou dévient les flux d'air. Une distance minimale de 20 mètres à partir d'arbres ou d'autres bâtiments doit être prévue. Cette distance doit être accrue lorsque les structures se situant dans la direction des vents dominants ont plus de 25 mètres de long ou plus de 6 mètres de haut (exemple 30 m si la structure a plus de 120 m de longueur ou plus de 9 m de hauteur). Un site localisé sur un sommet, mais néanmoins pas trop exposé, doit être préféré.

Un autre objectif consiste à minimiser les apports solaires qui se produisent soit de manière directe sous la forme du rayonnement solaire atteignant directement les animaux, soit de manière indirecte par le biais de l'environnement interne du bâtiment qui est échauffé par la pénétration des rayons solaires par les surfaces ouvertes ou translucides. Le rayonnement solaire direct peut être évité en prévoyant suffisamment de zones ombragées bien conçues et en orientant correctement les ouvertures et les surfaces translucides du bâtiment. Pour réduire le rayonnement solaire, la grande longueur des bâtiments de forme rectangulaire doit être orientée dans la direction est - ouest. Avec cette orientation, un long côté est en permanence ombragé et le côté opposé reçoit des rayons solaires avec un angle, ce qui les rend moins puissants, et les débordements de toiture produisent de l'ombrage. Les pignons orientés à l'est et ceux qui le sont à l'ouest sont également exposés au soleil, mais leur superficie est peu importante et ils peuvent aisément être ombragés par des arbres ou d'autres bâtiments. Des toiles d'ombrage et des arbres adultes peuvent créer un ombrage sur les parcours extérieurs.

L'isolation des parties du bâtiment les plus exposées au soleil (les toitures) constitue un autre moyen de réduire les radiations qui sont émises par les surfaces portées à haute température par le soleil. L'utilisation d'un matériau ou d'une couleur réfléchissant le rayonnement solaire pour les parties exposées au soleil s'avère également efficace, bien que l'efficacité de ces solutions diminue avec le temps en raison de la détérioration qui les affecte. Un important relèvement des toitures en pente constitue une alternative à leur isolation pour diminuer les flux de chaleur qui, par radiation, atteignent les animaux qu'elles abritent.

Il est aussi important de limiter les radiations émises par les surfaces exposées au soleil qui entourent le bâtiment (il s'agit principalement des surfaces pavées ou bétonnées). Ces surfaces doivent être ombragées et, si cela est possible, il faut les proscrire.

La ventilation est un autre moyen de réduire le stress thermique, car elle augmente les pertes de chaleur chez les animaux, par convection et par transpiration. Sous les climats chauds, il est très utile d'ouvrir le plus possible les bâtiments qui, par ailleurs, mettent les animaux à l'abri du soleil. Si en période estivale il n'est pas possible d'ouvrir largement le bâtiment ou bien si des obstacles à l'ouverture ne peuvent être enlevés, il s'impose de mettre en place des dispositifs de refroidissement.

De manière générale, la bonne orientation du bâtiment représente un aspect fondamental de sa conception. Dans ce cadre, les expositions au soleil et au vent doivent être envisagées de concert pour, d'une part, constituer une protection efficace contre les apports de chaleur solaire et, d'autre part, obtenir une bonne ventilation. Souvent, la solution optimale est trouvée grâce à un compromis qui concilie ces deux exigences.

Des effets positifs peuvent également être obtenus par le recours, en lieu et place de paille ou d'un matelas synthétique, à une aire de repos ayant une conductivité thermique importante, comme le sable (ou le sol initial), afin d'accroître de manière substantielle la dissipation de chaleur par conduction réalisée par les animaux.

3.7.3.2 Les techniques actives

Les techniques actives qui concernent la ventilation mécanique sont :

- a) l'accroissement de la vitesse de l'air au moyen de ventilateurs pulsant directement l'air vers les animaux
- b) le refroidissement de l'air frais par l'évaporation d'eau (refroidissement adiabatique)
- c) le refroidissement des animaux par la pulvérisation ou la nébulisation d'eau dans leur direction et la création de mouvements d'air par des ventilateurs.

a) Grâce à des ventilateurs, la mise en mouvement de l'air autour des animaux accroît les pertes de chaleur corporelle par convection et par transpiration (voir chapitre 2.3). Cette technique n'est cependant efficace que pour des températures de plus de 23-24°C. Quant aux ventilateurs utilisés, ils sont de deux types : ceux dits à « faible volume (petit diamètre) et vitesse élevée » et à axe horizontal, et ceux dits à « grand volume et faible vitesse » et à axe vertical. Le premier type qui doit être orienté en direction des animaux, produit un flux à grande vitesse dont l'effet diminue avec la distance, et balaie une superficie assez réduite. Idéalement, ils doivent être orientés dans la même direction que la brise estivale. En principe, il s'agit de la formule la plus efficace si les ventilateurs sont placés suffisamment hauts afin que les animaux qui se regroupent, ne constituent pas un écran. Les ventilateurs du deuxième type sont suspendus près de la toiture et ils produisent un flux d'air à faible vitesse qui balaie une superficie relativement importante du fait qu'ils se trouvent à une assez grande hauteur. Ils conviennent bien pour des espaces de forme variée (les aires de repos, les aires d'attente), pour autant que le sol soit dépourvu d'obstacles réduisant leur effet.

Comme cela est mentionné au chapitre 2.3, au niveau de la peau, la technique du refroidissement des animaux par la seule ventilation trouve sa limite lorsque la dissipation naturelle de chaleur par la transpiration atteint son maximum. En conséquence, un refroidissement complémentaire dû à l'évaporation de l'eau pulvérisée sur les animaux doit également être favorisé.

b) Le refroidissement par évaporation adiabatique est réalisé par la nébulisation d'eau (grâce à un dispositif à haute pression) à hauteur de ventilateurs pulsant l'air en direction des animaux. L'évaporation de l'eau provoque une diminution de la température de l'air. La capacité de l'air de se charger en eau augmente lorsque son humidité relative est faible. De ce fait, la technique ne peut être mise en œuvre que dans les étables laitières se trouvant sous des climats secs. Le bénéfice de la diminution de la température devient marginal lorsque le taux d'humidité relative de l'air ambiant dépasse 40 % ; en fait, d'une part, la perte de chaleur sensible augmente mais, d'autre part, la transpiration naturelle se réduit. Les avantages de cette technique sont, d'une part, que sous des climats secs une réduction substantielle de la température peut être obtenue pour une utilisation minimale d'eau et, d'autre part, qu'elle convient dans les régions où les buses ne peuvent pas être utilisées en raison du risque de mouillage du sol (par exemple des litières). Par ailleurs, l'efficacité de la technique diminue si l'évaporation de l'eau est incomplète, car des gouttelettes d'eau se déposant sur les animaux forment une couche isolante sur leur pelage. Enfin, sous des conditions venteuses l'effet du refroidissement est réalisé en dehors du bâtiment à cause du vent.

c) La technique comportant la pulvérisation de gouttelettes d'eau sur les animaux au moyen de buses à basse pression associée à la pulsion d'air sur eux à l'aide de ventilateurs pour augmenter l'évaporation, semble la formule la plus efficace pour réduire le stress thermique chez la vache laitière, en particulier sous les climats chauds et humides. Cette technique n'active pas seulement les mécanismes naturels de dissipation de la chaleur corporelle, elle provoque également un important effet supplémentaire dû à l'évaporation de l'eau pulvérisée sur la peau des animaux (l'effet peut représenter jusqu'à 10 fois l'évaporation naturelle). Cependant, la quantité d'eau pulvérisée sur la surface du corps est un point critique, tout comme la vitesse de l'air autour de l'animal. L'utilisation de nébuliseurs produisant des gouttelettes de petites tailles permet d'économiser de l'eau et de réduire le mouillage des sols. Cependant, les sprinklers produisant de grosses gouttelettes sont plus efficaces car ils donnent lieu à une évaporation plus importante dont l'effet est plus persistant.

La conception de ces systèmes (choix des buses ou des sprinklers, leur nombre et leur localisation, le type et la position des ventilateurs) et leur optimisation (durée et intervalle de temps entre deux pulvérisations) sont complexes, car elles dépendent du climat (température, humidité relative et vitesse de l'air), des animaux (race, production, hygiène et santé) et du bâtiment (superficie concernée, type de sol, capacité des fosses à lisier, etc.).

L'expérience a cependant montré que la mise en place de ces systèmes dans les zones du bâtiment autres que la zone d'alimentation doit être envisagée. Il en est de même de leur installation dans l'aire d'attente avant la traite où les animaux sont particulièrement stressés en raison du manque d'espace et de la durée de leur séjour dans cette aire. Quant à la zone de repos, elle requiert une attention toute particulière car elle ne peut en aucun cas être mouillée. Généralement, les ventilateurs sont actionnés lorsque la température atteint 23-25°C et les sprinklers lorsqu'elle dépasse 25-27°C.

3.8 LES INFRASTRUCTURES POUR LES VEAUX ET LES GENISSES DE REMPLACEMENT

3.8.1 INTRODUCTION

Dans les fermes laitières, les veaux sont généralement sevrés (séparés de leur mère) peu après leur naissance. Les veaux sont logés soit individuellement, soit en groupe en fonction du type de gestion choisi par l'agriculteur. Les veaux peuvent être logés dans des boxes individuels pendant quelques jours ou pendant plusieurs semaines (2 à 8 semaines).

Les législations européennes (Directive CEE 91/629, Directive UE 97/2) imposent des exigences minimales relatives au logement des veaux qui concernent les bâtiments, les systèmes de gestion et les équipements pour les veaux à l'engraissement.

Les dispositions les plus importantes de ces directives sont :

- le logement individuel est interdit après l'âge de 8 semaines, excepté pour des raisons sanitaires
- la largeur des cases individuelles doit être égale à la taille au garrot et leur longueur égale à la longueur de l'animal multipliée par 1.1
- les séparations entre les cases doivent être ajourées pour permettre les contacts visuels et tactiles entre les animaux
- pour des animaux en groupe, l'espace de vie de chaque animal doit être égal à 1.5 m² pour un poids vif inférieur à 150 kg, 1.7 m² pour un poids vif compris entre 150 et 220 kg, et à 1.8 m² pour un poids vif supérieur à 220 kg
- l'étable et les équipements doivent être construits de façon que chaque animal puisse étendre ses membres, se reposer, se lever et faire sa toilette sans difficultés
- de la litière doit être fournie aux animaux de moins de 2 semaines
- les veaux ne peuvent pas être attachés, sauf s'ils vivent en groupe et seulement durant une heure pour la distribution du lait
- si une ventilation mécanique est utilisée, elle doit être équipée d'une alarme
- il est interdit de maintenir les animaux dans l'obscurité de façon permanente, et de la lumière artificielle ou naturelle doit être fournie
- les veaux doivent être nourris deux fois par jour
- les veaux doivent recevoir suffisamment de fibres et de fer dans leur alimentation
- les veaux de plus de deux semaines doivent avoir un accès libre et permanent à de l'eau fraîche.

Cette réglementation ne s'applique pas dans les élevages comptant moins de 6 veaux et lorsque les veaux demeurent avec leur mère pour l'allaitement.

Le type de logement des veaux et génisses de remplacement dépend de nombreux facteurs incluant la localisation géographique, la disponibilité en paille, la taille de l'exploitation et le mode d'hébergement des vaches laitières.

3.8.2 LES SYSTEMES DE LOGEMENT POUR LES VEAUX

3.8.2.1 Le logement individuel - la niche

Sauf si la niche est produite en usine, la niche a généralement les dimensions suivantes: longueur 2.0 m, largeur 1.5 m et hauteur 1.5 m. En outre, la niche doit comporter une courette extérieure faisant plus de 2 m² qui est entourée

par un treillis métallique ou par une clôture. Elle compte également un support pour un seau destiné à recevoir du lait et un autre pour recevoir un aliment sec, et un râtelier à foin. Une litière est indispensable ; elle peut être constituée par exemple de paille, de copeaux de bois, de sciure, de journaux déchiquetés, etc., et elle doit être suffisamment épaisse pour créer une zone de couchage confortable. Elle doit rester propre et sèche, et être enlevée dès que le veau quitte la niche.



Figure 3.8.2.1.1: niche individuelle.

Pour la construction des niches, l'utilisation de plastique transparent ou translucide est proscrite afin d'éviter l'effet de serre responsable de la surchauffe de l'intérieur des niches et d'un stress thermique chez les veaux. C'est pour ces raisons que l'utilisation de matériaux synthétiques opaques et réfléchissants (de couleur claire) est recommandée. Elles peuvent également être réalisées avec du bois ou des panneaux multiplex.

L'ouverture ne peut être orientée en direction de vents dominants afin de prévenir les courants d'air et les entrées de précipitations. Dans la plupart des pays européens, l'orientation de l'ouverture dans la direction du sud-est est la plus indiquée.

Les niches doivent être placées sur un sol parfaitement drainé, tout en respectant les législations pour la protection des eaux souterraines. Lorsque les niches sont placées à même le sol, une couche de sable de 15 cm d'épaisseur peut permettre de rencontrer ces exigences. Après utilisation, le sable doit être enlevé pour réduire les risques de contamination. Si les niches sont placées sur du béton pour faciliter la gestion et rendre plus aisés le nettoyage et la désinfection, il est indispensable de récolter les liquides et de les conserver dans une infrastructure de stockage adaptée pour prévenir toute forme de pollution et pour satisfaire aux exigences des réglementations locales.

Durant les périodes chaudes, il est recommandé d'ombrager les niches (toile d'ombrage, arbres ou d'autres bâtiments) afin d'éviter les effets négatifs des hautes températures. En hiver, il peut s'avérer utile de prévenir les conséquences des très basses températures.

3.8.2.2 Le logement individuel - la case

La nurserie est constituée par une partie ou la totalité d'un bâtiment qui est exclusivement réservée au logement des veaux nouveau-nés. Le logement individuel des nouveau-nés durant au moins 2 à 3 semaines est recommandé afin de pouvoir les surveiller attentivement. En agriculture biologique, le logement individuel est limité et non autorisé après l'âge d'une semaine.

Les dimensions habituelles des cases sont de l'ordre de 0.90 - 1.00 m x 1.50 - 1.60 m, mais elles doivent prendre en compte la taille et l'âge des veaux. Les cases dont le plancher est ajouré et recouvert d'une litière épaisse doivent être surélevées d'environ 30 cm pour assurer le drainage et l'évacuation des urines et permettre d'effectuer le nettoyage régulier du sol. Dans les nurseries froides, l'épaisseur de la litière doit être plus importante pour prévenir les courants d'air autour du veau.

Des cases démontables sont disponibles sur le marché, mais l'agriculteur peut les réaliser lui-même avec des panneaux en multiplex pour les parois et avec du bois dur ajouré pour le plancher. Le plancher doit être recouvert d'une litière épaisse qui doit rester propre et sèche. Des supports pour des récipients destinés à contenir de l'eau et des aliments doivent être placés à l'avant de la case.



Figure 3.8.2.2.1: case individuelle.

3.8.2.3 Le logement collectif

Le logement collectif permet aux veaux de développer un comportement social et de grandir avec des congénères du même âge. Il leur offre également la possibilité de développer leur immunité contre un grand nombre de micro-organismes.

3.8.2.4 Les niches collectives

Les niches collectives qui sont conçues pour accueillir de 2 à 6 veaux, sont réalisées avec un matériau synthétique ou avec du bois. Pour 4 veaux par exemple, elles ont une

superficie intérieure de 10 m² et sont complétées par une courette extérieure (pour le délassement et l'alimentation) de 10 à 15 m².

L'intérieur de la niche comporte une litière et un râtelier à foin. Les fourrages sont distribués au cornadis et un abreuvoir du type antigel est recommandé.



Figure 3.8.2.4.1: niche collective avec un parcours extérieur ombragé qui constitue une caractéristique importante.

Lorsque les niches collectives sont fixées sur du béton, la surface du parcours extérieur doit être non glissante et elle doit être raclée 1 à 2 fois par semaine. A la fin d'un cycle, la niche doit soit être débarrassée manuellement de la litière, soit être déplacée par un tracteur vers un autre emplacement.

3.8.2.5 Les litières paillées en pente

Les litières en pente ne sont pas recommandées pour des veaux de moins de 6 mois.

3.8.2.6 Les litières paillées

Ce système convient tout particulièrement pour les jeunes animaux pour autant que les apports de paille soient suffisants et qu'une bonne ventilation soit mise en place.

Si les animaux séjournent durant plusieurs mois dans ce dispositif, il est indispensable qu'il comporte un couloir en dur pour que leurs ongles restent suffisamment dur et en bonne condition. Sa surface ne doit pas être trop rugueuse, mais elle doit prévenir les glissades.

Pour diminuer les besoins en main-d'œuvre, le béton plein peut être remplacé par un caillebotis, adapté à l'âge des animaux, qui doit être conforme aux législations locales.

Tableau 3.8.2.6.1: caractéristiques des boxes pour le logement collectif.

Durée du séjour	Mensuration des animaux		Entièrement paillé (m ² /veau)	Aire de couchage paillée et couloir en béton ou en caillebotis		Largeur au cornadis par veau (m)
	H (m)	L (m)		Aire paillée (m ² /veau)	Largeur du couloir (m)	
Du sevrage à moins de 100 kg	0.90	0.84	1.6	1.2	1.0	0.35
Du sevrage à 3 - 5 / 6 mois (100 - 250 kg)	1.09	1.17	Déconseillé pour éviter l'excès de croissance des ongles	2.5-3.2	1.4-1.5	0.45

3.8.2.7 Les étables à logettes

Les logettes requièrent une gestion rigoureuse pour des veaux de moins de 6 mois.

3.8.2.8 Le caillebotis intégral

Le caillebotis intégral est déconseillé pour les veaux et les génisses de remplacement dans le secteur laitier.

3.8.2.9 Les étables entravées

Les étables entravées sont interdites pour les jeunes animaux en application des directives européennes et elles ne sont pas recommandées dans les pays où elles ne sont pas interdites.

3.8.3. LES DISPOSITIFS D'ALIMENTATION

Le lait naturel ou reconstitué est distribué au veau soit manuellement, soit au moyen d'un distributeur automatisé de lait (DAL).

En cas de distribution manuelle, les veaux peuvent être regroupés par groupes de 10 individus au maximum et ils doivent recevoir du lait 2 fois par jour. Lorsque le lait est distribué sous la forme d'une seule quantité pour l'ensemble du groupe, des dispositifs (barrières, séparations, cornadis) doivent être fixés à l'avant des boxes pour immobiliser les veaux et empêcher les phénomènes de compétition. Les veaux ne peuvent cependant être immobilisés pendant plus d'une heure. Une autre formule consiste à leur distribuer leur lait dans des seaux individuels.

En cas d'utilisation d'un DAL, les veaux sont rassemblés par groupes de 30 individus, mais il est conseillé de limiter leur nombre à 10. Habituellement, chaque DAL comporte au moins 2 tétines qui peuvent alimenter 30 veaux chacune. Les groupes doivent être composés de veaux de même âge pour éviter les problèmes de hiérarchie et de santé au sein des groupes. Les veaux reçoivent du lait reconstitué en fonction de leurs besoins ou à volonté (*ad libitum*). Généralement, les veaux portent un collier autour du cou ou une boucle auriculaire qui permet au DAL de les identifier, de surveiller et d'enregistrer le lait qu'ils consomment, etc. Le DAL doit être placé en un endroit sec, propre, préservé du gel et aisément accessible.

3.8.4 LA VENTILATION

Pour l'élevage des veaux, la ventilation naturelle et l'étable froide sont recommandées. Cependant, dans certaines situations, l'étable chaude convient mieux pour créer un environnement de qualité pour les veaux et pour prévenir les maladies et mortalités.

a) La litière paillée

Pour les veaux hébergés sur une litière paillée, l'étable froide est conseillée afin qu'ils bénéficient d'un bon environnement climatique. Un front ouvert orienté correctement en tenant compte de la direction des vents dominants et d'une exposition optimale au soleil levant est préférable. Par ailleurs, le placement de rideaux ou de filets brise vent sur la façade opposée au front ouvert permet d'empêcher les courants d'air durant les mois froids et les stress thermiques pendant la période estivale.

b) Le caillebotis intégral

Bien que le caillebotis intégral soit déconseillé, si les veaux sont néanmoins logés sur un caillebotis, un chauffage et une ventilation mécanique sont nécessaires sous les climats froids pour obtenir un environnement de qualité pour les veaux. L'isolation des murs et de la toiture, en sus de ce qui est mentionné ci-dessus, peut s'avérer utile pour prévenir les basses températures et les fortes humidités relatives de l'air. Pendant les journées chaudes, l'isolation et la ventilation mécanique permettent de maintenir la température à l'intérieur du bâtiment à un niveau acceptable.

3.8.5 LES INFRASTRUCTURES POUR L'HEBERGEMENT DES GENISSES DE REMPLACEMENT

Les systèmes décrits aux chapitres 3.1 et 3.2 peuvent aussi être utilisés pour les génisses de remplacement. Le système retenu doit être comparable au mode d'hébergement des vaches en production.

Les logettes peuvent être utilisées pour loger des génisses dans les exploitations qui ne disposent pas de paille ou seulement de quantités limitées de paille. Là où de la paille est disponible pour servir de litière, les solutions traditionnelles comportent une aire paillée comme aire de couchage et du béton ou des caillebotis pour les couloirs et passages. Les bâtiments avec une aire paillée en pente dont le bon fonctionnement implique le glissement de la litière souillée vers le bas de la pente, conviennent pour l'élevage des génisses, à l'exception de la période de mise à la reproduction. La mise à l'attache des génisses durant leur période d'élevage est encore pratiquée dans certaines régions, mais cette méthode d'hébergement n'est cependant pas recommandée.

3.8.5.1 Etable avec couchage sur litière et aire d'alimentation en béton ou sur caillebotis

Dans ce type de bâtiment, les animaux peuvent avoir accès à leur nourriture en rejoignant l'aire d'alimentation qui est en béton plein ou sur caillebotis. Le béton est nettoyé par un racleur actionné par un moteur électrique, un moteur hydraulique ou par un tracteur. Si le racleage est effectué avec un tracteur, il est indispensable de prévoir une séparation munie de portillons pour maintenir les animaux sur l'aire paillée durant le nettoyage. Cette formule présente l'avantage de réduire la consommation de paille et de ne pas modifier la position des animaux au cornadis, alors que le niveau de l'aire paillée s'élève avec le temps. La consommation journalière de paille est de l'ordre de 4 à 6 kg par animal. Deux types de fumier (solide et mou) sont produits par ce système. Si l'aire d'alimentation est sur caillebotis, il est nécessaire de minimiser la quantité de paille qui se retrouve dans les fosses afin d'éviter des problèmes lors de l'homogénéisation du lisier. Une coupe transversale est visible à la Figure 3.8.5.1.1. Un parcours extérieur servant d'aire d'exercice peut être mis à la disposition des animaux afin de constituer un système à zones multiples. Les superficies minimales requises pour des génisses sont mentionnées au Tableau 3.8.5.1.1.

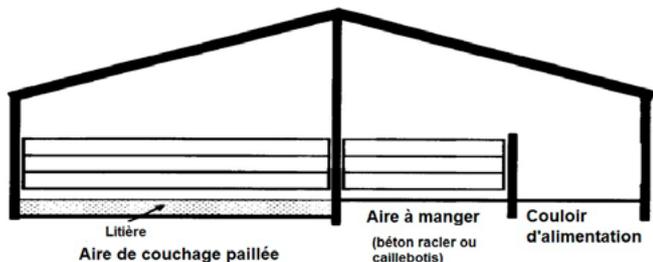


Figure 3.8.5.1.1: Etable avec couchage sur litière et aire d'alimentation en béton.

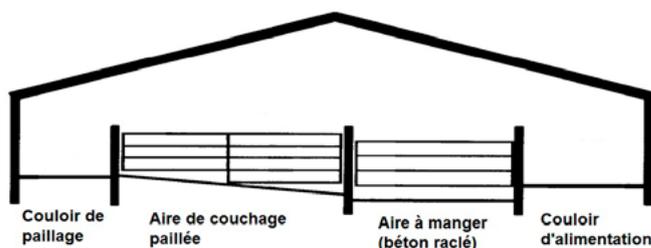


Figure 3.8.5.2.1: litière paillée en pente sur sol bétonné.

Tableau 3.8.5.1.1: superficies minimales requises pour des génisses dans des étables avec couchage sur litière et aire d'alimentation (longue ou courte) en béton ou sur caillbotis (système à deux zones)

Poids des animaux (kg)	L (m)	H (m)	W (m)	PW longue (m)	PW courte (m)	LA ₁ longue (m ²)	LA ₂ courte (m ²)	Superficie totale (m ²)	TL (m)
150-249	1.17	1.09	0.35	2.24	1.40	3.00	3.40	4.00	0.42
250-349	1.31	1.19	0.42	2.58	1.57	3.80	4.30	5.10	0.50
350-449	1.42	1.27	0.47	2.83	1.70	4.50	5.10	6.10	0.56
450-549	1.51	1.33	0.52	3.06	1.81	5.10	5.90	7.00	0.62
> 550	1.59	1.38	0.55	3.23	1.91	5.60	6.40	7.70	0.66

Tableau 3.8.5.2.1: superficies minimales requises pour des génisses sur une litière paillée en pente sur un sol bétonné (en prenant comme base les mensurations standards CIGR).

Longue = la largeur de l'aire d'alimentation est dimensionnée pour permettre à deux animaux de se croiser pendant que des animaux sont au cornadis

Courte = la largeur de l'aire d'alimentation est dimensionnée pour accueillir les animaux qui sont au cornadis, alors que la circulation et le croisement des animaux doivent avoir lieu sur l'aire paillée

PW longue : largeur de l'aire d'alimentation, longue = $1.2 L + 2.4 W$

PW courte : largeur de l'aire d'alimentation, courte = $1.2 L$

LA1 longue : superficie de l'aire paillée, longue = $(H + W) (1.05 L + 0.48 H + W)$

LA2 courte : superficie de l'aire paillée, courte = $LA1 + (1.2 W \times 2.4 W)$

TL : largeur d'une place au cornadis = $1.2 W$

Superficie totale : superficie de l'aire paillée + superficie de l'aire d'alimentation en fonction de sa largeur

Mensurations des animaux				Superficie de l'aire paillée
Poids (kg)	L (m)	H (m)	W (m)	m ² /animal
150-249	1.17	1.09	0.35	3.00
250-349	1.31	1.19	0.42	3.80
350-449	1.42	1.27	0.47	4.50
450-549	1.51	1.33	0.52	5.10
> 550	1.59	1.38	0.55	5.60

3.8.5.3 Les étables à logettes

L'étable à logettes met à la disposition des animaux des aires de repos où ils se sentent en sécurité. Le système est largement utilisé pour les vaches laitières qui disposent d'une aire de repos propre, et ce sans que des quantités importantes de litière doivent être épandues. Les détails de la conception des logettes sont mentionnés au Chapitre 3.1.

La difficulté particulière ayant trait à ce mode d'hébergement concerne la croissance des animaux et la quasi-impossibilité d'optimiser les dimensions des logettes pendant toute la durée d'occupation de la loge. Considérant que les jeunes animaux sont bien plus agiles que leurs congénères plus âgés, il convient de mettre à leur disposition des logettes suffisamment étroites pour qu'ils ne puissent y faire demi-tour, se coincer et les souiller. Le Tableau 3.8.5.3.1 présente les dimensions minimales des logettes destinées à des génisses de la race Holstein.

3.8.5.2 Litière paillée en pente sur sol bétonné

Le système implique l'enlèvement régulier du fumier récolté au bas de la pente, mais les besoins journaliers en paille sont de l'ordre de 3 à 5 kg par animal. La pente du sol est comprise entre 8 et 10 %. Le système fonctionne grâce au piétinement des animaux qui provoque le glissement de la litière souillée vers le bas de la pente où elle est enlevée par un racleur. Une coupe transversale est illustrée à la Figure 3.8.5.2.1. Les superficies minimales requises figurent au Tableau 3.8.5.2.1.

Tableau 3.8.5.3.1: dimensions minimales des logettes destinées aux génisses.

Poids des animaux (kg)	L (m)	H (m)	CW (m)	CRL (m)	HS (m)	HLS (m)	CL1 (m)	CL2 (m)	NRH (m)	NRD (m)
150-249	1.17	1.09	0.90	1.24	0.52	0.71	1.76	1.95	0.87-0.98	1.24-1.34
250-349	1.31	1.19	0.99	1.38	0.57	0.77	1.95	2.15	0.95-1.07	1.38-1.48
350-449	1.42	1.27	1.05	1.50	0.61	0.83	2.11	2.33	1.02-1.14	1.50-1.60
450-549	1.51	1.33	1.10	1.60	0.64	0.86	2.24	2.46	1.06-1.20	1.60-1.70
> 550	1.59	1.38	1.15	1.68	0.66	0.90	2.34	2.58	1.10-1.24	1.68-1.78

CW = Largeur de la logette (Largeur libre) = 0.83 H

CRL = Longueur de la zone de couchage = 1.06 L

HS = Longueur pour la tête = 0.48 H

HLS = Longueur pour la tête et l'allongement = 0.65 H

CL1 = Longueur de la logette (partage d'un espace commun) = CRL + HS

CL2 = Longueur de la logette (sans partage d'un espace commun) = CRL + HLS

NRH = Hauteur de la barre au garrot = 0.80 à 0.90 H

NRD = Distance de la barre au garrot = CRL + 0 à 0.10

3.8.5.4 Les étables entravées

Les génisses peuvent être logées dans des étables entravées. Cette formule est encore en vigueur dans les exploitations où la presque totalité du troupeau est en étable entravée. Néanmoins, l'étable entravée n'est pas recommandée pour les génisses. Des détails concernant l'étable entravée sont donnés au Chapitre 3.2.

3.8.5.5 Parcours extérieur et pâturage

Le bien-être des animaux et leur santé sont influencés positivement par l'accès à un parcours extérieur et/ou au pâturage. Il s'impose d'accorder suffisamment d'attention aux dimensions du parcours extérieur et aux caractéristiques de son sol. Pour des génisses jusqu'à 200 kg, la superficie du parcours doit atteindre 2.2 m² par animal, 3.1 m² pour des génisses jusqu'à 400 kg, et 3.7 m² pour des animaux jusqu'au poids de 600 kg. Bien souvent, les superficies mises à disposition sont 2 à 3 fois plus élevées que celles mentionnées ci-avant.

3.9. LES ESPACES REQUIS POUR LA CIRCULATION DES ANIMAUX

3.9.1. LES PASSAGES

Les passages mettent en relation des zones ayant des fonctions spécifiques comme le couchage, l'alimentation ou l'abreuvement, et des entités communes à l'ensemble de l'exploitation laitière comme l'aire d'attente, la salle de traite, le bâtiment des vaches tarées, la maternité, les bâtiments pour les génisses de remplacement et les zones pour le traitement et la manipulation des animaux. La plupart de ces passages sont ouverts et accessibles en permanence aux animaux, alors que certains ne le sont que lorsqu'un homme est présent et effectue leur déplacement. Les recommandations qui suivent sont valables pour des vaches dépourvues de cornes. Dans la plupart des situations, les vaches ayant des cornes peuvent se satisfaire de ces recommandations, sauf si leurs cornes sont extrêmement longues.

La conception, la réalisation et la gestion des passages

doivent prendre en compte les besoins des animaux ainsi que ceux de l'homme.

Les considérations qui suivent se rapportent à la conception et à la réalisation des passages dans le cadre de la vie et du fonctionnement normaux d'une exploitation laitière. Les informations sont particulièrement utiles lorsque l'on considère les zones de déplacement et de confinement des vaches vers la salle de traite et au sortir de la salle de traite, de la bascule, du pédiluve, ou des dispositifs de contention pour des interventions vétérinaires et pour le suivi des animaux. Cela étant, il est essentiel que les exigences ou l'expérience de producteurs et de fournisseurs d'équipements spécialisés, de produits de santé et d'experts dans le domaine de la gestion et d'utilisateurs puissent également être prises en compte.

Il convient de ne pas confondre les informations, les dimensions et les règles abordées dans le présent chapitre avec celles qui concernent les déplacements spécifiques des animaux ou les couloirs spéciaux, en particulier ceux qui conduisent ou dirigent les animaux en une seule file l'un derrière l'autre. Ces derniers font généralement partie de dispositifs ou de tâches spéciales comme par exemple des couloirs d'entrée et de sortie, des couloirs de contention, les endroits où les animaux sont dirigés vers un autre lieu au moment où ils se dirigent vers la salle de traite ou ils la quittent. Les rails de suivi de la reproduction ou de palpation (insémination, contrôle de gestation, ...), les cages de contention, des parties d'autres zones sont conçus et utilisés pour permettre des interventions rapprochées sur les animaux ou pour réaliser des contrôles positifs (voir Chapitre 3.10).

Paramètres à prendre en compte lors de la conception et de la réalisation des passages:

- guider les animaux de manière appropriée dans la direction voulue
- minimiser les risques de traumatismes pouvant être occasionnés par les débordements d'objets, par les objets pouvant pincer les animaux, et par tous les objets/zones susceptibles de leur provoquer des lésions
- éviter les ouvertures dans les murs ou clôtures dans lesquelles des parties du corps peuvent être retenues/coincées (membre, queue, trayon, tête, langue, etc.)
- mettre en place des transitions douces aussi bien dans la largeur que dans la direction des couloirs, et des angles arrondis
- adapter la largeur des couloirs au nombre et aux mensurations des animaux se déplaçant simultanément
- choisir les charnières des portes et barrières afin qu'elles guident les animaux dans la direction voulue et qu'elles ne gênent pas leur déplacement
- accorder une attention particulière aux zones dans lesquelles les animaux sont agités parce qu'ils sont sé-

parés de leurs congénères ou dirigés vers une autre aire de vie. La hauteur, les ouvertures et la construction des parois doivent être telles que les animaux ne puissent sauter dessus, les escalader ou s'étrangler en tentant de s'échapper

- ajouter des barrières pivotantes aidant l'homme à diriger les animaux dans la direction voulue
- dans les zones où les animaux sont concentrés, poser des rails à la hauteur requise pour éviter que les os saillants soient en contact direct avec les parois, ou coincés par les poteaux. Ce dispositif améliore le confort des animaux et minimise les risques de dommages aux parois.

3.9.2 LA HAUTEUR DES CLOTURES ET DES MURS

La hauteur minimale des clôtures ou des murs dans un bâtiment typique ou des passages/couloirs pour les déplacements des animaux (PH) doit être égale à la taille des animaux (H) (voir formule 1). Cette disposition considère que même si du personnel est présent et conduit les animaux d'un endroit à un autre, cette opération se déroule dans le calme, de manière non agressive et que les animaux ne sont pas effrayés. Les zones dans lesquelles les animaux sont conduits et immobilisés pour des interventions vétérinaires, séparés de leurs congénères et dans un réel état d'excitation, doivent être spécialement réalisées afin que la hauteur des parois décourage les animaux de sauter par-dessus et que les ouvertures dans les murs ou les clôtures ne les incitent pas à tenter de les traverser.

$$\text{Hauteur des passages (PH)} = H \quad (1)$$

La hauteur des couloirs des dispositifs de manipulation des animaux doit être égale à 1.15 H (voir Chapitre 3.10).

3.9.3 LA LARGEUR DES PASSAGES

Tous les passages doivent avoir la largeur minimale requise pour qu'ils permettent un accès aisé et réduisent les comportements agressifs. Lors de la conception des passages, il y a lieu de tenir compte de la superficie qui permet à chaque animal de se comporter normalement. D'autre part, il faut aussi prendre en compte le fait que les passages ne servent pas uniquement à la circulation des animaux, mais également à d'autres activités comme la consommation d'aliments, l'abreuvement, les comportements sociaux et les manifestations de l'œstrus. La taille du groupe et le type d'animal représentent des paramètres à prendre en compte lors de la conception des passages.

C'est ainsi par exemple que lorsque le bâtiment héberge des groupes comptant de nombreux animaux (200 et plus), il est souhaitable d'accroître la largeur des différents passages pour faciliter la circulation des animaux. Lorsque le lot des vaches en lactation compte des primipares qui sont considérées comme étant des animaux dominés, et des multipares (les animaux dominants), il est souhaitable d'augmenter la largeur des couloirs pour permettre aux primipares d'utiliser et de rejoindre aisément la zone de repos, la zone d'alimentation, les zones d'abreuvement, les robots de traite, etc. Les groupes des vaches en fin de gestation, ainsi que certaines stratégies d'alimentation requièrent un élargissement de la largeur des passages. Lorsque les couloirs sont relativement longs, il est recommandé de les élargir et de prévoir des passages transversaux au moins tous les 30 m.

L'augmentation de la largeur des passages par le concepteur

du bâtiment doit aussi reposer sur son expérience personnelle et sur sa capacité à tirer les conclusions d'observations effectuées dans des constructions récentes. En outre, l'éleveur devra marquer son accord sur les solutions proposées après avoir examiné les avantages et suppléments de coût qu'elles impliquent.

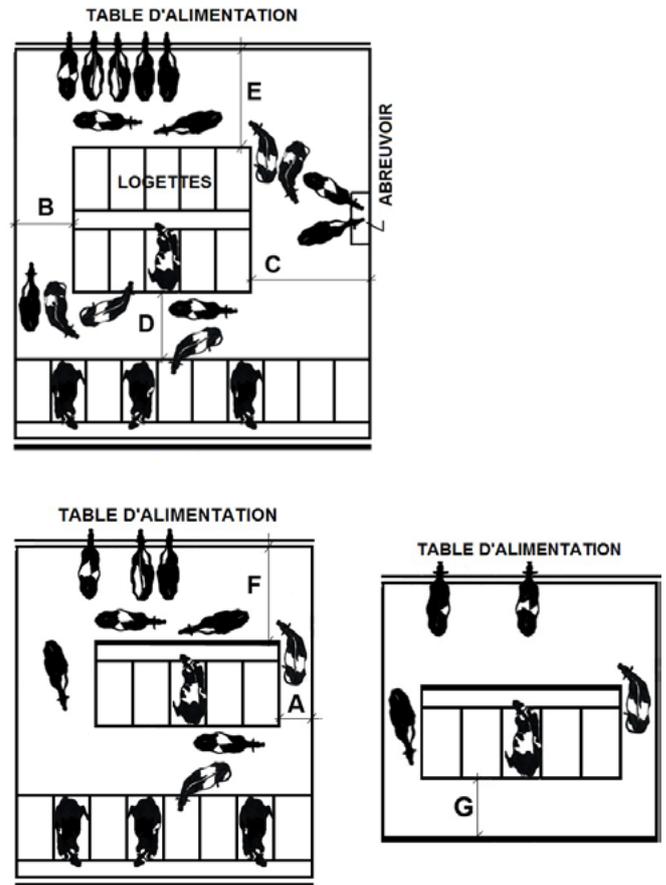


Figure 3.9.3.1: illustration des passages dont la largeur est calculée par les formules (2) à (8), tableau 3.9.3.1 et formules 3 à 8

3.9.3.1 Les passages pour du trafic dans un seul sens (à sens unique)

Souvent, les passages qui relient entre eux la zone de repos, le bloc de traite, les portillons de sélection, les dispositifs de traitement et de manipulation des animaux, les boxes de vélage, nécessitent davantage d'attention et de connaissance que la conception et la construction des espaces largement ouverts où les animaux circulent librement. Les modifications de certaines dimensions reposant sur l'expérience du concepteur, les recommandations des fournisseurs d'équipement, des professionnels de la santé et du propriétaire doivent être prises en compte. Parfois dans les étables à logettes, les passages transversaux sont à sens unique, mais ils sont déconseillés. D'autre part, une attention particulière doit être accordée aux vaches qui sont en fin de gestation. La largeur minimale des passages à sens unique est donnée par la formule 2.

$$\text{Largeur des passages à sens unique (WPA)} = 1.8 W \quad (2)$$

3.9.3.2 Les passages pour du trafic dans les deux sens

Ces passages permettent la rencontre et le croisement des animaux, ainsi que la circulation des animaux alors que d'autres utilisent les dispositifs comme les logettes, les cornadis et les abreuvoirs. En conséquence, les passages doivent être dimensionnés pour mettre à la disposition des animaux et des dispositifs l'espace requis pour garantir leur bon fonctionnement et l'expression des comportements normaux. Les passages les plus fréquents se situent le long des cornadis et des rangées de logettes ; les passages transversaux font également partie de cette catégorie. La conception et la localisation de ces passages doivent prendre en compte les espaces qui sont nécessaires pour permettre le comportement normal des animaux lorsqu'ils sont immobiles ou occupés à manger ou à boire, ou qu'ils s'éloignent des zones d'alimentation et d'abreuvement, qu'ils reculent et tournent pour quitter les logettes, ou qu'ils changent de direction dans les couloirs. Différents types de passages sont illustrés à la Figure 3.9.3.1 et les largeurs minimales sont fournies par les formules 3 à 8.

Largeur des passages pour du trafic dans les deux sens (WPB) = $3.6W$ (3)

Les passages de type B (Figure 3.9.3.1) sont destinés aux croisements de deux animaux ou à leurs déplacements côte à côte dans la même direction, mais à condition qu'ils n'accueillent aucun équipement. L'exemple est celui d'un passage transversal dans une rangée de logettes et en l'absence d'abreuvoir.

Largeur des passages pour du trafic dans les deux sens, avec un abreuvoir d'un seul côté (WPC) = $1.5L+3.6W$ (4)

Les passages transversaux de type C se trouvent habituellement dans une zone avec des logettes et un abreuvoir sur un

seul côté. La largeur du passage comprend l'abreuvoir dont la largeur présumée est 0.40 m.

Largeur des passages pour du trafic dans les deux sens, avec une rangée de logettes de part et d'autre du passage (WPD) = $L+1.8W$ (5)

Largeur des passages pour du trafic dans les deux sens, avec une rangée de logettes d'un côté et un cornadis de l'autre côté (WPE) = $2L+1.3W$ (6)

Largeur des passages pour du trafic dans les deux sens, avec un cornadis d'un seul côté (WPF) = $L+3.6W$ (7)

Les passages de type E (WPE) et de type F (WPF) sont essentiels pour le bon déroulement de la circulation des animaux et l'expression de leur comportement, comme le comportement propre à l'œstrus, les interactions sociales, etc. La largeur des passages doit également tenir compte de la taille des groupes (essentiellement du nombre de rangées de logettes), de la stratégie alimentaire (alimentation rationnée ou ad libitum) et de l'accès aux parcours extérieurs. Les caractéristiques du sol des passages doivent également être prises en compte. C'est ainsi, par exemple, que si le passage se trouvant au droit du cornadis est pourvu d'un tapis souple et le passage se trouvant au droit des rangées de logettes est constitué d'un matériau dur, il est acquis que les vaches séjourneront plus souvent dans le passage le long du cornadis plutôt qu'ailleurs, parce que les vaches préfèrent se déplacer et stationner sur un sol souple.

Largeur d'un passage pour du trafic dans les deux sens et se trouvant entre une rangée de logettes et une paroi (WPG) = $L+1.3W$ (8)

Les passages de type G sont plutôt rares, mais on peut les trouver dans certaines situations.

Tableau 3.9.3.1: largeur minimale recommandée en centimètres des passages en fonction de la catégorie et du poids des animaux (mesurations corporelles).

Categorie d'animaux	Poids (kg)	H (m)	L (m)	W (m)	Largeur des passages (cm)						
					A	B	C	D	E	F	G
Veaux	100	0,90	0,84	0,27	50	95	225	135	205	180	120
Génisses	150-249	1.09	1.17	0.35	65	125	300	180	280	245	165
	250-349	1.19	1.31	0.42	75	150	350	205	315	280	185
	350-449	1.27	1.42	0.47	85	170	380	225	345	310	205
	450-549	1.33	1.51	0.52	95	185	415	245	370	340	220
	> 550	1.38	1.59	0.55	100	200	435	260	390	355	230
Vaches	550-649	1.40	1.69	0.55	100	200	450	270	410	365	240
	650-749	1.44	1.75	0.60	110	215	480	285	430	390	255
	750-850	1.48	1.80	0.64	115	230	500	295	445	410	265

- A = $1.8W$ Largeur des passages à sens unique
- B = $3.6W$ Largeur des passages pour du trafic dans les deux sens
- C = $1.5L+3.6W$ Largeur des passages pour du trafic dans les deux sens, avec un abreuvoir d'un seul côté
- D = $L+1.8W$ Largeur des passages pour du trafic dans les deux sens, avec une rangée de logettes de part et d'autre du passage
- E = $2L+1.3W$ Largeur des passages pour du trafic dans les deux sens, avec une rangée de logettes d'un côté et un cornadis de l'autre côté
- F = $L+3.2W$ Largeur des passages pour du trafic dans les deux sens, avec un cornadis d'un seul côté
- G = $L+1.3W$ Largeur d'un passage pour du trafic dans les deux sens se trouvant entre une rangée de logettes et une paroi

Note: les animaux gestants requièrent plus d'espace.

3.9.3.3 Les coins et les courbes

Dans les coins, les animaux doivent disposer de suffisamment d'espace pour éviter les contacts avec les clôtures, les parois ou les tubes. L'espace nécessaire dépend de l'angle de la rotation que l'animal doit effectuer, de la largeur du passage en amont et en aval du changement de direction, et de l'espace occupé par les autres animaux se déplaçant dans la même direction ou en sens opposé. Les formules 9 et 10 permettent de calculer l'espace minimal requis pour des changements de direction de 90° et 180°. Les changements de direction sur des sols durs, la vitesse des déplacements et l'encombrement accroissent les risques de lésions, de glissades et de chutes, et réduisent le flux du trafic. Les changements de direction doivent avoir lieu sans à coup et aussi doucement que possible. Les angles droits aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur du changement de direction doivent être évités. Les changements de direction impliquant une rotation importante, en particulier de 180°, doivent être évités. Lorsqu'en dehors des bâtiments les animaux sont amenés à emprunter une montée relativement raide, la réalisation de lacets/sinuosités (comme en montagne) est parfois nécessaire pour diminuer la déclivité du parcours emprunté par les animaux. Lors de la rénovation de bâtiments existants, il est souvent nécessaire de trouver une solution de compromis en raison de l'insuffisance d'espace.

Courbe/entrée/sortie B (angle de 90°) = 2W (9)

Courbe C (angle de 180°) = 2.3W (10)

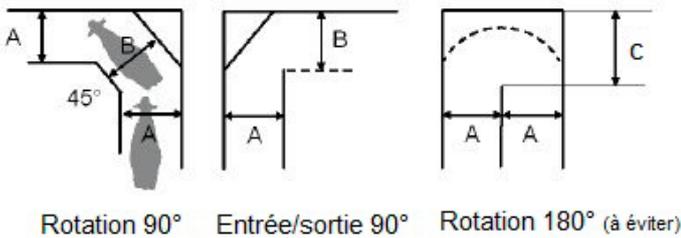


Figure 3.9.3.2: largeur minimale des couloirs pour du trafic dans un seul sens (A). Les traits en pointillé présentent une option pour améliorer la circulation des animaux lors des changements de direction à 90 ou 180°. Les changements de direction à 180° doivent être évités pour améliorer la circulation des animaux et minimiser les blessures.

Tableau 3.9.3.2: largeur minimale requise en centimètres dans les changements de direction dans des couloirs pour du trafic dans un seul sens.

Catégorie d'animaux	Poids (kg)	H (m)	L (m)	W (m)	A (cm)	B (cm)	C (cm)
Veaux	100	0.90	0.84	0.27	50	55	60
Génisses	150-249	1.09	1.17	0.35	65	70	80
	250-349	1.19	1.31	0.42	75	85	95
	350-449	1.27	1.42	0.47	85	95	110
	450-549	1.33	1.51	0.52	95	105	120
	> 550	1.38	1.59	0.55	100	110	125
Vaches	550-649	1.40	1.69	0.55	100	110	125
	650-749	1.44	1.75	0.60	110	120	140
	750-850	1.48	1.80	0.64	115	130	145

3.9.4 LES PORTES

Les portes ralentissent les mouvements et déplacements des animaux si elles sont plus étroites que les passages qui les précèdent. Le châssis, les charnières ou les verrous peuvent être débordants de sorte que les animaux peuvent les heurter ou s'accrocher. Ils peuvent occasionner de sérieuses blessures, ralentir le déplacement des animaux et être endommagés. Les portes dont les contours se situent dans le prolongement des côtés des passages sont les plus indiquées. Les portes pour le passage d'une file d'animaux doivent au moins avoir la même largeur que les passages pour les déplacements d'une file d'animaux dans un seul sens. Dans le cas de passages larges, il souhaitable que la largeur de la porte permette le passage de deux ou plusieurs animaux. La largeur des portes peut être calculée à l'aide de la formule 11, dans laquelle n est le nombre d'animaux pouvant emprunter simultanément la porte.

Largeur de la porte (DW) = n (1.8W) (11)

3.10 LES INFRASTRUCTURES POUR DES INTERVENTIONS PARTICULIERES ET LA MANIPULATION DES ANIMAUX

3.10.1 INTRODUCTION

Une exploitation laitière moderne doit comporter des dispositifs pour le traitement et la manipulation des animaux et pour pouvoir prendre soin de ceux qui ont des besoins particuliers. Les dispositifs peuvent être divisés en zones pour des animaux qui requièrent des conditions d'hébergement optimisées et celles qui concernent les traitements et manipulations particulières. Les groupes de vaches et génisses ayant des besoins particuliers sont :

- les vaches tarées au début et à la fin de la période tarissement
- les vaches en lactation qui présentent des risques, comme les vaches atteintes de boiterie, les vaches âgées, les vaches lentes à traire, les vaches convalescentes
- les vaches malades
- les vaches et les génisses pendant la période de transition qui va de 3 à 4 semaines avant le vêlage jusqu'à 2 à 3 semaines après le vêlage.

Les vaches et génisses pendant la période transition peuvent être réparties en :

- les vaches et génisses avant le part (peu avant le vêlage), soit durant la période débutant 21 à 28 jours avant le vêlage, mais qui ne concerne pas le vêlage proprement dit
- les vaches et génisses au moment du vêlage
- les vaches et génisses fraîchement vêlées (post-partum), soit la période qui va du vêlage à 14 - 21 jours après le vêlage.

Dans les petits troupeaux, il est assez difficile de justifier la réalisation de zones, d'installations et d'équipements réservés aux animaux ayant des besoins spéciaux. Lorsque les troupeaux grandissent et que les demandes visant à améliorer le suivi des vaches augmentent, de telles installations se justifient davantage et leur importance s'accroît. Cela étant, il convient cependant de ne pas les négliger même lorsqu'un projet concerne un petit troupeau.

En outre, les traitements qui concernent le troupeau, et les traitements et contrôles ayant trait à un animal particulier, comme les injections, la vermifugation, le parage des pieds et l'insémination artificielle, nécessitent des installations et équipements spécifiques.

Les installations pour la manipulation des animaux et pour ceux qui ont des besoins particuliers sont essentielles non seulement pour la réalisation de soins aux animaux et pour leur bien-être, mais également pour la biosécurité, la gestion des risques et la sécurité du personnel. Les animaux ayant des besoins particuliers peuvent à la fois être la source de certaines maladies ainsi que ceux qui sont les plus sensibles aux maladies. La mise en quarantaine des animaux achetés et l'isolement des animaux malades sont également cruciaux. La réalisation d'un local de désinfection du matériel à proximité de la zone de travail doit être prévue. Les considérations relatives à la sécurité du personnel doivent inclure la prise en compte des possibilités pour celui-ci de pouvoir s'échapper lorsqu'un animal est devenu agressif, la minimisation des risques qu'il soit coincé par un animal, tout comme la présence d'un sol confortable et d'un bon éclairage.

3.10.2 LA LOCALISATION

Les zones pour les animaux ayant des besoins particuliers peuvent être aménagées dans des locaux séparés, mais cette solution va de pair avec un accroissement des besoins en main-d'œuvre et avec des déplacements des animaux pour les y conduire. Le choix de leur localisation dépend surtout de savoir si elles sont destinées aux vaches en lactation, ou aux vaches tarées et aux génisses, et qu'il convient de les localiser à proximité du lieu de vie du groupe concerné. Si ces installations sont distantes du bloc de traite, il sera nécessaire de réaliser une infirmerie à proximité de la salle de traite. S'il existe un risque que les animaux se trouvent dans ces installations puissent contaminer le troupeau, il est souhaitable de les localiser à une distance raisonnable des autres animaux et bâtiments, etc.

Habituellement, ces installations sont situées à proximité du bloc de traite afin que les vaches ne doivent parcourir qu'une distance limitée de et vers la salle de traite. En outre, cette localisation offre la possibilité de les équiper d'une extension du matériel de traite afin de pouvoir traire les animaux qui s'y trouvent et ainsi prévenir la contamination de la salle de traite. Si l'accès à ces installations peut avoir lieu peu après la sortie de la salle de traite, il sera très aisé de diriger vers ces installations les animaux requérant des soins spéciaux lorsqu'ils quittent la salle de traite. Il s'impose que les opérations de séparation faisant appel à une porte de tri soient localisées à une distance suffisante de la sortie de la salle de traite pour que la routine de traite ne soit pas interrompue. D'autre part, si les opérations qui y sont réalisées sont nombreuses et stressantes, il est souhaitable que les installations soient localisées en un endroit tel que les vaches qui se rendent ou quittent la salle de traite ou l'aire d'attente, ne soient pas distraites.

Le tri des vaches quittant la salle de traite peut nécessiter la mise en place de différentes zones spécifiques. La première est consacrée à des séjours courts pendant lesquels les animaux font l'objet d'un examen et d'un traitement rapides, et regagnent ensuite leur groupe d'origine ou sont dirigés vers une installation où ils séjourneront plus ou moins longtemps. Les animaux qui ne peuvent être traités immédiatement et ne peuvent rejoindre le groupe auquel ils appartiennent, peuvent être dirigés vers une loge en attente du vétérinaire, du pédicure bovin ou de l'inséminateur, où ils ne resteront que pendant un court laps de temps avant de rejoindre leur groupe d'origine. Une troisième loge peut concerner les animaux qui, pour des raisons ayant trait à leur traitement ou à leur convalescence, seront éloignés de leur groupe d'origine pendant plusieurs jours (plusieurs

traites). Dans ce cas, les animaux doivent pouvoir se nourrir, s'abreuver et se reposer confortablement.

3.10.3 LES LOGES DE SEPARATION

Les portillons de sélection se trouvant sur le chemin du retour après la traite permettent de séparer les vaches nécessitant un examen après la traite. Les vaches peuvent être isolées dans un couloir parallèle au couloir de retour ou dans une loge d'isolement ou dans une loge de tri. La loge d'isolement doit au minimum pouvoir accueillir la totalité du groupe de vaches occupant un côté de la salle de traite, sauf si un portillon manuel ou automatisé, localisé à la sortie de la salle de traite, autorise l'isolement d'une ou de plusieurs vaches. Lorsque les vaches sont dans la loge d'isolement, elles doivent pouvoir boire, manger et se coucher. La présence d'un cornadis bloquant est indispensable si la loge est utilisée pour un examen préliminaire ou pour un simple traitement.

3.10.4 LE LOGEMENT DES VACHES ET GENISSES PENDANT LA PERIODE DE TRANSITION

Les vaches et génisses peuvent être logées pendant la période de transition soit en logettes, soit en stabulation libre paillée spécialement conçues pour elles. Indépendamment de leur mode de logement habituel, il est essentiel que ces animaux bénéficient d'un environnement de vie optimal comportant une bonne ventilation, un sol d'excellente qualité, une hygiène irréprochable, un dispositif pour contrôler le stress thermique, et un supplément de superficie pour le repos et les déplacements. Les loges doivent être dimensionnées pour de petits groupes d'animaux afin de réduire le stress social, les risques et la transmission d'infections. Il est par ailleurs recommandé de dimensionner l'ensemble du dispositif pour qu'il puisse accueillir de 25 à 35% d'animaux en plus que ceux dont le vêlage est prévu dans le cas d'un étalement uniforme des vêlages sur l'année, ou du nombre de vêlages devant avoir lieu en cas de saisonalisation des vêlages.

Les vaches requièrent une attention particulière durant les 2 à 3 premières semaines qui suivent le vêlage. Il s'avère que la constitution d'un groupe rassemblant ces animaux qui, en outre, font l'objet d'une attention particulière, se traduit systématiquement par une amélioration de leurs performances tout au long de leur lactation. Les vaches en post-partum représentent un effectif de 5 à 6% du troupeau. Le fait de mettre à leur disposition le meilleur environnement qui soit, permet d'atténuer le stress du vêlage.

3.10.5 LES LOGES POUR LES VACHES ET GENISSES PROCHES DU VÊLAGE ET LES BOXES DE VÊLAGE

Les installations pour les vaches et génisses proches du vêlage et pour les animaux durant le vêlage sont diverses et peuvent comporter :

- des logettes ou des aires paillées, pour un nombre important d'animaux proches du vêlage, qui sont contiguës à des boxes de vêlage dans lesquels les parturientes ne sont placées que durant le vêlage. Ce dispositif nécessite une surveillance permanente (24 heures sur 24) pour que des vaches ne mettent pas bas dans la loge avec des logettes
- des loges paillées pour 6 à 10 vaches. Les vaches restent dans la loge pendant le vêlage (box collectif de vêlage). La vache et son veau quittent la loge dès que possible

après le vêlage pour rejoindre soit un box individuel, soit des installations appropriées

- de petites loges paillées pour 6 à 10 vaches et de boxes de vêlage individuels dans lesquels les vaches ne sont placées que durant le vêlage
- une combinaison associant une loge équipée de logettes, des loges paillées en position intermédiaire pour 6 à 10 vaches (loges tampon), et des boxes individuels de vêlage.

Recommandations générales:

Les vêlages ne peuvent avoir lieu dans la partie comportant des logettes pour des raisons relatives à l'hygiène, à la sécurité du personnel, aux risques de blessures et de pertes de veaux (provoquées par les racleurs) et aux mauvaises conditions d'ingestion du colostrum, etc. Idéalement, la vache et son veau doivent séjourner seuls dans un box afin que le veau puisse consommer le colostrum sans être dérangé par d'autres animaux. Des boxes supplémentaires sont nécessaires si la vache et son veau restent ensemble durant les quelques jours qui précèdent le sevrage. Les boxes individuels facilitent la mise en œuvre de bonnes pra-

tiques d'hygiène et ils sont sécurisants pour le personnel. Les boxes tampons constituent une aide à la gestion et aux déplacements des vaches de et vers les boxes individuels de vêlage et diminuent le risque de vêlage dans la partie équipée de logettes.

La superficie des boxes individuels de vêlage peut être déterminée grâce à la formule (1), et celle des boxes collectifs de vêlage et des boxes tampons au moyen de la formule (2).

Superficie des boxes individuels de vêlage

$$(ICPA) = 2L \times 2L, \text{ avec le côté le plus court} = 1.85L \quad (1)$$

Superficie des boxes collectifs de vêlage

$$(GCPA) \text{ par vache} = 1.6 (1.85L \times 1.2H) \quad (2)$$

La longueur du côté le plus court d'un box collectif de vêlage est fonction du nombre de vaches qu'il doit accueillir (Voir Tableau 3.10.5.1).

Tableau 3.10.5.1: dimensions minimales des boxes de vêlage individuels et collectifs.

Poids (kg)	H (m)	L (m)	W (m)	Boxes individuels		Boxes collectifs			
				Superficie (m ²)	Côté* (m)	Superficie (m ² /vache)	Côté le plus court (m)		
							3 vaches	4-10 vaches	>10 vaches
550-649	1.40	1.69	0.55	11.4	3.1	8.4	3.1	5.3	7.5
650-749	1.44	1.75	0.60	12.3	3.2	8.7	3.2	5.5	7.8
750-850	1.48	1.80	0.64	13.0	3.3	9.0	3.3	5.7	8.0

* : côté le plus court

Box individuel = 2Lx2L

Côté le plus court = 1.85L

Boxes collectifs, superficie par vache = 1.6 (1.85Lx1.2H)

Avec le côté le plus court pour:

≤ 3 vaches = 1.85L

4 - 10 vaches = 1.7 x 1.85L

> 10 vaches = 2.4 x 1.85L

Les boxes de vêlage doivent être pourvus des équipements décrits aux Figures 3.10.5.1 et 3.10.5.2.

Pour permettre aux vaches fraîchement vêlées de consommer de l'eau quelque peu réchauffée afin d'éviter la déshydratation consécutive au vêlage, il y a lieu de prévoir sa distribution au seau ou grâce à un dispositif adapté.

Pour que l'hygiène au moment du vêlage soit satisfaisante, toute la litière du vêlage précédent doit avoir été évacuée et les boxes individuels, en particulier le sol, doivent avoir été correctement nettoyés. Pour éviter tout contact direct des vaches couchées, tout comme celui des veaux nouveau-nés, avec le béton rugueux du sol, de la litière fraîche doit être apportée en abondance. Etant donné que pendant toute la durée du travail de vêlage, la vache déplace aisément la litière fraîche, il est recommandé de recouvrir le sol avec un tapis en caoutchouc.

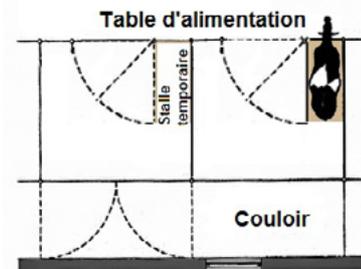


Figure 3.10.5.1: box individuel de vêlage comportant un cornadis utilisé temporairement pour limiter les mouvements de la vache durant le vêlage ou lors d'un examen clinique ou d'un traitement.

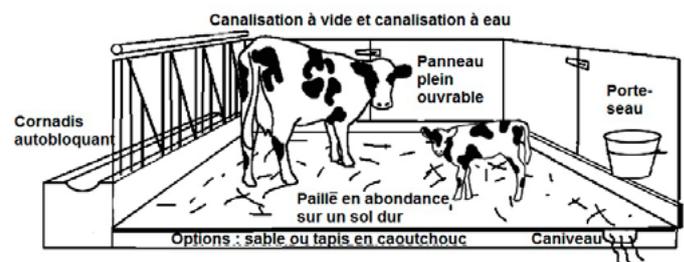


Figure 3.10.5.2: configuration et équipement d'un box individuel.

3.10.6 LES INSTALLATIONS DE TRAITEMENT ET DE MANIPULATION

Les installations de traitement et de manipulation consistent en :

- un rail de palpation ou de suivi: un tube avant et un tube arrière positionnent les vaches en épi avant d'être fouillées ou inséminées
- un couloir de contention comptant une passerelle surélevée pour la réalisation, entre autres, d'injections
- un couloir de contention double et un portillon de tri pour séparer les animaux en deux groupes
- une cage de contention équipée d'un dispositif d'immobilisation. De part et d'autre de la cage, il y a lieu de prévoir une zone de travail d'un mètre de largeur
- des passages larges ou des boxes rectangulaires pourvus de cornadis bloquant peuvent être aménagés sur un des côtés pour permettre l'accès à la tête ou au cou des animaux
- un travail (cage de parage) fixe ou mobile, ou une cage de contention équipée pour le parage des pieds.

Le rail de palpation est placé parallèlement au couloir de retour. Ses caractéristiques et dimensions sont :

- largeur du couloir = 0.7L
- espace pour la tête = 0.7L
- longueur du couloir par vache = 1.3W
- hauteur des tubes :
 - tube arrière = 0.7H
 - tube inférieur avant (à la gorge) = 0.7H
 - tube supérieur (à la nuque) = 1.1H

Elles sont décrites à la Figure 3.10.6.1 et au Tableau 3.10.6.1.

Tableau 3.10.6.1: dimensions du rail de palpation.

Catégorie	Poids (kg)	H (m)	L (m)	W (m)	Largeur couloir (m)	Espace tête (m)	Longueur par vache (m)	Hauteur des tubes (m)		
								Arrière	Avant inférieur	Avant supérieur
Vaches laitières	550-649	1.40	1.69	0.55	1.20	1.20	0.70	1.00	1.00	1.55
	650-749	1.44	1.75	0.60	1.25	1.25	0.80	1.00	1.00	1.60
	750-850	1.48	1.80	0.64	1.30	1.30	0.85	1.05	1.05	1.65

La cage de contention est destinée à l'immobilisation des animaux pendant qu'ils sont traités. Ses caractéristiques sont illustrées aux Figures 3.10.6.2 et 3.10.6.3. Les caractéristiques les plus importantes et les plus souhaitables sont:

- un couloir de contention en ligne droite conduisant à la cage de contention. Ce couloir sera de préférence précédé par un couloir courbe
- des passages libres pour l'homme à hauteur du couloir de contention pour lui permettre de s'échapper en cas d'urgence
- la cage de contention doit être de préférence du type "passage au travers" et elle sera équipée d'un cornadis bloquant
- une étagère ou une table à proximité de la cage de contention pour recevoir l'équipement et le matériel vétérinaires
- de l'eau chaude et de l'eau froide
- un éclairage adéquat pour faciliter les déplacements de l'homme et des animaux ; il sera plus puissant dans la zone d'observation précise et de traitement des animaux
- des sources d'électricité pour actionner les instruments et les machines

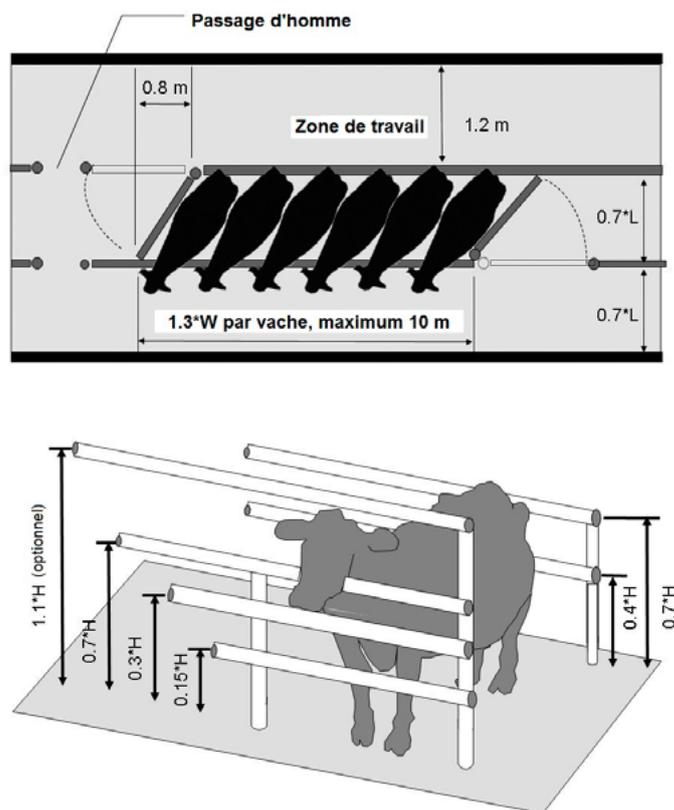


Figure 3.10.6.1: dimensions du rail de palpation, vue en plan et vue latérale respectivement (d'après MWPS, 7^e édition, 2013).

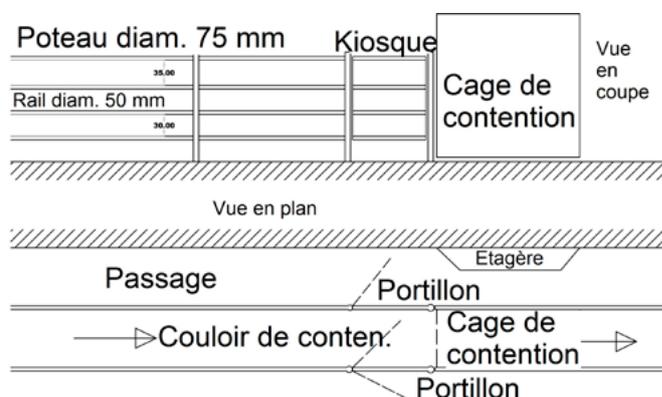


Figure 3.10.6.2: exemple d'une unité de traitement.

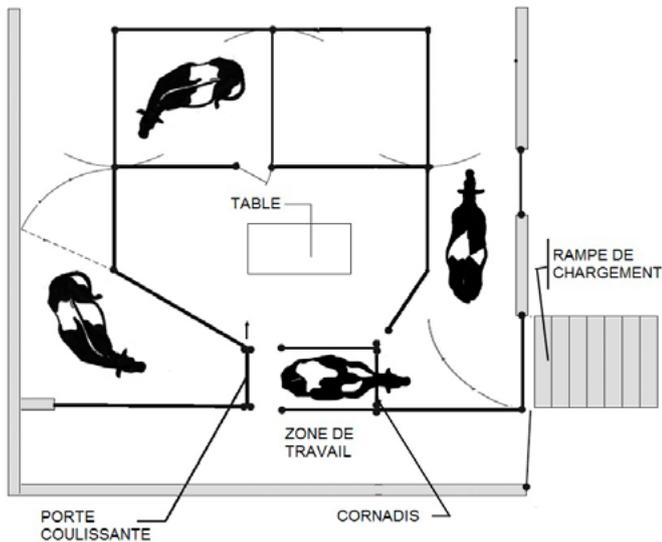


Figure 3.10.6.3: exemple d'une unité de traitement compacte pouvant être placée dans un coin ou dans une annexe, et qui convient pour les petits troupeaux (D'après Bickert et al, 2000).



Figure 3.10.6.4: cage de contention pour des vaches laitières.

3.10.7 LES INSTALLATIONS PARTICULIÈRES POUR CERTAINES VACHES LAITIÈRES

Des installations particulières pour certaines vaches laitières doivent être envisagées, en particulier dans les grands troupeaux. Il peut s'agir :

- Du groupe des vaches malades. Une zone destinée au traitement et à la manipulation des « vaches couchées » et aux vaches atteintes de sérieux problèmes de santé est nécessaire. La loge pour une seule vache doit avoir les dimensions d'un box individuel de vêlage et comporter des séparations, un abreuvoir et une auge. Elle doit comporter des barrières et un dispositif d'immobilisation permettant à une seule personne d'immobiliser la vache et de l'examiner attentivement (voir Figure 3.10.5.1). Cette loge doit être aisément accessible au départ de l'extérieur, aussi bien pour l'homme que pour l'entrée et la sortie des vaches incapables de se déplacer.
- Du groupe des vaches nécessitant une attention particulière. Dans de nombreux cas, les performances du troupeau sont meilleures si l'on constitue un groupe de vaches qui sont séparées de leurs congénères et bénéficient, en raison de leurs exigences spécifiques, d'un traitement particulier. Il s'agit des vaches atteintes de boiteries, des vaches blessées, de celles qui sont lentes ou difficiles à traire. Le groupe est habituellement logé en logettes, mais il peut également l'être sur une litière paillée.
- Des vaches ayant reçu un traitement vétérinaire. Les

vaches en lactation dont le lait ne peut pas être commercialisé, seront de préférence séparées du troupeau afin de supprimer le risque que du lait contenant des résidus de traitements médicamenteux aboutisse dans le refroidisseur.

- Du groupe des vaches destinées à la vente et des vaches taries. De nombreuses fermes laitières disposent d'une loge réservée aux vaches destinées à la vente. Cette loge peut également être utilisée, pendant un jour ou deux, pour les vaches qui vont être taries, lorsqu'elles reçoivent une ration réduite provoquant la diminution de la production de lait avant l'arrêt définitif de la traite. Cette loge doit comporter de l'eau, de la nourriture et une litière, ainsi qu'une rampe de chargement.
- Du groupe d'isolement. Les animaux suspectés d'être atteints d'une maladie contagieuse doivent être totalement séparés du reste du troupeau pour minimiser les risques de dispersion de la maladie. La meilleure manière de gérer ce genre de situation consiste à éloigner les vaches du reste du troupeau et à les loger dans un bâtiment inoccupé distant du lieu de vie des animaux en lactation. Pour des raisons ayant trait à la biosécurité, il s'impose de mettre en place des procédures destinées à prévenir la contamination du troupeau. Il est crucial de disposer d'installations qui permettent au personnel de services divers et aux visiteurs de se laver aisément, de changer de vêtements et d'endosser des vêtements de protection. Ces personnes devront emprunter la porte qui conduit de manière directe à l'endroit où le service doit être presté afin de limiter les contacts avec le troupeau.
- Du groupe des vaches nourrices. Dans le secteur de l'agriculture biologique, mais également en agriculture conventionnelle, certains éleveurs détiennent des vaches nourrices qui allaitent des veaux durant 8 à 10 semaines, parfois avant d'en allaiter d'autres. Les critères de choix des vaches nourrices, de gestion et de logement des vaches et des veaux sont variables. La vache nourrice et les veaux peuvent séjourner dans une loge individuelle, ou bien des vaches et les veaux qu'elles allaitent sont regroupés dans une loge collective. La Figure 3.10.7.1 présente l'exemple d'un groupe de vaches logées en logettes. La section des vaches nourrices est souvent localisée à côté de la zone des vêlages.

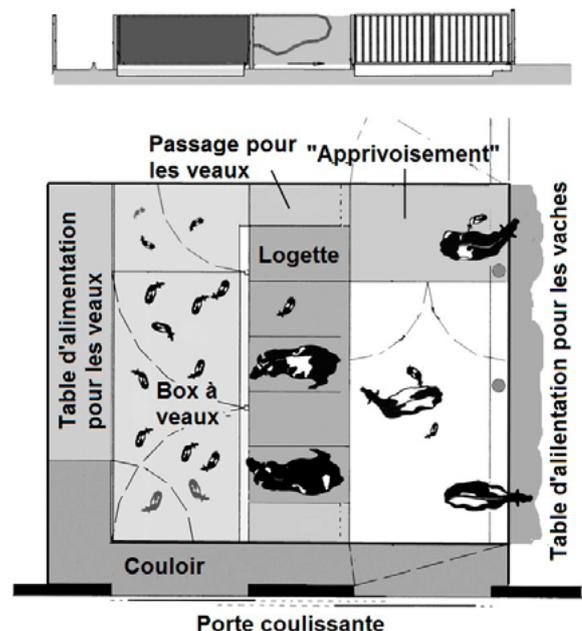


Figure 3.10.7.1: système à logettes pour 5 vaches et leurs veaux. Habituellement, les veaux préfèrent se coucher devant les vaches. C'est ce qui justifie la disposition présentée dans la figure (d'après Norrbom, 2001).

3.11 LA SECURITE ET LA SANTE DES TRAVAILLEURS

3.11.1 INTRODUCTION

Les personnes travaillant dans les bâtiments et installations d'élevage sont exposées à de nombreux risques et dangers potentiels pour leur santé. De nombreux éleveurs travaillent seuls, manipulent des animaux de grande taille qui sont parfois dangereux, ainsi que des groupes comptant un grand nombre d'animaux. Les tâches quotidiennes comprennent le soulèvement et le transport de lourdes charges, ainsi que des postures de travail inopportunes qui peuvent provoquer des lésions d'effort au niveau du système musculo-squelettique. D'autres facteurs de risques potentiels contribuent à la survenue chez l'éleveur d'accidents ainsi qu'à des problèmes de santé physique et de stress physiologique du fait qu'il travaille dans un environnement où il est exposé à des particules aériennes, des gaz et des bruits. L'environnement de travail est partiellement le même que celui qui constitue le milieu de vie des animaux, et il convient de noter qu'il existe une relation forte entre les exigences ayant trait au bien-être des animaux et le traitement des problèmes inhérents à l'environnement de travail dans les bâtiments pour les bovins.

Certains facteurs de risque sont communs à toute une série d'activités agricoles, comme l'utilisation des machines (tracteurs, etc.), des échelles et passerelles, des aires de circulation et des installations électriques ou de chauffage, les infrastructures de stockage, les produits chimiques, le soulèvement et le déplacement de lourdes charges. Certains sont spécifiques aux activités dans le secteur animal. Seuls ces derniers seront abordés dans le présent chapitre, mais en n'envisageant que ceux qui ont une relation directe avec la conception et la gestion du logement des animaux. Cela signifie que les aspects qui concernent le comportement du personnel et l'utilisation des équipements ne seront pas étudiés.

3.11.2 LA MANIPULATION DES ANIMAUX

La plupart du temps, l'éleveur travaille prudemment lorsqu'il s'occupe des animaux. Il se peut cependant que des accidents ou des blessures se produisent parce que l'éleveur est préoccupé, impatient, pressé ou fâché. Durant ces moments tout particulièrement, l'éleveur doit comprendre et anticiper le comportement des animaux afin d'éviter les situations dangereuses et minimiser les risques. En outre, les installations de manipulation des animaux doivent être conçues convenablement en prenant en compte le comportement des animaux.

En ce qui concerne la manipulation des animaux, la majorité de leurs réactions peuvent être expliquées par les caractéristiques de leur vision. Les bovins ont un champ de vision large qui est quasiment panoramique. Cela signifie qu'à l'exception de quelques petites zones aveugles au niveau du nez et vers l'arrière, les bovins sont capables de voir tout autour d'eux. De ce fait, les bovins doivent être approchés par le côté ou par le devant pour éviter les réactions de fuite. Ils ont également une profondeur de perception limitée, probablement une acuité visuelle limitée à 3 à 4 mètres et une vision bi-chromatique (le vert et le bleu). Contrairement aux humains, ils ont une bonne vision nocturne. Des changements brutaux dans l'intensité lumineuse peuvent cependant les conduire à s'arrêter voire à reculer.

Un autre aspect du comportement des bovins qu'il faut prendre en compte est le fait qu'ils ont une « zone de fuite »

» (Figure 3.11.2.1). Une pénétration marquée dans la « zone de fuite » provoque de la panique et des tentatives de fuite. Les personnes chargées de leur manipulation doivent être conscientes de cela et, lorsque cela est nécessaire, sortir de la « zone de fuite », en particulier si l'animal devient agressif. Pour faire avancer un animal, la personne doit se placer dans la zone ombrée en position « B », derrière le « point d'équilibre » qui se situe au niveau de l'épaule. La personne ne peut se placer dans la « zone aveugle » à l'arrière de l'animal. Pour arrêter le déplacement, la personne doit reculer jusqu'à la position « A ». Pour faire reculer l'animal, la personne doit se placer en avant du « point d'équilibre ». Pour faire tourner l'animal à gauche ou à droite, il doit être approché de face. Plusieurs facteurs peuvent conduire à une diminution de la « zone de fuite » et à une amélioration de la manipulation et de la sécurité de l'homme et de l'animal, comme les contacts fréquents avec l'homme, le souvenir de manipulations faites avec douceur et un environnement calme.

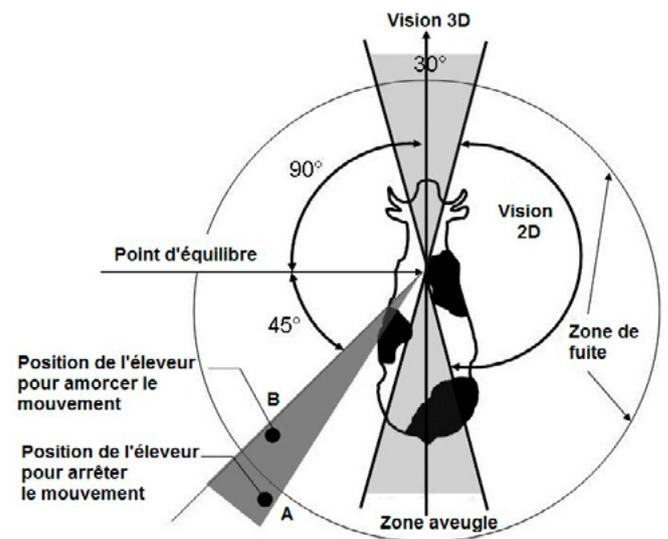


Figure 3.11.2.1: la « zone de fuite » des bovins (Grandin, 1999a).

Lorsqu'une vache, par exemple, est effrayée ou qu'elle est l'objet d'une intervention douloureuse, elle peut donner des coups de pied. Les coups de pied sont généralement donnés vers l'arrière et sur le côté et il doit en être tenu compte lors de la conception des installations de manipulation ainsi que durant la traite.

Une attention toute particulière doit être accordée aux vaches qui sont en présence de veaux nouveau-nés et de taureaux. Une vache qui est accompagnée d'un veau nouveau-né peut adopter une attitude défensive et être plus difficile à manipuler. Les taureaux laitiers sont, par nature, plus agressifs que les vaches et ne peuvent jamais être considérés comme inoffensifs. Certains taureaux paraissent calmes et doux, mais ils peuvent réagir de manière totalement imprévisible et provoquer des traumatismes et même la mort de la personne attaquée.

3.11.3 LES DEPLACEMENTS DES BOVINS

Lorsqu'il est nécessaire de déplacer ou de manipuler des animaux, il est fait appel à des rampes de chargement qui doivent être conçues et dimensionnées pour faciliter le mouvement des animaux (voir Chapitre 3.10). Idéalement,

elles devraient comporter des côtés aveugles pour empêcher les animaux de voir tout ce qui est susceptible de les distraire, et pour prévenir les tentatives de fuite. Ils ont également pour effet de rendre les animaux plus calmes et moins stressés, avec comme conséquence une diminution des interventions humaines et des accidents. Les bovins ont une tendance naturelle à se déplacer spontanément d'une zone obscure vers une zone bien éclairée. La mise en place d'un spot éclairant la rampe de chargement aide à la poursuite du déplacement, pour autant que la lumière ne soit pas dirigée de manière directe vers les yeux des animaux. En outre, l'éclairage doit être uniforme et diffus. Toutes les sources de distraction doivent être éliminées comme, par exemple, une chaîne pendant devant une entrée. Les flaques d'eau responsables d'éclats de lumière étincelante, les reflets mobiles de lumière produits par des panneaux ou des tubes métalliques, les zones d'ombre striées ou les points fortement ensoleillés doivent être évités. Les couleurs foncées peuvent créer des effets d'ombre, alors que les couleurs claires, comme le blanc et le jaune pâle, produisent des effets positifs.

Les bovins sont sensibles au type et à la texture des sols et clôtures. Des modifications dans le type de sol peuvent stopper les déplacements. Il est souhaitable d'avoir un même type de sol pour toute l'exploitation qui doit, si possible, être non glissant. Les caniveaux et avaloirs doivent être localisés en dehors des principaux couloirs, rampes ou loges de rassemblement.

3.11.4 LA TRAITE

En matière d'ergonomie, les problèmes associés à la traite concernent principalement l'insuffisance d'espace et d'installations. Ce sont en particulier les caractéristiques de la fosse des trayeurs qui doivent faire l'objet d'une attention particulière :

- La profondeur de la fosse des trayeurs doit être comprise entre 0.75 et 1.00 m et être en adéquation avec la taille des opérateurs (si cela est nécessaire, des dispositifs divers peuvent être utilisés pour rehausser de manière significative le niveau du sol ou un plancher à hauteur variable peut être mis en place) (voir Tableau 3.11.4.1).
- Un débordement des quais de traite en direction de la fosse des trayeurs ou un élargissement du fond de la fosse des trayeurs sous les quais de traite permet aux trayeurs de placer leurs pieds en-dessous des quais de traite et de se rapprocher des vaches tout en conservant le dos droit. Ces solutions leur évitent de devoir vouter ou courber le dos pour atteindre les pis des vaches.

Tableau 3.11.4.1: profondeur recommandée de la fosse de trayeurs en fonction du type d'équipement de traite.

Taille du trayeur (m)	Traite dans un épi ou un tandem (m)	Traite par l'arrière (m)
< 1.55	0.75	0.85
1.56 to 1.65	0.80	0.90
1.66 to 1.75	0.85	0.95
1.76 to 1.85	0.90	1.05
1.86 to 1.95	0.95	1.15
> 1.95	1.00	1.25

Le bord des quais de traite doivent comporter un seuil ou un rail pour prévenir la chute d'animaux dans la fosse des trayeurs. Cette protection doit, si possible, être douce et flexible pour éviter qu'une main soit coincée suite au changement de position d'une vache. Durant la traite, les vaches peuvent donner des coups de pied qui provoquent des blessures. L'utilisation de dispositifs anti-coups de pied (entrave des membres postérieurs) peut avoir lieu durant l'examen et le nettoyage des pis et des trayons.

Les escaliers de la fosse des trayeurs doivent être antidérapants, propres et débarrassés de tout autre matériel, et équipés d'une main courante s'ils ne se trouvent entre deux murs.

Le sol doit être antidérapant, bien drainé (2% de pente) et propre. Il doit être dépourvu d'obstacles et les avaloirs doivent être correctement couverts. En cas d'utilisation de peinture pour les murs, elle doit être de couleur claire.

L'aire d'attente doit comporter des refuges pour le personnel ou des passages d'hommes utilisables en cas de besoin.

Des lésions des muscles, tendons, nerfs et articulations peuvent être provoquées par l'équipement de traite, comme les faisceaux trayeurs, et les postures de travail inadéquates durant la traite.

3.11.5 LES DISPOSITIFS D'EXAMEN ET DE TRAITEMENT DES ANIMAUX

Des installations spécifiques doivent permettre la réalisation d'interventions vétérinaires ou de traitements divers comme l'insémination, l'écornage, le parage des pieds et l'administration de médicaments. Les mangeoires peuvent être équipées de cornadis bloquants permettant d'immobiliser un seul animal ou un groupe d'animaux. Dans les grands troupeaux, des installations de regroupement et de manipulation des animaux sont requises pour la réalisation de traitements vétérinaires et autres. Les exigences de base de ce genre d'installations sont :

- un couloir destiné à conduire les animaux des bâtiments, des pâturages ou des zones de séjour en plein air vers le parc de rassemblement,
- un parc de tri à la sortie du couloir ou du parc de rassemblement, ou qui est localisé après la zone des interventions,
- un parc d'attente pour la totalité du troupeau ou pour 30 à 50 bovins,
- une petite loge pour conduire de 8 à 10 bovins vers la zone de travail,
- un couloir de contention de 6 m de long pour accueillir 3 à 4 bovins,
- une rampe d'accès,
- une cage de contention de type « passage au travers » équipée d'un cornadis autobloquant,
- des dispositifs annexes tels qu'une bascule, une cage de contention ou une plate-forme pour les veaux, une table, des sangles ventrales, un équipement pour le parage des pieds, un accès au kiosque pour la réalisation d'inséminations ou d'examen gynécologiques, une étagère pour recevoir le matériel vétérinaire ou tout autre matériel, et à proximité de la cage de contention une source d'électricité et une alimentation en eau chaude et en eau froide.

Pour des informations complémentaires ayant trait à conception d'installations de manipulation des animaux, il y a lieu de se référer au rapport de la CIGR « Recommandations internationales pour le logement des bovins viande » 2002.

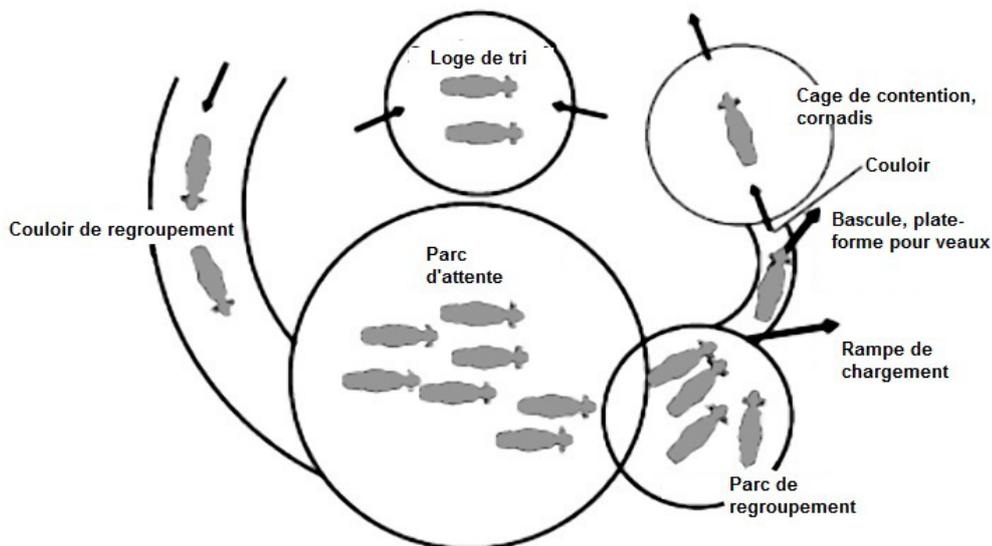


Figure 3.11.5.1: composants principaux d'une installation de traitement de bovins (d'après Borg, 1994).

3.11.6 ASPECTS ENVIRONNEMENTAUX DES BATIMENTS D'ELEVAGE

3.11.6.1 La qualité de l'air

Depuis plusieurs décennies, on sait que les travailleurs agricoles sont exposés aux risques découlant de l'inhalation de gaz et de particules (les poussières). Les particules sont constituées de gouttelettes liquides ou de matières solides. Les affections respiratoires dues aux gaz vont des irritations modérées des voies respiratoires à des issues fatales. Pour les polluants les plus fréquents dans l'air des bâtiments d'élevage, il existe des seuils pour les valeurs réglementaires qui varient d'un pays à l'autre. Il faut noter que les valeurs seuils applicables à l'homme sont quelque peu basses que celles en vigueur en matière de bien-être animal (voir section 2.3.7).

Tableau 3.11.6.1.1: limites des concentrations en gaz toxiques (ppm).

Durée exposition	NH ₃	CO ₂	H ₂ S
Prolongée	10	2500	2,5
Courte	20	5000	10

Tableau 3.11.6.1.2: limites maximales recommandées pour une exposition sans danger en Australie (Cargill et al., 2002).

Polluants	Concentration maximale sans danger
Ammoniac	10 ppm
Particules inhalables	2.4 mg/m ²
Particules respirables	0.23 mg/m ²
Endotoxines respirables	50 EU/m ³
Total des bactéries aériennes	1.0 x 10 ⁵ cfu/m ³

La ventilation adéquate constitue la technique la plus importante pour obtenir une diminution des risques. Son débit doit être fortement augmenté pendant l'agitation, le mélange ou le pompage du lisier se trouvant dans les fosses sous les caillebotis. En outre, il est conseillé de réduire les dégagements de gaz par des évacuations fréquentes du lisier se trouvant dans les bâtiments. Il faut insister sur le fait qu'il est particulièrement dangereux de descendre dans une fosse à lisier en l'absence d'un appareil respiratoire ou de la prise de précautions appropriées telles que le contrôle de la qualité de l'air, un apport constant et suffisant d'air frais et le port par la personne descendant dans la fosse à lisier d'un harnais et d'un moyen de communication.

Les poussières présentes dans les bâtiments d'élevage ont pour origines principales les litières et les aliments. Les particules aériennes sont souvent le support d'éléments biologiques actifs comme des endotoxines, des pathogènes et des allergènes qui peuvent être responsables d'affections. Encore une fois, il faut rappeler qu'une ventilation appropriée diminue considérablement les risques. Cela étant, la solution la plus efficace pour obtenir des concentrations en poussières faibles consiste à éviter leur production en utilisant des fourrages et des litières de bonne qualité. Le port d'un masque peut parfois être nécessaire lors de la manutention de fourrages et de litières.

Les agents biologiques (bactéries, virus, champignons, etc.) représentent un risque potentiel lors de contacts avec les animaux et avec leurs substances biologiques (sécrétions, sang, urine, produits d'avortement, déjections, etc.). En conséquence, en plus du port d'équipements de protection appropriés, il est nécessaire de mettre en place des installations vétérinaires adaptées et d'envisager des mesures hygiéniques dans les exploitations agricoles et les étables (mesures de biosécurité).

3.11.6.2 Les sols

Les sols doivent être:

- non glissants, en particulier lorsqu'ils sont mouillés et en pente,
- exempts de trous, de creux ou de protubérances,
- drainés grâce à un système de drainage approprié (avec

- des rigoles et avaloirs correctement réalisés),
- réalisés avec une pente suffisante (1 à 2%) pour assurer leur drainage, mais sans qu'elle soit excessive pour qu'ils ne soient pas glissants,
- équipés de trous, obstacles et marches couverts comme il convient.

3.11.6.3 L'éclairage

De manière générale, les lieux de travail doivent être suffisamment éclairés. En outre, ils doivent être pourvus d'appareils d'éclairage artificiel délivrant l'intensité lumineuse requise qui sont disposés de manière telle qu'ils ne produisent pas de zones d'ombre et d'aveuglement. Ils doivent être maintenus en bon état de propreté et d'efficacité.

Tableau 3.11.6.3.1: niveau d'éclairage recommandé.

Zones	Eclairage minimal (lux)	Eclairage recommandé (lux)
Zone de transit et de simples activités	100	150
Zone de travail intensif	150	300
Zone de travail précis (traite)	300	500
Zone d'interventions particulières (actes médicaux)	500	1000

Dans les lieux où les risques de dommages au système d'éclairage ou de coupures de l'électricité peuvent survenir, un éclairage de secours d'une puissance suffisante doit être installé. Les tubes fluorescents et les LED présentent moins de risque d'incendie que les ampoules à incandescence.

3.11.6.4 Le bruit

Le bruit peut être défini comme étant un son non désiré et brusque produisant des vibrations gênantes dans l'air. Les ventilateurs, les aplatisseurs, les pompes à vide, les distributeurs d'aliments et les appareils de traitement des déjections génèrent des bruits. Les niveaux de bruit élevés constituent de réels facteurs de stress. Des expositions au bruit peuvent provoquer des phénomènes de surdité temporaire et des pertes permanentes de l'audition après des périodes de durée variable d'exposition à des niveaux de bruit supérieurs à 85 dB(A). Le dB(A) est une unité de mesure du bruit ; elle est exponentielle et le l'homme perçoit l'intensité du bruit comme ayant été réduite de moitié lorsqu'une réduction de 10 dB(A) est intervenue. Il est assez aisé de diminuer le niveau des bruits générés par les ventilateurs et les machines. Les recommandations relatives aux niveaux maximaux de bruit et les législations varient d'un pays à l'autre, mais il est cependant conseillé de ne pas dépasser des niveaux de bruits permanents de 65 dB(A) et de 85 dB(A) durant de courtes périodes. Par ailleurs, il est important de réduire les bruits lors de la manipulation des animaux afin d'améliorer leurs déplacements et de rendre leurs manipulations plus sûres. Les équipements actionnés par des systèmes hydrauliques doivent faire l'objet de procédures de fabrication visant à les rendre silencieux. Il est également conseillé de placer les moteurs stationnaires

dans des cabines ou de les installer dans des locaux séparés (pompes à vide, pulsateurs, etc.).

3.11.7 LES ACTIVITES ANNEXES

Les espaces nécessaires à la réalisation de différentes activités annexes au logement proprement dit doivent être dimensionnés et réalisés correctement.

3.11.7.1 Les routes, zones dangereuses et passages

Les zones pour le trafic interne au sein de l'exploitation doivent être localisées et dimensionnées de manière telle que les piétons et les véhicules puissent les emprunter en toute sécurité et qu'elles soient exemptes de risque pour les travailleurs proches. Leurs dimensions doivent être déterminées en tenant compte du nombre d'utilisateurs, de l'espace requis pour les manœuvres des machines et d'une distance minimale de sécurité pour les piétons. Les débordements de toiture et les câbles aériens doivent être mis en évidence et positionnés à une hauteur dépassant de 1 mètre celle du véhicule le plus haut.

Les zones dangereuses doivent être identifiées et équipées de panneaux interdisant l'accès aux personnes non autorisées ; les mesures appropriées doivent être prises pour protéger les travailleurs autorisés à y pénétrer.

3.11.7.2 Les portes et barrières

Les portes et barrières pouvant s'ouvrir dans deux sens (portes battantes) doivent être transparentes ou comporter des parties transparentes, et être munies des deux côtés d'indications à hauteur des yeux. Si les surfaces transparentes des portes et barrières sont constituées de matériaux cassants, elles doivent être protégées contre des bris éventuels et nettoyées régulièrement.

Les portes coulissantes doivent être pourvues d'un système de sécurité empêchant leur déraillement ou leur chute.

Les portes et barrières actionnées mécaniquement doivent comporter un arrêt d'urgence et pouvoir être actionnées manuellement en cas de coupure d'électricité.

Des passages d'homme doivent être présents à la périphérie de tous les espaces de vie des animaux. Il s'agit généralement de passages étroits entre deux poteaux distants de 30 à 50 cm ménagés dans les cloisons ou les cornadis. Ils permettent aux personnes de passer aisément d'une zone à une autre (sans devoir emprunter une barrière ou une porte, ou escalader un cornadis ou une clôture), mais ils peuvent aussi être utilisés pour que les personnes puissent s'échapper lors d'une situation imprévue et potentiellement dangereuse.

3.11.7.3 Les murs, fenêtres et fenêtres de toit

La couleur des murs sera de préférence claire. Les fenêtres, fenêtres de toit et ventilateurs doivent être sûrs et faciles à atteindre, à fermer ou à ajuster par le personnel. Il faut proscrire la mise en place de dispositifs qui obligent le personnel à pénétrer dans une zone où des animaux en liberté sont présents.

3.11.7.4 Les voies et sorties d'urgence

Les voies et sorties d'urgence ne peuvent être obstruées par des objets afin qu'elles puissent être empruntées en permanence sans gêne. La hauteur libre doit atteindre 2.2 m.

Si l'issue comporte une porte, celle-ci doit s'ouvrir dans le sens de la sortie et, si elle est fermée, elle doit pouvoir être facilement ouverte, en particulier en cas d'urgence.

Les voies et sorties doivent être pourvues de signes d'identification et équipées d'un éclairage de secours d'une intensité suffisante qui, en outre, doit rester fonctionnel même en cas de coupure d'électricité.

3.11.7.5 Les locaux pour le personnel

Des pièces pour le repos et pour permettre au personnel de se changer, des douches et des toilettes doivent être aménagées à proximité des lieux de travail. Les toilettes doivent comporter un lavabo alimenté en eau chaude et en eau froide, et être approvisionnées en produits d'hygiène et en moyens de séchage. Des kits de première intervention, des extincteurs et des équipements de protection, etc. doivent également être mis à disposition.

3.11.7.6 Le traitement du lisier

Lors d'interventions sur le lisier, en particulier lorsqu'il se trouve dans des fosses, le personnel et les animaux peuvent être exposés à divers dangers. Les plus importants proviennent de la production continue de gaz dans des espaces confinés comme les réservoirs, les silos-tours et les fosses. Le stockage, le pompage, le mélange et l'épandage des déjections peuvent dégager d'importantes quantités de gaz dont les plus importants sont :

- le sulfure d'hydrogène qui est toxique et sent l'œuf pourri lorsqu'il est présent en faible concentration. En forte concentration, il réduit le sens olfactif chez l'homme. Le gaz provoque des vertiges, de l'inconscience et, en très fortes concentrations (> 200 ppm), la mort. Il est surtout libéré lors du pompage et de l'homogénéisation du lisier,
- le dioxyde de carbone : il s'agit d'un gaz lourd et sans odeur qui est libéré lors de l'homogénéisation et du pompage du lisier. Seules des concentrations extrêmement élevées (70 000 ppm ou 7% et plus) peuvent provoquer de sérieux effets sur la santé. La plupart du temps, les incidents et accidents inhérents au dioxyde de carbone sont consécutifs à une asphyxie due au manque d'oxygène plutôt qu'à un effet du dioxyde de carbone lui-même,
- l'ammoniac est plus léger que l'air. En faibles concentrations (5 ppm), il est irritant pour les yeux et le système respiratoire,
- le méthane est un gaz léger et sans odeur, qui est inflammable. Le méthane est produit pendant le stockage du lisier en conditions anaérobies. Son principal danger réside dans le risque d'explosion pouvant survenir dans des locaux mal ventilés.

Du fait que l'exposition à ces gaz dangereux est susceptible de provoquer des asphyxies potentielles, des noyades dues à la perte de conscience et à des chutes dans les fosses à lisier, les règles suivantes doivent être adoptées lors du traitement du lisier :

- les canaux et fosses à lisier doivent être pourvus de barrières ou de couvertures résistantes aux charges afin de prévenir les chutes dangereuses,
- les lagunes doivent être entourées d'une clôture d'au moins 1.80 m de hauteur munie de barrières fermées à clé ainsi que de signes de danger appropriés (danger - stockage de lisier). Les points de prélèvement d'échantillons doivent comporter des barrières anti-chutes. Des enfants ne peuvent se trouver sur les lieux pendant la manutention du lisier. S'ils sont néanmoins

présents, ils doivent faire l'objet d'une surveillance attentive,

- si le lisier est stocké sous des caillebotis et qu'il doit être homogénéisé, le personnel ne peut rester dans le bâtiment et les animaux devraient être sortis, et si cela n'est pas possible, toutes les entrées d'air (portes, fenêtres, etc.) doivent être largement ouvertes pour augmenter le renouvellement d'air et assurer l'évacuation des gaz, etc.,
- les descentes dans les fosses à lisier doivent être évitées. S'il s'avère qu'une personne doit quand même descendre dans les fosses même si elles ne contiennent que peu de lisier, elle doit porter un appareil respiratoire, un harnais et un système de communication, et être surveillée par une deuxième personne disposant d'un plan d'urgence,
- le placement de trappes et de vannes sur les tuyauteries peut utilement empêcher les remontées de gaz dangereux,
- le personnel ne peut fumer et approcher une flamme nue près des fosses à lisier, ou dans les locaux mal ventilés dans lesquels du lisier est présent.

REFERENCES ET LECTURES COMPLEMENTAIRES

- ALB, 2000. Tränken für Rinder, Arbeitsblatt Landwirtschaftliches Bauwesen. ALB in Bayern e.V. 02.18.01. August 2000
- Andersson, M., Schaar, J., & Wiktorsson, H., 1984. Effects of drinking water flow rates and social rank on performance drinking behaviour of tied-up dairy cows. *Livest. Prod. Sci.*, 11, 599-610.
- Arnold, N.A., Ng, K.T., Jongman E. C. & Hemsworth, P.H., 2007. The behavioural and physiological responses of dairy heifers to tape-recorded milking facility noise with and without a pre-treatment adaptation phase. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 106 (1-3), 13-25. ASABE, 2007.
- Terminology and Recommendations for Freestall Dairy Housing. Freestalls, Feed Bunks, and Feeding Fences. ASAE EP444.1 DEC 1999(R2005). ASABE Standards www.asabe.org
- Baeta F.C., Meador N.F., Shanklin M.D. & Johnson H.D., 1987. Equivalent Temperature Index above the thermoneutral for lactating dairy cows, ASAE, Paper 87-4015, *Proc. Am. Soc. Agric. Eng.*, St. Joseph, Michigan.
- Bickert, W. G., Holmes, B., Janni, K., Kammel, D., Stowell, R. & Zulovich, J., 2000. Dairy freestall, housing and equipment. MWPS-7. Midwest Plan Service, Ames, Iowa Borg, R., 1994.
- Corrals for Handling Beef Cattle. Alberta Agriculture, Food and Rural Development, Edmonton, Alberta, Canada. 91 p. Boxberger, J. & Zips, A., 1979.
- Untersuchungen zur Trinkwasseraufnahme von Milchkühen im Laufstall. *Landtechnik*, 7/8, 361-364 Cargill, C., Murphy, T., & Banhazi, T., 2002.
- Hygiene and air quality in intensive housing facilities in Australia. In: *Animal Production in Australia*, 387-393. D. K. Revell and D. Taplin, eds. Adelaide, South Australia: Australian Society of Animal Production.
- Castle, M. E., & Thomas, T.P., 1975. The water intake of British Friesian cows on rations containing various forages. *Animal Production*, 20, 181-189. CIGR, 2002.
- Climatization of Animal Houses. Report of the CIGR Section II, Working Group No. 4. Horsens, Denmark. www.agrsci.dk/jbt/spe/CIGRreport.
- CIGR, 2004. Design Recommendations of Beef Cattle Housing. Report of the CIGR Section II, Working Group No. 14 Cattle Housing 2nd edition, September 2004. Gumpenstein, Austria
- Engle, R. & Graves, R.E., 2007. Guidelines for facilities for special needs animals. The dairy practices council, Publication No DPC 88. Keyport, New York state, USA.
- Grandin, T., 1999. Understanding Flight Zone and Point of Balance. www.com/behavoieur/principles/flight.zone.html Graves, R.E., Engle, R. & Tyson, J.T., 2006.
- Design information for housing special dairy cows. Proc. In 2006 ASABE (American Society of Agricultural and Biological Engineers) Annual International Meeting, Portland, Oregon 9 - 12 July 2006. Paper No 064034.
- Graves, Robert E. et al., 2009. Guideline for Planning Dairy Freestall Barns. DPC 1. Dairy Practices Council <http://www.dairypractices.org> Graves, R. E., 2006, 2008.
- Penn State Housing Plans for Milking and Special-Needs Cows. NRAES 200, 201. Also at Penn State Dairy Idea Plans 2014. <http://abe.psu.edu/extension/idea-plans> Hansen, P.J., 1985.
- Seasonal modulation of puberty and the postpartum anestrus in cattle: A review. *Livest. Prod. Sci.*, 12, 309. Harms J., Wendl G. & Schön H., 2002.
- Influence of cow traffic on milking and animal behaviour of robotic milking, in First North American Conference on Robotic Milking. March 20 - 22, 2002, Toronto, Canada
- Head, H. H. Kull, R. C., Jr. Campos, M. S. Bachman, K. C. Wilcox, C. J. Cline, L. L. & Hayen, M. J., (1993). Milk Yield, Milk Composition, and Behavior of Holstein Cows in Response to Jet Aircraft Noise Before Milking. *J. Dairy Sci.*, 76 (6), 1558-1567.
- Heffner, R. S. & Heffner, H. E., (1992). Hearing in large mammals: sound-localization acuity in cattle (*Bos taurus*) and goats (*Capra hircus*). *J. Comp. Psychol.*, 106 (2), 107-113. Himmel, U., 1964.
- Der Einfluss von temperiertem Trankwasser auf Milchmenge und 119 Fettgehalt bei Kühen. *Tierzucht*, 18, 133-136.
- Holmes, Brian et al., 2013 Dairy Freestall Housing and Equipment, eighth edition. MWPS-7. Ames Iowa USA www.mwps.org
- Hultgren J., Telezhenko E., Ventorp, M. & Bergsten C., 2009. Walkway floor design, feed stalls, claw lesions and locomotion in Swedish cubicle-housed dairy cattle. In: Sustainable animal production. The challenges and potential developments for professional farming, pp 121133. Wageningen Academic Publishers, Wageningen.
- Kaufmann. R et al., 2001. Automatisches Melken - Systeme, Einsatzgrenzen, Wirtschaftlichkeit, FAT reports 579, Tänikon
- Lensink, B.J., Ofner-Schröck, E., Ventorp, M., Zappavigna, P., Flaba, J., Georg, H. & Bizeray-Filoché, D., 2013. Lying and walking surfaces for cattle, pigs and poultry and their impact on health, behaviour and performance In: *Livestock housing - Modern management to ensure optimal health and welfare of farm animals*, pp 75 - 92. Wageningen Academic Publishers, Wageningen.
- Magnusson M., Herlin A. & Ventorp, M., 2008. Short Communication: Effect of Alley Floor Cleanliness on Free-Stall and Udder Hygiene. *J. Dairy Sci.*, 91, 3927-3930
- Metzner, R., 1978. Trinkverhalten des Rindes-technisch richtig umsetzen. *Landtechnik*, 9, 386-390. Meyer, U., Everinghoff, M., Gadeken, D., & Flachowsky, G., 2004. Investigations on the water intake of lactating dairy cows. *Livest. Prod. Sci.*, 90, 117-121.
- Morton J.M., Tranter W.P., Mayer D.G. & Jonsson N.N., 2007. Effects of environmental heat on conception rates in lactating dairy cows: critical periods of exposure, *J. Dairy Sci.*, 90 (5), 2271-2278. MWPS (MidWest Plan Service), 2013. Dairy freestall housing and equipment. Holms, B. et al. Iowa State University, 8th edition. Ames, Iowa, USA
- Nosal, D. & Bilgery, E., 2002. Welchen Einfluss hat der Lärm von Melkmaschinen? [online]. www.bitec-melktechnik.ch/_downloads/Ufa_Revue_02_Melkmaschinen_ok.pdf [last access: 14.11.2011]
- Nosal D. & Schick M., 1995. Neue Melksysteme, FAT reports 475, Tänikon
- Ordolff D., 1992. Melkstandanlagen, KTBL working paper 1992. Freising, Gemany
- Pinheiro M. F. et al, 2004. Designing better water troughs: Dairy cows prefer and drink more from larger troughs *Appl. Animal Beh. Sci.*, 89, 185-193
- Schäffer, D., Marquardt, V.; Marx, G.; Von Borell, E. (2001): Lärm in der Nutztierhaltung- eine - Übersicht, unter besonderer Berücksichtigung der Schweinehaltung. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift*, 108, 60-66.
- Smith, J.F., Harner, J.P. & Brouk, M.J., 2001. Special Needs Facilities - Recommendations for housing pregnant, lactating and sick cows. Kansas State University, Manhattan, Kansas State, USA,

- Smith John F., 1996. Planning a Milking Center, Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service
- Stefanowska, J., Smits, M. C. J., & Braam, C. R., 1998: Impact of floor surface on behaviour, locomotion and foot lesions in cattle. Report 98-09. 68 p. IMAG-DLO, Wageningen, The Netherlands.
- Telezhenko, E., & Bergsten, C. 2005. Influence of floor type on the locomotion of dairy cows. *App. Anim. Beh. Sci.*, 93, 183-197.
- Thune A., Berggren A., Gravas L. & Wiktorsson H., 2002. Barn layout and cow traffic to optimise the capacity of an automatic milking system, in First North American Conference on Robotic Milking. March 20 - 22, 2002. Toronto, Canada.
- Tucker, C.B., Rogers, A.R., & Schutz, K.E., 2008. Effect of solar radiation on dairy cattle behaviour, use of shade and body temperature in a pasture-based system. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 109, 141-154.
- van der Tol, P.P.J., Metz, J.H.M., Noordhuizen-Stassen, E.N., Back, W., Braam, C.R. & Weijts, W.A., 2003. The vertical ground reaction force and the pressure distribution on the claws of dairy cows while walking on a flat substrate. *J. Dairy Sci.*, 86, 2875-2883.
- Waiblinger, S., Menke, C. & Fölsch, D.W., 2003. Influences on the avoidance and approach behaviour of dairy cows towards humans on 35 farms. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 84, 23-39.
- Waynert, D.F., Stookey, J.M., Schwartzkopf-Genswein, K.S., Watts, J.M., and Waltz, C.S., 1999. The responses of beef cattle to noise during handling. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 62, 27-42.
- WCED - World Commission on Environment and Development, 1987. Our common future. Oxford University Press, 416 p.
- Wolf, F.; Marten, J., 2002). Untersuchungen zum Stallwetter in Außenklimaställen für Milchkühe unter besonderer Berücksichtigung des Tierverhaltens. Forschungsbericht, Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei. Mecklenburg-Vorpommern, Institut für Tierproduktion, Dummerdorf.

A l'heure actuelle, la conception des bâtiments d'élevage prend en compte, bien plus que par le passé, l'animal et ses besoins afin de préserver son bien-être, permettre l'expression de son répertoire comportemental, créer des conditions de vie et de production confortables et, dans le cas du présent ouvrage, accroître le caractère durable du secteur de la production laitière. Si les préoccupations ayant trait à l'animal ont gagné en importance, celles qui concernent l'éleveur (homme ou femme) restent essentielles car elles régissent ses conditions de travail et sa capacité à bien prendre soin de ses animaux.

Le présent document qui est le fruit des travaux réalisés par le groupe de travail « Cattle Housing » de la Commission Internationale du Génie Rural (CIGR), associe de multiples données scientifiques et la grande expertise de ses membres dans les divers domaines du logement de la vache laitière. Il résulte d'une collaboration enthousiaste et fructueuse qui a animé ses membres durant plusieurs années. Le groupe était composé de spécialistes provenant de 10 pays d'Europe et d'Amérique du Nord qui ont consacré beaucoup de temps et d'efforts pour produire un document de référence pour tous ceux qui sont concernés par la conception du logement des bovins laitiers (concepteurs, éleveurs, constructeurs, etc.). Il contribuera à la création d'excellentes conditions d'hébergement de la vache laitière et à l'accroissement du caractère durable du secteur laitier.

Editeur responsable : DGARNE, 15 avenue Prince de Liège - 5100 Jambes

N° vert : 1718 - www.wallonie.be

Publication gratuite, imprimée sur papier recyclé