

Le logement des ruminants, les équipements et les annexes



Rédaction : Bertrand Fagoo et Tanguy Morel (Institut de l'Élevage)
Crédits photo de couverture : Institut de l'Élevage • Réalisation : Beta Pictoris •
Mise en page : Florence Benoit (Institut de l'Élevage) •
N° réf. Idele : 0022 704 002 • Février 2022

Contacts :

Bertrand Fagoo : bertrand.fagoo@idele.fr
Tanguy Morel : tanguy.morel@idele.fr

7 Introduction

- 7** LE BÂTIMENT AU CŒUR DES EXPLOITATIONS
- 8** LE PROJET BÂTIMENT : UNE ÉTAPE CLÉ !
- 8** LES ÉQUIPEMENTS COMPLÉMENTAIRES

PARTIE 2
39 Les bâtiments pour petits ruminants

- 40** L'ABREUVEMENT
- 40** L'ACCÈS À L'AUGE
- 41** LES AIRES DE VIE
- 42** Les particularités du logement des ovins viande
- 43** Les particularités du logement des caprins
- 43** Les différents types de bâtiments pour les chèvres et brebis

PARTIE 1

11 Les bâtiments pour bovins

11 L'ABREUVEMENT ET LA PLACE À L'AUGE

- 11** L'abreuvement
- 12** L'accès à l'alimentation

12 LE LOGEMENT DES BOVINS

- 12** L'étable entravée
- 13** L'aire paillée intégrale
- 14** Le couchage associé à une aire d'exercice
- 22** Les annexes au bâtiment principal
- 23** Le logement des veaux d'élevage
- 24** Le logement des veaux de boucherie
- 26** Le logement des génisses et jeunes bovins
- 28** Le logement des vaches allaitantes
- 33** Le logement des vaches laitières

PARTIE 3

47 Les équipements complémentaires pour le logement des ruminants

PARTIE 4**53****Le bloc traite****53** EN ÉLEVAGE DE VACHES LAITIÈRES**53** La constitution du bloc traite**54** Les principales installations de traite**56** EN ÉLEVAGES DE CAPRINS ET OVINS LAIT**56** La constitution du bloc traite**56** Les principales installations de traite**58** LES ÉQUIPEMENTS COMPLÉMENTAIRES DES BLOCS TRAITE POUR VACHES, CHEVRES ET BREBIS LAITIÈRES**59** LES ÉQUIPEMENTS EN LIEN AVEC LES ÉCONOMIES D'ÉNERGIE**PARTIE 6****69****Le séchage en grange****70** LE PRINCIPE**71** LE TYPE DE BÂTIMENT LE PLUS FRÉQUEMMENT RENCONTRÉ**72** LES ÉQUIPEMENTS COMPLÉMENTAIRES**PARTIE 5****63****Le stockage des aliments****64** LES SILOS**64** LE STOCKAGE DE FOIN OU DE PAILLE EN BALLES CARRÉES OU RONDES EN BÂTIMENT**65** LA CUISINE DU ROBOT D'ALIMENTATION**65** LE STOCKAGE À PLAT DES CONCENTRÉS EN BÂTIMENT**66** LES ÉQUIPEMENTS COMPLÉMENTAIRES**PARTIE 7****75****La gestion des effluents d'élevage****76** LA GESTION DES EFFLUENTS SOLIDES**76** LA GESTION DES EFFLUENTS LIQUIDES**76** Les effluents liquides divers à stocker ou à traiter**77** Les fosses de stockage**79** Les traitements des effluents peu chargés**82** LES ÉQUIPEMENTS COMPLÉMENTAIRES**83** LA COUVERTURE DES OUVRAGES DE STOCKAGE DES DÉJECTIONS

PARTIE 8

85

**Les ateliers de transformation
fermière agroalimentaire**

86

**LA CONCEPTION DES ATELIERS DE
TRANSFORMATION**

86 Les matériaux

86 Les sols

86 Les murs et plafonds

87

LES MAGASINS DE VENTE À LA FERME

88

**LA GESTION DES EAUX USÉES
ET DES DÉCHETS**

88

**LES SPÉCIFICITÉS DES ATELIERS DE
TRANSFORMATION DE PRODUITS
LAITIERS**

88

**LES SPÉCIFICITÉS DES ATELIERS DE
TRANSFORMATION DE PRODUITS
CARNÉS**

93

Conclusion



Introduction

LE BÂTIMENT AU CŒUR DES EXPLOITATIONS

Les bâtiments d'élevage structurent les activités des exploitations agricoles. Ils sont construits pour plusieurs années (20 à 40 ans), ce qui constitue un engagement ayant un impact sur le plan financier à long terme. Ils doivent contribuer à la résilience des activités d'élevage en assurant la performance des exploitations sur les plans économiques, sociaux et environnementaux.

Ils occupent une place capitale :

- **pour l'éleveur** : ils sont le lieu de nombreuses activités et leur conception a un impact considérable sur le travail (temps, pénibilité, sécurité, efficacité), et les résultats technico-économiques de l'exploitation.
- **pour les animaux** : ils contribuent à les protéger des intempéries hivernales et de plus en plus des conditions chaudes estivales. Ils ont un impact sur leurs santé et bien-être.
- **pour la société** au sens large : les bâtiments ont une empreinte sur le territoire, le paysage et l'environnement.

LE PROJET BÂTIMENT : UNE ÉTAPE CLÉ !

La réflexion concernant les projets de bâtiments est complexe et la réussite des projets passe par la prise en compte de nombreux paramètres.

La figure 1 illustre les différents enjeux à prendre en compte lors de la construction ou l'aménagement d'un bâtiment.

La prise en compte de l'ensemble de ces éléments nécessite un temps de réflexion important dans la genèse des projets et au final des arbitrages sur les solutions adoptées.

Il est important pour les porteurs de projet de se faire accompagner par des conseillers spécialisés en bâtiments d'élevage qui ont des connaissances sur les besoins des animaux, sur les systèmes d'élevage, les aspects constructifs et réglementaires.

Les démarches administratives (installations classées, permis de construire, dossiers éventuels de subventions) viennent ensuite finaliser cette réflexion.

LES ÉQUIPEMENTS COMPLÉMENTAIRES

Selon les choix effectués par l'éleveur, des équipements complémentaires viendront se greffer à l'ouvrage et seront parfois indispensables au bon fonctionnement du système (par exemple des racleurs automatiques en conduite raclé lisier) ou optionnels pour améliorer tel ou tel aspect (bien-être animal, confort de travail, réduction des émissions d'ammoniac, etc...).

FIGURE 1 : LES DIFFÉRENTS ENJEUX AUTOUR D'UN PROJET BÂTIMENT D'ÉLEVAGE (SOURCE : RMT BATICE)



UNE BONNE VENTILATION DES BÂTIMENTS, UNE NÉCESSITÉ POUR LA SANTÉ DES RUMINANTS MAIS PAS QUE...

Dans un bâtiment d'élevage, l'air se charge en vapeur d'eau, gaz, microorganismes et poussières. Pour maintenir une ambiance saine et préserver la santé des animaux, il est important d'éliminer ces éléments en renouvelant régulièrement l'air du bâtiment. Un air de qualité sera aussi bénéfique pour la santé de ceux qui y travaillent et pour la pérennité des installations et équipements d'élevage.

L'hiver, à l'exception des plus jeunes animaux, les ruminants craignent peu le froid puisque la rumination produit beaucoup de chaleur. Cependant, si l'air circule trop vite et que l'humidité est excessive, cela diminue fortement le pouvoir isolant du pelage et donc les températures perçues, avec des risques importants sur la santé des animaux.

L'été, les ruminants craignent également l'humidité et doivent s'adapter dès que les températures dépassent 21 à 25 °C. En période de fortes chaleurs, si l'air circule plus rapidement à l'intérieur des bâtiments, cela contribuera à diminuer la température perçue par les animaux, leur apportant ainsi un meilleur confort thermique.

La prise en compte de ces considérations est essentielle dans la conception des bâtiments. L'exposition au vent, la réflexion sur la structure du bâtiment et le choix des matériaux mis en œuvre sont déterminants pour la santé et le bien-être des animaux.

La ventilation naturelle est la priorité en élevage de ruminants puisqu'elle ne consomme pas d'énergie, mais parfois il est nécessaire d'avoir recours à la ventilation mécanique. Pour améliorer le renouvellement de l'air, il est possible d'utiliser l'extraction (extraction de l'air vicié), la surpression (entrée d'air frais extérieur dans le bâtiment). Pour aider les animaux à dissiper la chaleur, des ventilateurs apportant des vitesses d'air vers les animaux l'été peuvent également s'avérer utiles dans certains bâtiments.

Ainsi, durant l'hiver, le bâtiment vise à protéger les animaux des intempéries, à préserver les prairies et les parcours alors qu'en été, quand les animaux y ont accès, le bâtiment doit constituer une zone de confort en ressemblant de plus en plus à un parasol, avec des bardages plus modulables.

POUR EN SAVOIR PLUS

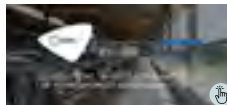
La ventilation des bâtiments d'élevage de ruminants

Institut de l'Élevage -
Juin 2020



Shelt-air : outil de dimensionnement des ouvertures ventilantes en ventilation naturelle

Site web - Mars 2021



Adapter les bâtiments d'élevage laitier aux conditions chaudes estivales

CNIEL - Décembre 2020





Les bâtiments pour bovins

L'ABREUVEMENT ET LA PLACE À L'AUGE

L'abreuvement

Une eau propre et en quantité suffisante doit être fournie aux animaux en permanence avec un accès facilité.

Un point d'eau pour 10 bovins (un abreuvoir = un point d'eau, un abreuvoir collectif = deux points d'eau), avec un débit minimal de 10 litres par minute est une recommandation usuelle (photo 1).

Pour les vaches laitières, l'abreuvement est le plus souvent collectif (photo 2) avec un besoin de 6 cm de longueur d'accès à l'eau l'hiver et 10 cm en période chaude, avec un débit de 15 à 20 litres par minute.

Les abreuvoirs doivent être répartis dans l'ensemble du bâtiment. Une vache laitière doit avoir un accès à un point d'eau dans un rayon de 20 m dans un espace dégagé. Les bacs polyéthylène coûtent moins cher, mais sont plus difficiles à nettoyer alors que les bacs inox sont faciles d'entretien,



Photo 1 : Exemple d'abreuvoir individuel pour une case à veaux (crédit photo : Idele).



Photo 2 : L'abreuvoir collectif des vaches laitières doit être très accessible (crédit photo : Idele).

résistent aux chocs mécaniques et se fixent plus facilement sur les murs. Quant aux bacs basculants ou à vidange, ils sont plus pratiques pour le nettoyage.

En complément du réseau, l'eau peut provenir d'un forage, ou de la récupération de l'eau de pluie nécessitant filtration, traitement et analyse régulière de sa qualité.

Enfin, l'eau du pré-refroidisseur de lait peut être utilisée pour abreuver les vaches laitières en complément de l'eau du réseau.

POUR EN SAVOIR PLUS

• **Abreuvement des bovins allaitants en bâtiment** Institut de l'Élevage - Décembre 2009

• **Abreuver des vaches laitières** GIE Élevages de Bretagne - 2018

• **L'abreuvement des vaches laitières en bâtiment** Chambres d'agriculture Nord-Pas-de-Calais et Institut de l'Élevage - 2008



L'accès à l'alimentation

Concernant la zone d'affouragement, son aménagement est essentiel pour favoriser la valorisation de l'alimentation distribuée. Dans le cas général, la largeur de la place à l'auge recommandée dépend de l'âge du bovin et se situe entre 40 et 75 cm par animal.

Une place à l'auge par animal est indispensable quand des fourrages riches sont distribués et rationnés afin de s'assurer que chacun ait sa part.

Dans certaines exploitations, la place à l'auge peut être réduite quand l'alimentation est à volonté toute la journée. La ration est alors soit distribuée à l'auge

soit en libre-service directement au silo (système de plus en plus rare) ou apportée sous forme de cubes découpés dans les silos à l'auge (système plus récent). Cet aspect concerne principalement certains ateliers de vaches laitières ou de bovins à l'engraissement qui ont besoin d'une alimentation fourragère riche en énergie tout au long de la journée.

Deux systèmes prédominants d'accès à l'auge existent :

- le cornadis autobloquant permet de répondre à une distribution plus individualisée avec une fonction ponctuelle de contention,
- la barre au garrot est un système plus simple et économique pour une ration distribuée à volonté.

Le revêtement de l'auge est la plupart du temps en béton lissé pour faciliter le nettoyage. Des revêtements de type résine époxy ou PVC existent et permettent d'avoir un sol plus facile à entretenir et une meilleure longévité.

POUR EN SAVOIR PLUS

• **Concevoir une table d'alimentation pour les bovins**

Chambre d'agriculture des Hauts-de-France et Institut de l'Élevage - 2008



LE LOGEMENT DES BOVINS

L'étable entravée

Le nombre de projets pour ce type de bâtiment est quasiment nul, hormis dans les régions de montagne ou de haute montagne où le foncier est un obstacle à la construction de stabulations de grandes dimensions.

En étable entravée (figure 2), l'aire de repos se confond avec l'aire d'affouragement (et avec la partie traite dans le cas d'étables entravées pour vaches laitières). Les animaux sont à l'attache durant l'hivernage et la période de traite.

Le point de vigilance sera la longueur des stalles de couchage : les dimensions de stalles (de 1,80 à 2,10 m) doivent être adaptées au gabarit des animaux pour leur permettre de se tenir debout, de faire les mouvements pour se lever et se coucher sans se blesser, sans éprouver de la douleur ou de la peur. Non seulement les stalles doivent être confortables pour les vaches, mais elles doivent aussi faciliter l'entretien et la traite pour les intervenants. Le positionnement de la barre d'attache avec la chaîne est également un élément important pour éviter les blessures.

Le couchage peut être géré en système fumier, avec un paillage suffisant, ou en système lisier. En lisier, un matelas est nécessaire (caractéristiques développées pour un couchage en logettes en page 20) sur lequel sera apporté chaque jour un produit asséchant (paille hachée, poudre de paille, anas de lin, sciure, etc...) afin de limiter les frottements contre une surface en textile et permettre un bon entretien de cette surface.

L'aire paillée intégrale

Dans ce système, l'aire de couchage se confond avec l'aire d'exercice. Deux aménagements sont fréquemment rencontrés pour faciliter l'accès à l'auge :

- soit l'accès à la table d'alimentation se fait depuis une stalle d'auge autonettoyante (de 1,20 m de largeur pour les veaux de moins de 3 mois jusqu'à 1,90 à 2,5 m pour les bovins adultes). Cette stalle n'est pas raclée et les urines et les bouses se mélangent à la litière (figure 3 et photo 3).
- soit l'accès à la table d'alimentation se fait directement depuis l'aire paillée sans stalle, ou avec une marche courte pour les pattes avant, de 60 cm de large environ (figure 4 et photo 4).

Ce type de logement est peu conseillé en vaches laitières comme logement principal en raison de la difficulté à maintenir des animaux propres et de la quantité de paille nécessaire (plus de 10 kg/vache par jour).

FIGURE 2 : VUE EN COUPE D'UNE ÉTABLE ENTRAVÉE

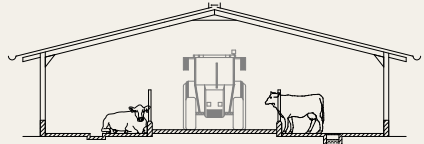


FIGURE 3 : VUE EN COUPE D'UNE AIRE PAILLÉE INTÉGRALE AVEC STALLE D'AUGE

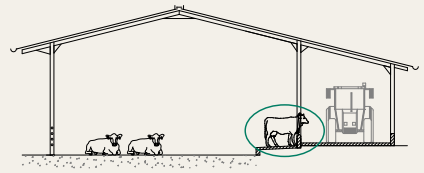


Photo 3 : Aire paillée intégrale avec stalle d'auge de 1,80 m (crédit photo : Idele).

FIGURE 4 : VUE EN COUPE D'UNE AIRE PAILLÉE INTÉGRALE AVEC MARCHÉ COURTE

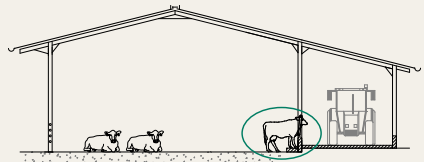


Photo 4 : Aire paillée intégrale avec marche d'auge courte (crédit photo : Idele).

La consommation élevée de paille induit des coûts de fonctionnement importants plus particulièrement dans les régions où celle-ci est rare. En revanche, ce type de logement peut être présent en appoint d'un bâtiment en logettes par exemple pour loger les vaches les plus fragiles ou les vaches tarées.

Pour les élèves, les vaches allaitantes et les jeunes bovins, l'aire paillée intégrale représente la majorité des stabulations puisqu'elle est économe en maçonnerie et en équipements, et ne nécessite pas d'ouvrages de stockage des effluents à partir du moment où le fumier est accumulé deux mois sous les animaux.

Pour garantir une bonne propreté des animaux et assurer le bien-être de ces derniers, les surfaces d'aire de vie par animal doivent être bien dimensionnées.

La consommation de paille est plus élevée comparativement à l'ensemble des autres configurations de logements de bovins. En cas de pénurie ou de coût élevé de la paille, des produits de substitution ou de complément peuvent être utilisés comme le miscanthus, la sciure, les copeaux de bois, etc...

En vaches laitières principalement, la majorité des logements différencie la partie aire de couchage de la partie zone de circulation appelée également aire d'exercice.

POUR EN SAVOIR PLUS

• **Aire paillée : une technique simple avec le bon mode d'emploi** Chambre d'agriculture des Hauts-de-France et Institut de l'Élevage - Janvier 2010



Le couchage associé à une aire d'exercice

1 - Les aires d'exercice

Les aires d'exercice doivent être suffisamment larges et confortables pour permettre la circulation fluide du troupeau et l'expression du comportement naturel des animaux (photo 5).

Elles doivent être dimensionnées en conséquence pour faciliter :

- l'accès à l'alimentation ;
- la circulation des animaux et l'accès au couchage ;
- l'interaction entre les animaux.

Dans certaines situations, nous pouvons aussi rencontrer des aires d'exercices complémentaires à l'extérieur (photo 6).



Photo 5 : Une vache à l'aise pour exprimer son comportement naturel (crédit photo : Idele).



Photo 6 : Une aire d'exercice extérieure en complément des aires de circulation intérieures (crédit photo : Idele).

Un bon entretien des sols est indispensable pour favoriser la propreté des animaux (notamment de leurs pieds) et éviter les glissades.

Les sols doivent permettre un déplacement confortable des bovins. Il existe différents types de traitements de ces sols afin de les rendre moins glissants :

- sur bétons frais: bouchardage (empreintes), grattage (balayage), désactivation (procédé consistant à faire apparaître les graviers en surface) ;
- sur bétons durcis: rainurage, scarification (enlèvement de la laitance en surface de béton), décapage thermique, désactivation, coulage d'asphalte ou pose d'un tapis en caoutchouc.

Deux grands types d'aires d'exercice existent et peuvent à l'occasion se combiner :

- les **aires d'exercices sur sols pleins** (photo 7), en béton rainuré le plus souvent mais également en sol béton recouverts de tapis (pour limiter la proportion de sols durs) ou en asphalte (quelques réalisations) ;
- les **aires d'exercices sur sols ajourés**, de type caillebotis béton (photo 8) éventuellement recouverts de tapis également ajourés.



Photo 7 : Sols pleins avec raclage automatique (crédit photo : Idele).

Les sols pleins sont adaptés pour le raclage des lisiers ou fumiers. Ils sont nettoyés mécaniquement soit au tracteur (en système fumier principalement), soit par des racleurs automatiques (fumier ou lisier), soit par des robots de nettoyage (lisier uniquement).

Les sols caillebotis ne sont adaptés uniquement que pour la gestion du lisier. Les urines sont directement évacuées vers la fosse sous le bâtiment et les bouses sont évacuées via le piétinement des animaux et souvent également par un raclage mécanique (racleur léger à câble ou corde ou robot racleur).

Chaque système possède ses avantages et inconvénients et le choix reste un compromis à adapter à l'exploitation concernée. Les sols pleins raclés permettent un investissement souvent moins coûteux (dépendant aussi du choix du type de fosse) et réduisent les dégagements d'ammoniac dans le bâtiment lorsque le raclage est fréquent. Les sols caillebotis évitent ou limitent les raclages quotidiens, réduisent l'humidité, l'emprise au sol et les frais de mécanisation.

Différents systèmes d'entretien des sols existent, du raclage tracteur, en passant par le raclage automatique et le robot collecteur à lisier.



Photo 8 : Sols caillebotis permettant de drainer les urines et nettoyés par un robot racleur (crédit photo : Idele).

Concernant les racleurs mécanisés, trois formes existent :

- forme en « V » permettant de pousser des charges lourdes (type fumier) ;
- forme droite en système lisier (déconseillée en système fumier) (photo 9) ;
- forme en « U », intermédiaire entre les deux premiers.



Photo 9 : Racleur droit pour le raclage de lisier (crédit photo : Idele).

L'entraînement de ces racleurs peut être :

- hydraulique : adapté pour des charges lourdes mais limité en temps de déplacements donc en longueur de bâtiment. La puissance du racleur impose la présence de l'éleveur lors du raclage en présence d'animaux.
- électrique, à l'aide d'une chaîne, d'un câble ou d'une corde : conseillé plutôt en système lisier.

Pour les systèmes fumier, l'égouttage sur grille ou sur caillebotis avant le stockage facilite le stockage en tas du fumier (photo 10).

Comme solutions alternatives aux racleurs, des robots sont disponibles sur le marché :

- des robots racleurs principalement pour des sols caillebotis ;
- des robots collecteurs à lisier. Ils ont pour fonction de ramasser le lisier puis de le vidanger dans une fosse ou une pré-fosse. L'absence de vague de lisier devant le racleur, qui évite de salir les pattes des animaux, est un atout pour cet équipement de même que le nettoyage facilité de l'ensemble des couloirs et passages transversaux en plain-pied limitant ainsi les contraintes de maçonnerie (photo 11).



Photo 10 : Grille d'égouttage du fumier pour faciliter son stockage (crédit photo : Idele).



Photo 11 : Le robot collecteur de lisier, une innovation récente (crédit photo : Idele).

L'hydrocurage (ou flushing) est une autre solution, moins répandue, pour le nettoyage des sols pleins. Ce procédé consiste à entraîner les déjections à l'aide d'une lame d'eau recyclée lâchée en amont des aires d'exercice obligatoirement en pente. Le produit récupéré subit ensuite une séparation de phase naturelle ou mécanique, avec un recyclage d'une partie de la phase liquide pour alimenter la chasse d'eau.

POUR EN SAVOIR PLUS

- **Le transfert des déjections**
Chambres d'agriculture de Bretagne et GIE Lait Viande de Bretagne - 2011



DES SOLS CONTRIBUANT À RÉDUIRE LES ÉMISSIONS D'AMMONIAC

Des solutions aujourd'hui émergent pour réduire les émissions d'ammoniac au sein des bâtiments pour les systèmes en gestion de lisier principalement. Une augmentation significative du nombre de passages des racleurs est favorable à la réduction des émissions. Une des autres voies envisagées est de séparer le plus vite possible les urines des bouses et/ou de limiter les interactions entre l'air et les déjections. Dans le bâtiment, l'objectif est de limiter le mélange des bouses et des urines pour **éviter le contact air/déjections et réduire ainsi les émissions d'ammoniac.**

Au niveau des sols, différentes options sont aujourd'hui possibles mais avec des surcoûts importants comparativement aux sols pleins ou caillebotis classiques, rendant ainsi leur vulgarisation plus difficile :

- **Les caillebotis équipés de clapets** sous leur face inférieure
L'objectif est que le lisier s'accumule dans les fentes du caillebotis et s'écoule en exerçant une pression sur le clapet lorsque la fente est pleine. Ce dispositif réduit ainsi les surfaces de contact entre les déjections stockées en fosse et l'air ambiant.
- **Les plaques béton préfabriquées pleines rainurées ou les tapis rainurés**
Les rainures permettent de drainer les urines et de les séparer des bouses. Un racleur équipé d'ergots permet le nettoyage des rainures et le drainage des urines (photo 12).
- **Le canal central collectant les urines**
Il s'agit d'un procédé permettant, par la réalisation de pentes et la pose d'un canal central, de séparer les urines des bouses. Un racleur spécifique équipé d'une buse vient nettoyer le canal. Cette technique n'est concevable qu'en bâtiment neuf et techniquement difficile à mettre en œuvre. D'autres innovations visent aujourd'hui à collecter encore plus rapidement et distinctement les urines, mais elles ne sont pas encore répandues sur le marché.



Photo 12 : Plaques bétonnées drainant les urines (crédit photo : Idele).

POUR EN SAVOIR PLUS

Impact des sols de circulation sur la santé des pieds des vaches : comment l'évaluer, le diagnostiquer et l'améliorer ?

Institut de l'Élevage - Décembre 2017



La propreté des sols des bâtiments pour vaches laitières : préconisation d'entretien et perspectives d'amélioration

Institut de l'Élevage - Octobre 2017



Les sols mixtes dans les bâtiments pour vaches laitières, la combinaison des avantages

Institut de l'Élevage - Octobre 2017



2 - Les aires de couchage associées à une aire d'exercice

Les aires de couchage associées à une aire d'exercice sont de deux types : aire paillée (photo 13) ou logettes (photo 14). Au moment de la phase de conception d'une stabulation, le choix du type de couchage est un élément essentiel qui a un impact fort sur le confort et la santé des animaux, la conduite du troupeau, la pénibilité et la charge de travail, l'organisation des circuits et la gestion des déjections.



Photo 13 : Logement en aire paillée associé à une aire d'exercice sur caillebotis (crédit photo : Idele).

Les aires de couchage doivent être bien dimensionnées et de surface suffisante pour favoriser la tranquillité, le repos et l'expression du comportement naturel des animaux.



Photo 14 : Couchage en logettes avec une aire d'exercice en sols pleins (crédit photo : Idele).

TABLEAU 1 :
COMPARATIF ENTRE UN LOGEMENT EN AIRE PAILLÉE ET UN LOGEMENT EN LOGETTES

	Avantages	Inconvénients
Aire paillée	<ul style="list-style-type: none"> • Couchage sans contraintes • Bâtiment plus simple et plus évolutif • Investissement moins onéreux • Gestion plus simple des effluents 	<ul style="list-style-type: none"> • Consommation de paille importante • Besoin de mécanisation important lié à la gestion du paillage et des fumiers • Coût de fonctionnement élevé • Davantage de poussière et d'humidité dans le bâtiment • Du temps à dégager pour le curage des aires paillées • Risques plus élevés de mammites d'environnement
Logettes	<ul style="list-style-type: none"> • Propreté des animaux • Animaux plus calmes • Accès au bloc traite facilité • Meilleure maîtrise des mammites d'environnement si les logettes sont correctement entretenues • Travail régulier • Travail moindre en conduite lisier grâce à une moindre utilisation de litière et une automatisation du raclage 	<ul style="list-style-type: none"> • En logettes en conduite « fumier » : travail important et difficulté de gestion des fumiers « mous » • Investissement plus important • Adaptation parfois délicate des vaches et des génisses à la mise en route • Davantage de boiteries et de blessures si le confort n'est pas suffisant • Davantage d'équipements (tubulaires, matelas, racleurs...) qui vieillissent dans le temps • Exigences liées à la gestion des lisiers (mixage, stockage)

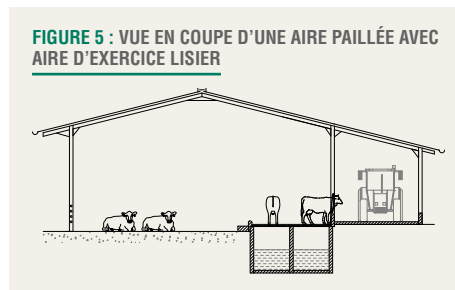
• LE LOGEMENT EN AIRE PAILLÉE AVEC AIRE D'EXERCICE

Dans ce type de logement, le fond de l'aire paillée est réalisé le plus souvent en terre battue ou en craie broyée. Le dallage sous l'aire paillée est uniquement indispensable quand le sous-sol est humide (dans ce cas, un drainage sous la dalle est conseillé).

L'aire paillée est disposée de deux manières :

- soit **en contrebas** de 30 à 50 cm par rapport à l'aire d'exercice. Dans ce cas, les déjections raclées seront du lisier sauf si l'on paille le couloir derrière l'auge (figure 5).
- soit **au même niveau** que l'aire d'exercice pour produire du fumier sur la partie raclée (figure 6).

Une variante est l'aire paillée bétonnée en pente également appelée **pente paillée** (avec environ 6 à 8 % de pente). Ce type de logement évite une accumulation de fumier qui descend sous le poids des animaux. Le fumier est ensuite raclé en dehors du bâtiment puis stocké sur une fumière. Ce système de logement nécessite du poids au mètre carré afin que le fumier descende et sera donc plus adapté à des animaux lourds comme les taurillons. Il est peu conseillé pour les jeunes animaux, ainsi que pour les vaches laitières pour des raisons de difficulté de maîtrise de la propreté.



La présence d'une aire de circulation distincte de la zone de couchage permet d'accroître la propreté des animaux et de réduire les consommations en paille comparativement à une aire paillée intégrale (tableau 2).

TABLEAU 2 :
CONSOMMATIONS DE PAILLE INDICATIVES PAR CATÉGORIE DE BOVINS ET PAR TYPE DE LOGEMENT
(EN KG/ANIMAL/JOUR)

	Vaches laitières	Vaches allaitantes	Jeunes bovins	Veaux
Étable entravée en conduite fumier	2 à 3	2 à 4	2,0	1,0
Étable entravée en conduite lisier	0,3 à 0,5	0,3	0,2	0,1
Aire paillée intégrale	10 à 12	7 à 8	5,0	2,0
Pente paillée	5 à 6	5	4	1,0
Aire paillée avec aire d'exercice raclée en fumier	8 à 10	6 à 8	4 à 5	1,2
Aire paillée avec aire d'exercice gérée en lisier (raclé ou caillebotis)	7 à 9	6 à 8	3 à 5	1,0
Logettes paillées raclées en fumier	3 à 5	3 à 4	2,0	1,0
Logettes gérées en lisier (raclé ou caillebotis)	0,3 à 0,5	0,3	0,2	0,1

Le paillage des zones de couchage est soit manuel, soit réalisé à l'aide de pailleuses à turbine ou « éparpilleuses » derrière tracteur ou sur télécopique. L'automatisation ou la robotisation de cette tâche se développe depuis peu.

Des variantes sont possibles en substitution de la paille. Sciure, copeaux de bois, bois déchiqueté, écorces, compost issu du fumier de l'exploitation, miscanthus broyé, etc... sont autant de produits envisagés pour remplacer la paille pas toujours disponible ou trop coûteuse.

Ces matériaux sont soit compactés (litière en anaérobiose), soit ils nécessitent un malaxage quotidien voire biquotidien avec un outil de type vibroculteur, herse rotative ou cultivateur, mais nécessite un curage moins fréquent selon la zone climatique. Néanmoins, dans la plupart des cas, la surface de couchage par animal doit être supérieure à un système « classique » sur paille (de 8 à 25 m²) et les bâtiments doivent être extrêmement ouverts pour évacuer l'humidité voire ventilés mécaniquement en toute saison (photo 15).

• LE LOGEMENT EN LOGETTES

Les logettes sont des séparations permettant un couchage libre mais individuel de chaque animal. Leur aménagement doit assurer un couchage confortable pour le bovin, sans entraver sa liberté de lever et de coucher (photo 16).

Les bâtiments équipés de logettes peuvent être gérés en système fumier, en système lisier ou en gestion mixte avec par exemple du fumier produit au niveau de logettes paillées et du lisier derrière l'auge. La différence de quantité de paille détermine le type de déjections produit : en vaches laitières par exemple, à moins de 1 kg de paille hachée par vache et par jour, il sera produit du lisier alors qu'à plus de 3 kg de paille entière par vache et par jour, il sera produit du fumier mou à compact voire compact selon le type d'alimentation (plus ou moins humide).

Les sols de logettes sont le plus souvent réalisés en béton. Le béton a l'avantage d'être facile à mettre en œuvre et à entretenir.



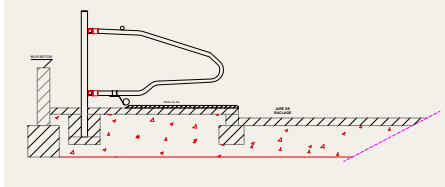
Photo 15 : Le couchage sur litière malaxée, une alternative à la paille (crédit photo : Idele).



Photo 16 : Des logettes fortement paillées pour assurer le confort de couchage (crédit photo : Idele).

Pour offrir un minimum de confort, il doit être recouvert avec suffisamment de paille en gestion sous forme de fumier, d'un tapis ou d'un matelas en conduite lisier (figure 7). Les tapis sont constitués d'un seul et même matériau. Les matelas sont constitués d'une enveloppe en tissu ou caoutchouc protégeant un ou plusieurs matériaux de confort (latex, billes de caoutchouc, mousse de polyéthylène). Ils sont en général plus épais et plus souples que des tapis et donc plus confortables. Ils viennent accroître le confort en logettes paillées et sont très fréquents en conduite lisier. Les tapis et les matelas doivent être recouverts par un matériau absorbant

FIGURE 7 : LOGETTES AVEC SOL BÉTON ET MATELAS

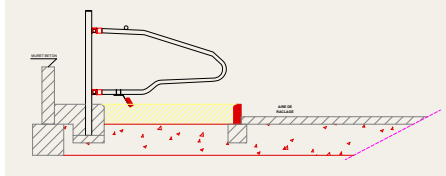


(sciure, copeaux, poudre de paille, anas de lin, paille broyée, etc...) pour limiter les frottements et irritations.

En lieu et place du béton, d'autres types de sols de logettes existent notamment le bois, le bitume ou l'asphalte mais de façon assez rare.

En revanche, une autre conception, la logette creuse (figure 8), est également présente dans les projets. L'objectif du couchage en logette creuse est de faire reposer l'animal sur un matelas naturel épais (20 à 30 cm) et souple. Les matériaux utilisés sont alors soit un mélange à base de paille broyée et de chaux, soit du sable, de la sciure, des copeaux, du compost ou des produits solides issus de la séparation de phase du lisier qui permet par pressage ou tamisage de récupérer la phase solide. La logette creuse offre plus de confort, avec moins de glissance et d'abrasivité. Toutefois, le mode d'emploi est plus exigeant pour assurer un fonctionnement satisfaisant.

FIGURE 8 : LA LOGETTE CREUSE, UNE VARIANTE DE LA LOGETTE EN BÉTON



Le nombre de logettes est défini en fonction de l'effectif maximum présent, avec un minimum d'une logette par bovin. Différentes organisations sont possibles pour l'implantation des logettes : logettes dos à dos (figure 9) ou face à face (figure 10), le plus souvent deux à trois rangées (figure 11) mais des configurations en quatre ou six rangées de logettes sont également fréquentes dans certains bâtiments pour vaches laitières à effectifs importants.

L'agencement des logettes dépendra de différents facteurs : la taille du troupeau et des lots, la disposition du terrain, le choix du type de déjection, le positionnement du bloc traite, les évolutions possibles, etc...

FIGURE 9 : VUE EN COUPE DE DEUX RANGÉES DE LOGETTES DOS À DOS

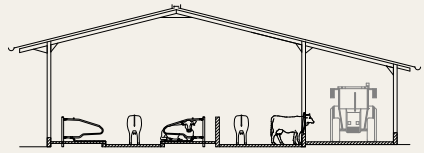


FIGURE 10 : VUE EN COUPE DE DEUX RANGÉES DE LOGETTES FACE À FACE

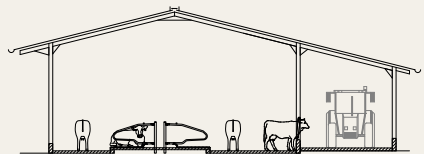
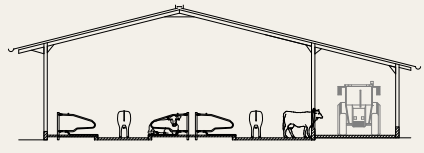


FIGURE 11 : VUE EN COUPE DE TROIS RANGÉES DE LOGETTES



POUR EN SAVOIR PLUS

- Des vaches allaitantes en logettes, c'est possible ! Institut de l'Élevage - Avril 2021
- Concevoir et installer des logettes
Chambres d'agriculture de Bretagne - Avril 2012



Les annexes au bâtiment principal

1 - L'aire paillée complémentaire

En annexe à un logement en logettes pour vaches laitières, il est fortement conseillé d'aménager une aire paillée complémentaire pour permettre aux animaux les plus fragiles de se refaire une santé. Le nombre de places souhaitable est de 10 à 15 % de l'effectif du troupeau.

2 - Les box d'isolement

Les box/cases d'isolement (photo 17) doivent être conçus pour permettre la contention individuelle, les vêlages, les inséminations, la quarantaine et l'infirmerie. Ils sont équipés d'un abreuvoir et idéalement d'un cornadis anti-pendaison et d'une barrière de contention avec l'option césarienne/tétée.

2 - La contention collective

La contention collective (figure 12) sera surtout nécessaire en élevages allaitants

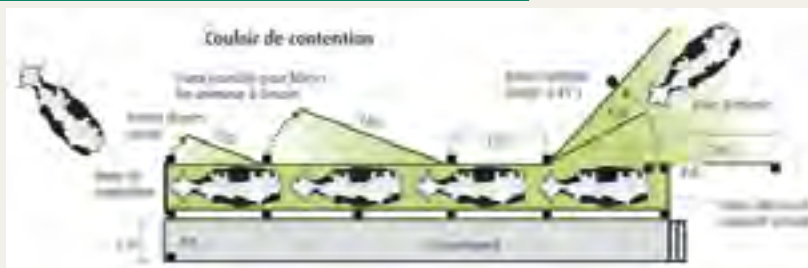
et en engraissement de jeunes bovins. Elle contribue fortement à l'augmentation de la sécurité et à l'amélioration des conditions de travail.

Toute installation de contention fixe ou mobile doit nécessairement s'organiser avec un parc d'attente, un couloir de contention et une cage de contention. L'embarquement peut également être géré à partir de ce couloir.



Photo 17 : Des box d'isolement bien conçus (crédit photo : Chambre d'Agriculture de l'Aisne).

FIGURE 12 : VUE EN PLAN D'UN PARC DE CONTENTION COLLECTIVE
SOURCE : LA CONTENTION DES BOVINS – GIE LAIT-VIANDE RHÔNE-ALPES



POUR EN SAVOIR PLUS

Installation de contention et d'embarquement des bovins

GIE Élevages de Bretagne et
Institut de l'Élevage -
Septembre 2014



Comment construire une installation de contention des bovins ?

MSA - 2008



Bâtiment et collecte des gros bovins

GIE Lait Viande de
Bretagne -
Décembre 2010



Le logement des veaux

Le logement des veaux est différent suivant les élevages.

En élevage allaitant, le veau est élevé avec sa mère jusqu'au sevrage (8-9 mois en général).

En troupeau laitier, certaines initiatives visent à élever les premières semaines le veau avec sa mère ou avec une vache nourrice. Dans ce cas, le logement s'assimile à celui des vaches allaitantes, avec des parcs pour isoler les veaux sur une partie de la journée et en les libérant uniquement pour la tétée.

Mais plus généralement en atelier laitier, pour des considérations sanitaires, le veau est isolé rapidement de sa mère. Le logement individuel est alors privilégié lors des premières semaines de vie (deux à trois semaines). Dans tous les cas, l'élevage en groupes est obligatoire après 8 semaines. Des réflexions portent aujourd'hui sur le logement dès la naissance par groupes de deux pour développer plus rapidement les interactions sociales.

Ce logement individuel ou par deux est conseillé dans des bâtiments dédiés (« pouponnières », photo 18), ou dans des niches positionnées à l'extérieur (photo 19).

Le logement à l'extérieur limite la transmission des pathogènes facilitée au sein d'un bâtiment avec toutefois des conditions de travail moins confortables pour l'éleveur.

Une fois passé l'âge de deux à trois semaines, les veaux sont plus résistants et sont généralement élevés en groupes. Le logement se fait alors soit en cases extérieures (« igloo ») avec une courette extérieure ou abritée (photo 20), soit dans un bâtiment dédié en cases collectives paillées (photo 21).



Photo 18 : Bâtiment dédié pour le logement individuel des veaux (pouponnière) (crédit photo : Idele).



Photo 19 : Niches individuelles extérieures (crédit photo : Idele)



Photo 20 : Cases collectives (igloos extérieurs) avec une courette abritée (crédit photo : Idele)



Photo 21 : Nurserie spécifique en cases collectives paillées (crédit photo : Idele)

Le logement collectif des veaux est quasi exclusivement de l'aire paillée, avec éventuellement une stalle de blocage derrière l'auge (figure 13). Les lots sont de petite taille pour être homogènes. Des couloirs de service à l'arrière et sur les pignons permettent d'éloigner les jeunes animaux des parois froides.

Les recommandations dimensionnelles conseillées sont indiquées dans les tableaux 3 et 4.

FIGURE 13 : LOGEMENT DES VEAUX DE 2/3 SEMAINES À 6 MOIS EN BOX COLLECTIFS PAILLÉS

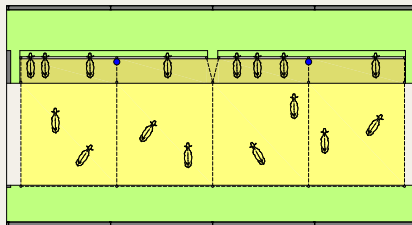


TABLEAU 3 : RECOMMANDATIONS DIMENSIONNELLES POUR LES VEAUX EN CASES INDIVIDUELLES

Largeur (m)	Longueur (m)	Hauteur (m)
1,00 à 1,20	1,60 à 1,80	1,20

Source : Chambres d'agriculture de la Charente-Maritime et des Deux-Sèvres et Idéle.

TABLEAU 4 : RECOMMANDATIONS DIMENSIONNELLES POUR LES VEAUX EN AIRES PAILLÉES

Âge des veaux	Aire paillée (m ²)	Aire paillée avec quai		Longueur d'auge (m)
		Surface paillée (m ²)	Longueur du quai (m)	
0 à 15 jours	1,60	1,50	1,00	0,40
15 jours à 3 mois	2,00	1,50 à 2,00	1,20	0,40
Après sevrage : 3 à 6 mois	2,00 à 3,00	2,00 à 2,50	1,20 à 1,50	0,40 à 0,50

Le logement des veaux de boucherie

La production de veaux de boucherie s'effectue essentiellement à partir des veaux mâles des exploitations laitières soit de race pure (65 %) soit croisés (35 %). Les bâtiments sont majoritairement sur caillebotis (plus de 90 %). Les veaux sont élevés en groupe de 5, 7 ou 8. La tendance actuelle est 7 ou 8 veaux par parc. La surface par animal est de 1,8 m² sur caillebotis. Un aménagement particulier appelé « babybox » permet de maintenir les veaux séparés durant le premier mois de présence. Les bâtiments en parcs paillés sont conçus avec des surfaces plus grandes. Les fourchettes de prix sont similaires puisque généralement les frais

moindres de maçonnerie sont compensés par des coûts de bâtiment plus importants. La quasi-totalité des bâtiments sont isolés et ventilés mécaniquement.

85 % des bâtiments sont en dur et 15 % sont de type tunnels isolés.

L'apport de lait et d'aliments solides est réalisé alternativement, soit dans une auge réversible ou dite « 2 en 1 », soit dans deux auges placées à l'opposé du parc. Cet apport de lait à l'auge représente les deux tiers des places en France alors que l'apport au seau compte pour 1/5 des places et le DAL (Distributeur Automatique de Lait) seulement pour 1/8.

POUR EN SAVOIR PLUS

Bâtiment veaux de boucherie
 Institut de l'Élevage -
 Juillet 2015



Les chiffres clés de la filière veau de boucherie en Bretagne
 Chambres
 d'agriculture de
 Bretagne - 2019



Projets collaboratifs autour des bâtiments de demain
Veau de boucherie
 Institut de l'Élevage -
 Décembre 2019



Repères techniques et économiques en élevage de veau de boucherie
 Institut de l'Élevage -
 Août 2019



1 - Les différents types de bâtiments

La taille de l'atelier moyen en France est de 350 places de veaux avec deux lots produits par an. L'atelier est soit dans un même bâtiment, soit dans plusieurs bâtiments.

Trois types de bâtiments ont été retenus :

- Un **bâtiment en « dur » sur caillebotis** de 320 places réparties en 40 parcs de 8 veaux avec une pré-fosse sous caillebotis de 80 cm de profondeur (figures 14 et 17) ;
- Un **bâtiment type tunnels isolés sur caillebotis** de 336 places réparties dans trois tunnels juxtaposés de 16 parcs de 7 veaux chacun. Chaque tunnel dispose d'une pré-fosse sous caillebotis de 35 cm de profondeur (figures 15 et 18).
- Un **bâtiment en "dur" sur paille** de 280 places (figures 16 et 19).

FIGURE 14 : VUE EN PLAN D'UN BÂTIMENT EN « DUR » DE VEAUX DE BOUCHERIE EN CAILLEBOTIS



FIGURE 15 : VUE EN PLAN D'UN BÂTIMENT TYPE TUNNELS DE VEAUX DE BOUCHERIE EN CAILLEBOTIS

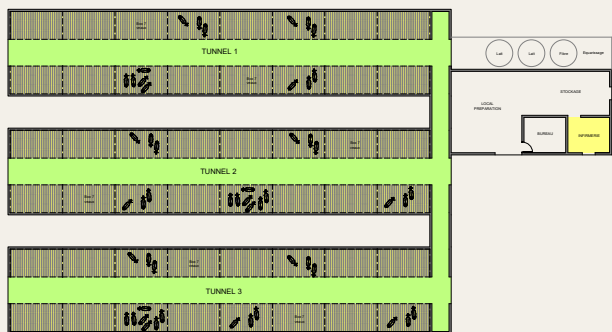
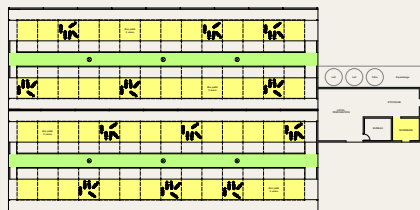


FIGURE 16 : VUE EN PLAN D'UN BÂTIMENT EN « DUR » DE VEAUX DE BOUCHERIE EN AIRE PAILLÉE



3 - Les locaux annexes

Pour assurer le fonctionnement de l'atelier veaux de boucherie, des locaux annexes sont nécessaires. En premier lieu, un bloc technique comprenant la salle de préparation du lait (40 m²), une zone de stockage des aliments fibreux (30 m²) et un local bureau/vestiaire/pharmacie (20 m²). Il faut de plus, une zone infirmerie pour isoler les animaux malades (5 % de l'effectif soit 30 m² pour un atelier de 300 places).

Enfin une zone d'équarrissage avec dalle béton est nécessaire. Une cloche à cadavres ou un grillage de protection assure la protection vis-à-vis des nuisibles.

4 - Les équipements complémentaires

La distribution du lait se fait le plus souvent manuellement à l'aide d'une canne équipée d'un compteur volumétrique. Des solutions de gestion des quantités via WIFI existent aussi. Enfin, cette distribution peut être automatisée avec un appareil qui assure le transfert vers les auges en respectant les quantités programmées. Cela peut aussi être réalisé par un chariot automoteur.

Pour l'aliment fibreux, des solutions d'automatisation sont disponibles et comprennent une mélangeuse fixe à partir de laquelle le produit est convoyé soit par l'intermédiaire de chaînes (vis ou pastilles), soit par un chariot distributeur. Il existe aussi des chariots qui assurent à la fois le mélange et la distribution.

FIGURE 17 : VUE EN COUPE D'UN BÂTIMENT EN « DUR » DE VEAUX DE BOUCHERIE SUR CAILLEBOTIS

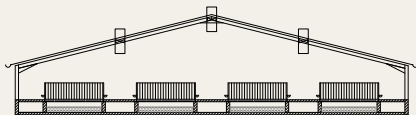


FIGURE 18 : VUE EN COUPE D'UN BÂTIMENT TYPE TUNNELS DE VEAUX DE BOUCHERIE

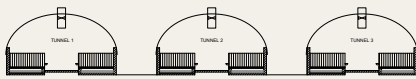
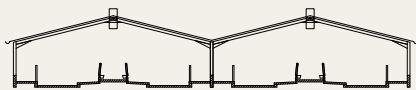


FIGURE 19 : VUE EN COUPE D'UN BÂTIMENT VEAUX DE BOUCHERIE EN AIRE PAILLÉE



Le logement des génisses et jeunes bovins

La majorité des bâtiments de génisses et jeunes bovins sont en aire paillée intégrale compte tenu de la simplicité de construction (photo 22). Toutefois, dans une optique de réduction de la consommation de paille ou pour faciliter l'adaptation des génisses à leur futur logement quand elles seront adultes, des configurations en logettes sont également rencontrées.

Les recommandations dimensionnelles conseillées sont indiquées dans les tableaux 5, 6 et 7.



Photo 22 : Les bâtiments en aire paillée intégrale sont majoritaires pour les génisses et jeunes bovins (crédit photo : Idele)

TABLEAU 5 :
RECOMMANDATIONS DIMENSIONNELLES POUR LES GÉNISSES EN AIRE PAILLÉE

Âge en mois	Stabulation litière accumulée avec ou sans quai		Stabulation litière accumulée avec aire d'exercice		Linéaire d'auge
	Aire paillée (m ²)	Longueur du quai (m)	Aire de couchage (m ²)	Aire d'exercice (m ²)	Avec cornadis (m)
6 à 12	3,5 à 4	de 1,40 jusqu'à 2,00	2,5 à 3	de 1,50 à 3,00	0,50
12 à 18	4 à 5		3 à 3,5		0,60
18 à 24	5 à 7		3,5 à 4		0,66
24 et plus	7 à 8		4 à 5		0,66 à 0,71

Source : Chambres d'agriculture de la Charente-Maritime, des Deux-Sèvres et Idéle.

TABLEAU 6 :
RECOMMANDATIONS DIMENSIONNELLES POUR LES GÉNISSES EN STABULATION À LOGETTES

Âge en mois	Largeur de la logette (m)	Longueur de la logette face à un mur (m)	Aire d'exercice (m ²)
6 à 12	0,80	2,10 à 2,20	2,00
12 à 18	0,90	2,20 à 2,30	2,50
18 à 24	1,05 à 1,15	2,30 à 2,50	3,00
24 et plus	1,20	2,60 à 3,00	3,50

Source : Chambres d'agriculture de la Charente-Maritime, des Deux-Sèvres et Idéle.

TABLEAU 7 :
RECOMMANDATIONS DIMENSIONNELLES POUR LES JEUNES BOVINS À L'ENGRAISSEMENT

Âge en mois	Litière accumulée 100 %		Pente paillée		Place à l'auge avec barre au garrot (m)
	Aire paillée (m ²)	Longueur du quai (m)	Aire de couchage (m ²)	Aire d'exercice (m ²)	
6 à 12	3,50 à 4,00	1,80	2,50 à 3,00	1,50	0,50
12 à 18	4,00 à 5,00	1,80	3,00 à 4,00	2,00	0,60

1 - Les différents types de bâtiments possibles

4 types de bâtiments ont été retenus dans l'étude pour cette catégorie d'animaux :

- aire paillée intégrale pour des génisses ou jeunes bovins de plus de 6 mois (figure 20),
- aire paillée avec aire d'exercice raclée (figure 21),
- logettes deux rangées face à face raclées (figure 22),
- logettes deux rangées dos à dos raclées (figure 23).

FIGURE 20 : VUE EN PLAN AIRE PAILLÉE INTÉGRALE

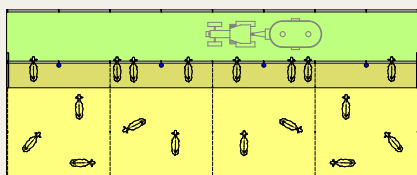
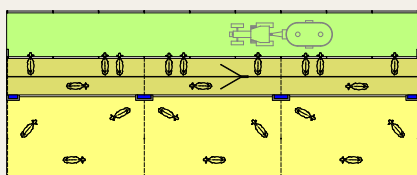


FIGURE 21 : VUE EN PLAN AIRE PAILLÉE RACLÉE



Le logement des vaches allaitantes

La particularité en élevage allaitant est que le veau est élevé dans le même bâtiment que sa mère avec toutefois des possibilités d'isolement (photo 23).

Les élevages allaitants se sont massivement équipés de bâtiments en aires paillées intégrales ou en aires paillées avec accès à une aire d'exercice. Dans un contexte d'adaptation de leurs installations aux exigences environnementales couplée à la nécessité de modernisation, les éleveurs de vaches allaitantes ont privilégié à l'époque des bâtiments simples, les plus économes à l'investissement en visant principalement à ne gérer que des déjections solides.

FIGURE 22 : VUE EN PLAN DE LOGETTES FACE À FACE

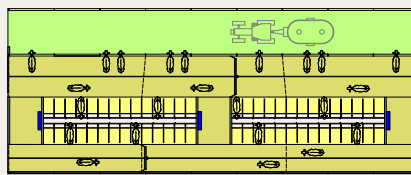
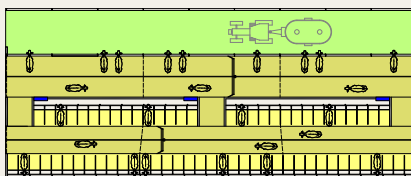


FIGURE 23 : VUE EN PLAN DE LOGETTES DOS À DOS



POUR EN SAVOIR PLUS

• Concevoir un bâtiment d'engraissement taurrillons

Chambre d'agriculture des Hauts-de-France et Institut de l'Élevage - 2011



Aujourd'hui, dans les systèmes fortement herbagers, avec le renchérissement des coûts de fonctionnement des bâtiments, le logement en logettes s'étudie de plus en plus.

La réflexion sur le type de couchage doit s'accompagner d'une réflexion autour des équipements permettant l'isolement des animaux autour du vêlage et de la reproduction notamment. Les fonctionnalités du bâtiment doivent ainsi permettre de manipuler facilement les animaux en toute sécurité.

La surface affectée aux veaux dépendra du système d'élevage et de la période de vêlage. Si les veaux naissent à l'automne ou en fin d'hiver avant la sortie au pâturage, les besoins en surface seront différents et le dimensionnement du bâtiment devra en tenir compte.

Selon les configurations, les box à veaux sont soit placés entre les lots de vaches, soit sur l'arrière (figures 25 et 26).

Les recommandations dimensionnelles conseillées sont indiquées dans le tableau 8.



Photo 23 : Isolement des veaux (crédit photo : Ideler)

TABLEAU 8 :
RECOMMANDATIONS DIMENSIONNELLES POUR LES VACHES ALLAITANTES

Stabulation litière accumulée 100 %		Stabulation litière accumulée avec exercice	
Aire paillée (m ²)	Longueur du quai (m)	Aire de couchage (m ²)	Aire d'exercice (m ²)
9 à 10	1,80 à 2,00	5 à 6	3

Stabulation à logettes			Auge	Case à veaux
Largeur de la logette (m)	Longueur de la logette face au mur (m)	Longueur en face-à-face (m)	Avec cornadis (m)	Aire paillée (m ²)
1,20 à 1,25	2,75 à 3,00	5,00 à 5,50	0,75	1,5 à 3*

* Voir plus suivant la période de vêlage

Source : Chambres d'agriculture de la Charente-Maritime, des Deux-Sèvres et Ideler.

1 - Les différents types de bâtiments possibles

Trois organisations ont été retenues dans l'étude :

- 1 type de bâtiment en **étable entravée**, seulement rencontré en zone de montagne avec des contraintes foncières importantes (figure 24)
- 1 type de bâtiments en **aire paillée intégrale avec box intercalé** (figure 25)
- 5 types de bâtiments **avec box à l'arrière** :
 - aire paillée intégrale (figure 26) ;
 - aire paillée avec aire d'exercice raclée (figure 27) ;
 - aire paillée avec aire d'exercice caillebotis (figure 28) ;
 - logettes raclées deux rangées (figure 29)
 - logettes caillebotis deux rangées (figure 30).

FIGURE 24 : VUE EN PLAN D'UNE ÉTABLE ENTRAVÉE POUR VACHES ALLAITANTES

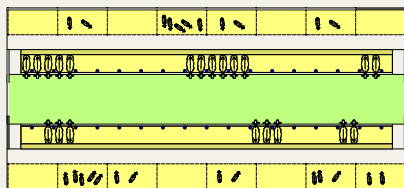


FIGURE 25 : VUE EN PLAN D'UNE AIRE PAILLÉE POUR VACHES ALLAITANTES AVEC BOX À VEUX ARRIÈRE

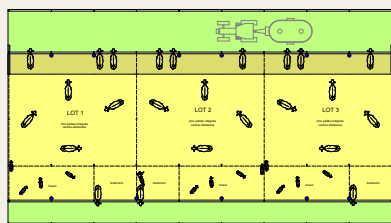


FIGURE 26 : VUE EN PLAN D'UNE AIRE PAILLÉE POUR VACHES ALLAITANTES AVEC BOX À VEUX INTERCALÉS

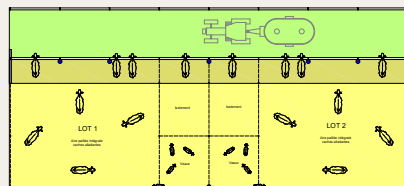


FIGURE 27 : VUE EN PLAN D'UNE AIRE PAILLÉE RACLÉE VACHES ALLAITANTES AVEC BOX À VEUX À L'ARRIÈRE

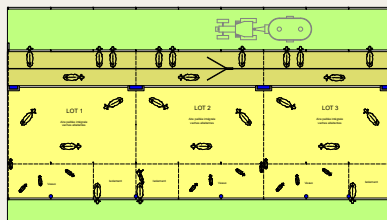


FIGURE 28 : VUE EN PLAN D'UNE AIRE PAILLÉE CAILLEBOTIS VACHES ALLAITANTES AVEC BOX À VEUX À L'ARRIÈRE

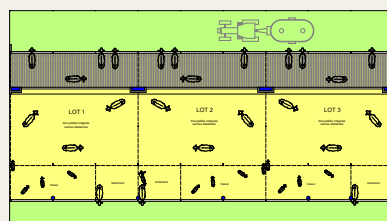


FIGURE 29 : VUE EN PLAN DE LOGETTES FACE À FACE RACLÉES POUR VACHES ALLAITANTES AVEC BOX À VEUX À L'ARRIÈRE

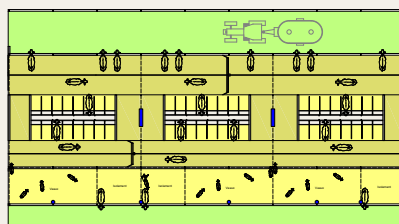
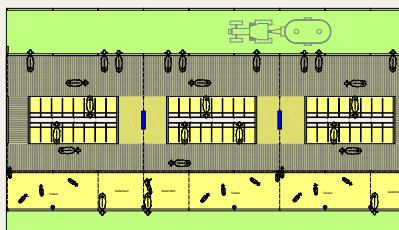
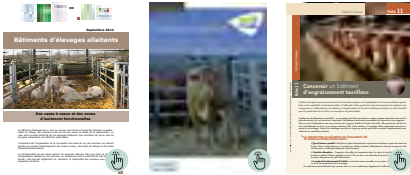


FIGURE 30 : VUE EN PLAN DE LOGETTES FACE À FACE CAILLEBOTIS POUR VACHES ALLAITANTES AVEC BOX À VEUX À L'ARRIÈRE



POUR EN SAVOIR PLUS

- **Des cases à veaux et des zones d'isolement fonctionnelles** Chambre d'agriculture du Centre, du Limousin et Institut de l'Élevage - Septembre 2014
- **Pour des veaux allaitants en bonne santé** Institut de l'Élevage - Novembre 2017
- **Concevoir une aire paillée intégrale pour vaches allaitantes** Chambre d'agriculture des Hauts-de-France - 2011



3 - Cas particulier des salles de tétée (veaux sous la mère)

Principalement situé dans le Sud-Ouest et dans l'Aveyron, l'élevage de veaux sous la mère est très spécifique et localisé.

Les ressources présentées dans ce document proviennent de la Chambre d'agriculture de la Corrèze et du Comité Interprofessionnel du Veau sous la mère (CIVO).

Un veau sous la mère est un jeune animal de boucherie abattu entre 3 et 5,5 mois d'âge. Afin que les veaux sous la mère soient labellisables, l'âge à l'abattage doit être compris entre 91 et 168 jours et les poids carcasses entre 85 et 170 kg.

Jusqu'à leur départ à l'abattoir, les veaux sont allaités deux fois par jour par leur mère naturelle, et/ou le cas échéant une mère adoptive. Selon les élevages, un complément sous forme de poudre de lait peut également être distribué.

Deux filières existent :

- la viande de veau rosée (exemple : veau du Ségala), avec un bâtiment qui, de par sa conception, est identique à celui des vaches allaitantes (se référer au chapitre correspondant) ;
- la viande de veau blanche : dans ce cas, les bâtiments sont spécifiques avec l'aménagement de salles de tétée et des équipements adaptés (barrières en inox, etc...). Cette spécificité est développée dans cette partie.

• CONCEPTION DES BÂTIMENTS AVEC SALLE DE TÉTÉE

Concernant la salle de tétée et le logement des veaux, l'utilisation de l'inox ou du bois (Azobé) est préférée à la barrière galvanisée en raison de l'apparition de rouille prématurée qui, si elle est léchée, peut être à l'origine d'un changement de couleur de la viande.

Quatre principaux types d'aménagements sont rencontrés en France :

- aire paillée avec salle de tétée « classique » (figure 31),
- aire paillée avec salle de tétée compartimentée (figure 32),
- aire paillée avec salle de tétée en logettes alternées (figure 33),
- aire paillée avec salle de tétée en épi (figure 34).

Le dimensionnement de la salle de tétée est adapté à la taille des lots.

FIGURE 31 : VUE EN PLAN D'UNE AIRE PAILLÉE AVEC VEAUX SOUS LA MÈRE ET SALLE DE TÉTÉE « CLASSIQUE »

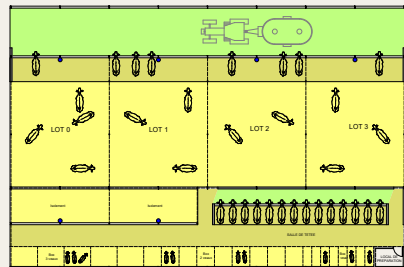


FIGURE 32 : VUE EN PLAN D'UNE AIRE PAILLÉE AVEC VEAUX SOUS LA MÈRE ET SALLE DE TÉTÉE COMPARTIMENTÉE

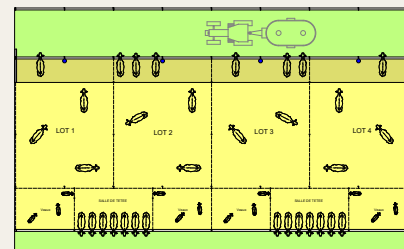


FIGURE 33 : VUE EN PLAN D'UNE AIRE PAILLÉE AVEC VEAUX SOUS LA MÈRE ET SALLE DE TÊTÉE EN LOGETTES INTERCALÉES

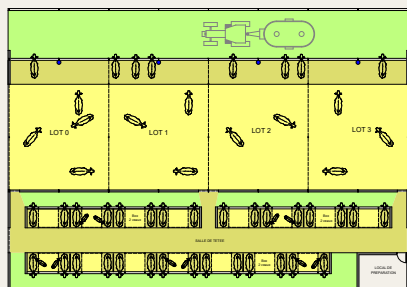
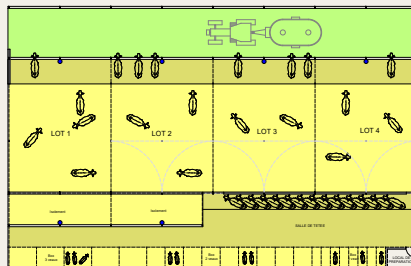


FIGURE 34 : VUE EN PLAN D'UNE AIRE PAILLÉE AVEC VEAUX SOUS LA MÈRE ET SALLE DE TÊTÉE EN ÉPI



• INTÉRÊT DES DIFFÉRENTS SYSTÈMES D'AMÉNAGEMENTS

Les différentes organisations spatiales de la salle de tétée présentent chacune des avantages et inconvénients selon l'aménagement retenu (tableau 9).

TABLEAU 9 :

INTÉRÊT DES DIFFÉRENTS SYSTÈMES D'AMÉNAGEMENTS D'UNE SALLE DE TÊTÉE
SOURCE : CHAMBRE D'AGRICULTURE DE LA LOZÈRE ET CIVO

Type de salle de tétée	Intérêts	Limites
« Classique »	<ul style="list-style-type: none"> • Blocage des vaches facilité • Possibilité de repasse sur des mères ou des laitières 	<ul style="list-style-type: none"> • Besoin d'être attentif lors de la tétée • Nombre de veaux limité en même temps
Compartimentée	<ul style="list-style-type: none"> • Manipulation réduite des veaux • Gain de temps à la tétée 	<ul style="list-style-type: none"> • Difficulté d'alloter au moment de la tétée
En logettes alternées	<ul style="list-style-type: none"> • Aucune manipulation des veaux lors de la tétée • Possibilité d'un grand nombre de veaux en même temps • Organisation du travail optimisée • Gain de temps à la tétée • Remplacement facilité 	<ul style="list-style-type: none"> • Animaux moins dociles (moins de manipulation) • Difficulté d'intégrer des tantes (ou vaches nourrices) sauf équipements particuliers • Nécessité d'une salle de tétée de grande dimension • Investissement important
En épi	<ul style="list-style-type: none"> • Investissement faible • Gain de place • Adoption des veaux facilitée • Diminution des risques de coups de pied 	<ul style="list-style-type: none"> • Manipulation importante des veaux • Remplacement difficile

Le logement des vaches laitières

Dans un élevage laitier, le logement des vaches en production, mais aussi celui des vaches tarées qui sont logées à part puisqu'elles n'ont pas les mêmes besoins alimentaires doivent être pris en considération.

Les recommandations dimensionnelles (hors système de litière malaxée) sont proposées dans le tableau 10.

1 - Les différents types de bâtiments possibles

De nombreuses configurations sont rencontrées selon la taille et le système d'exploitation :

- étable entravée (figure 35)
- aire paillée intégrale (figure 36)
- aire paillée avec aire d'exercice raclée (figure 37)
- aire paillée avec aire d'exercice caillebotis (figure 38)
- logettes 2 rangées dos à dos 100 % raclées (figure 39)
- logettes 2 rangées dos à dos raclées mixte (caillebotis/raclées) (figure 40)
- logettes 2 rangées face à face raclées (figure 41)
- logettes 2 rangées face à face caillebotis (figure 42)
- logettes 3 rangées raclées (figure 43)
- logettes 3 rangées caillebotis (figure 44)
- logettes 4 rangées dos à dos raclées avec une allée d'affouragement centrale (figure 45)

- logettes 4 rangées dos à dos caillebotis avec une allée d'affouragement centrale (figure 46)
- logettes 4 rangées dos à dos raclées avec deux allées d'affouragement (figure 47)
- logettes 4 rangées dos à dos caillebotis avec 2 allées d'affouragement (figure 48)
- logettes 4 rangées face à face raclées avec 2 allées d'affouragement (figure 49)
- logettes 4 rangées face à face caillebotis avec 2 allées d'affouragement (figure 50)
- logettes 6 rangées face à face raclées avec 2 allées d'affouragement (figure 51)
- logettes 6 rangées face à face caillebotis avec 2 allées d'affouragement (figure 52).

FIGURE 35 : VUE EN PLAN D'UNE ÉTABLE ENTRAVÉE POUR VACHES LAITIÈRES

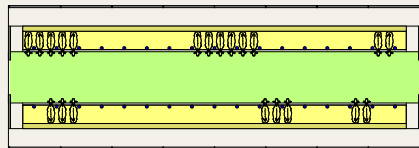


FIGURE 36 : VUE EN PLAN D'UNE AIRE PAILLÉE INTÉGRALE POUR VACHES LAITIÈRES

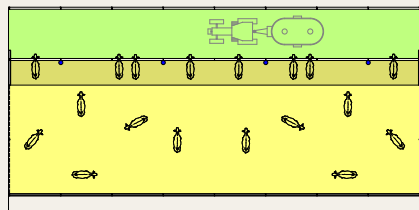


TABLEAU 10 : RECOMMANDATIONS DIMENSIONNELLES POUR LE LOGEMENT DES VACHES LAITIÈRES (PAR VACHE)

Stabulation litière accumulée 100 % (1)		Stabulation paillée avec aire d'exercice	
Aire paillée (m²) (1)	Longueur du quai (m)	Aire de couchage (m²)	Aire d'exercice (m²)
9 à 11	1,80 à 2,00	6 à 8	À partir de 2,8

(1) Déconseillé en stabulation permanente

Stabulation à logettes			Linéaire d'auge		
Largeur de la logette (m)	Longueur de la logette face au mur (m)	Longueur en face-à-face (m)	Aire d'exercice (m²)	Sans cornadis (m)	Avec cornadis (m)
1,20 à 1,25	2,75 à 3,00	5,00 à 5,50	À partir de 4	0,50 à 0,60	0,66 à 0,75

Source : Chambres d'agriculture de la Charente-Maritime, des Deux-Sèvres et Idelle.

FIGURE 37 : VUE EN PLAN D'UNE AIRE PAILLÉE RACLÉE POUR VACHES LAITIÈRES

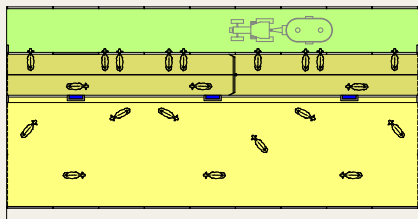


FIGURE 41 : VUE EN PLAN DE 2 RANGÉES DE LOGETTES FACE À FACE RACLÉES POUR VACHES LAITIÈRES

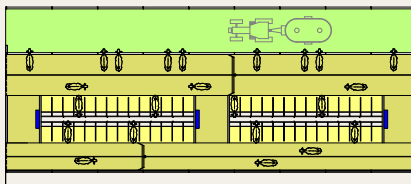


FIGURE 38 : VUE EN PLAN D'UNE AIRE PAILLÉE CALLEBOTIS POUR VACHES LAITIÈRES

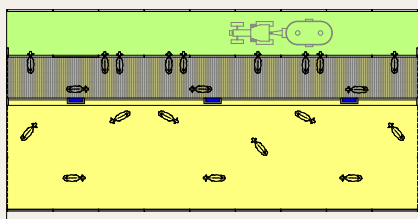


FIGURE 42 : VUE EN PLAN DE 2 RANGÉES DE LOGETTES FACE À FACE CALLEBOTIS POUR VACHES LAITIÈRES

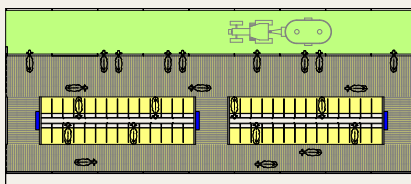


FIGURE 39 : VUE EN PLAN DE 2 RANGÉES DE LOGETTES DOS À DOS RACLÉES POUR VACHES LAITIÈRES

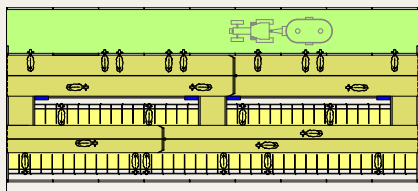


FIGURE 43 : VUE EN PLAN DE 3 RANGÉES DE LOGETTES RACLÉES POUR VACHES LAITIÈRES

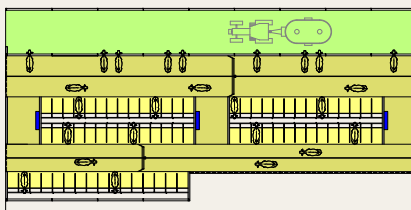


FIGURE 40 : VUE EN PLAN DE 2 RANGÉES DE LOGETTES DOS À DOS MIXTE POUR VACHES LAITIÈRES

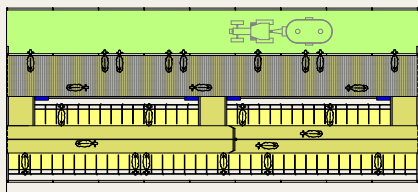
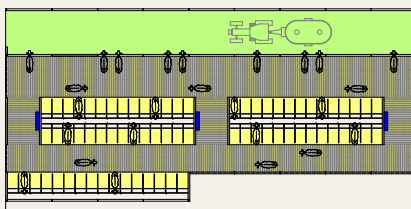


FIGURE 44 : VUE EN PLAN DE 3 RANGÉES DE LOGETTES CALLEBOTIS POUR VACHES LAITIÈRES



Pour les plus grands troupeaux, l'allongement du bâtiment n'étant pas toujours possible, le bâtiment est donc élargi avec soit un couloir d'affouragement central, soit deux couloirs d'affouragement latéraux (figures 45 à 52).

FIGURE 45 : VUE EN PLAN DE 4 RANGÉES DE LOGETTES DOS À DOS RACLÉES POUR VACHES LAITIÈRES AVEC 1 ALLÉE D'AFFOURAGEMENT

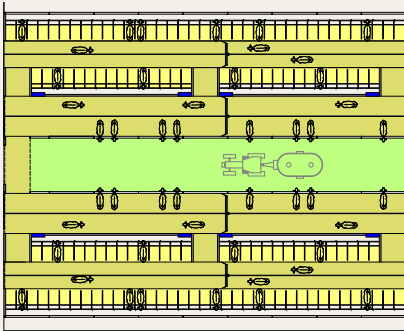


FIGURE 46 : VUE EN PLAN DE 4 RANGÉES DE LOGETTES DOS À DOS CAILLEBOTIS POUR VACHES LAITIÈRES AVEC 1 ALLÉE D'AFFOURAGEMENT

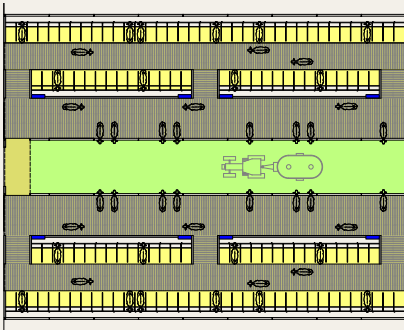


FIGURE 47 : VUE EN PLAN DE 4 RANGÉES DE LOGETTES DOS À DOS RACLÉES POUR VACHES LAITIÈRES AVEC 2 ALLÉES D'AFFOURAGEMENT

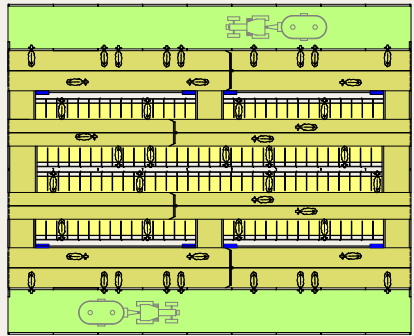


FIGURE 48 : VUE EN PLAN DE 4 RANGÉES DE LOGETTES DOS À DOS CAILLEBOTIS POUR VACHES LAITIÈRES AVEC 2 ALLÉES D'AFFOURAGEMENT

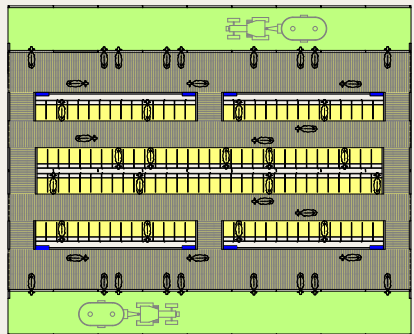


FIGURE 49 : VUE EN PLAN DE 4 RANGÉES DE LOGETTES FACE À FACE RACLÉES POUR VACHES LAITIÈRES AVEC 2 ALLÉES D'AFFOURAGEMENT

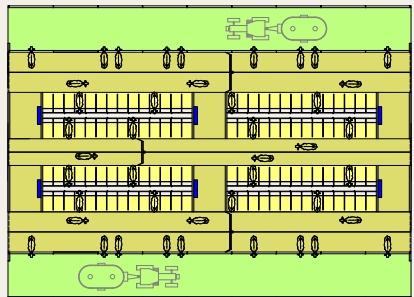


FIGURE 50 : VUE EN PLAN DE 4 RANGÉES DE LOGETTES FACE À FACE CAILLEBOTIS POUR VACHES LAITIÈRES AVEC 2 ALLÉES D'AFFOURAGEMENT

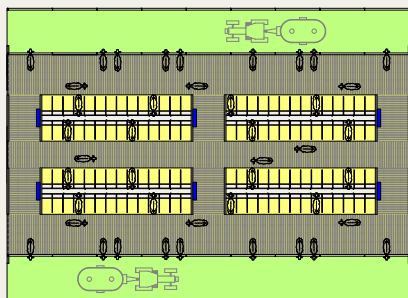


FIGURE 51 : VUE EN PLAN DE 6 RANGÉES DE LOGETTES FACE À FACE RACLÉES POUR VACHES LAITIÈRES AVEC 2 ALLÉES D'AFFOURAGEMENT

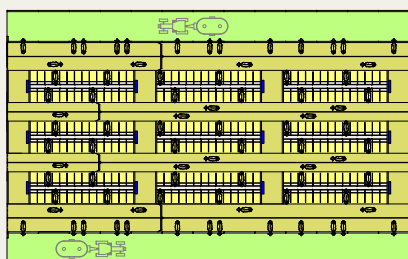
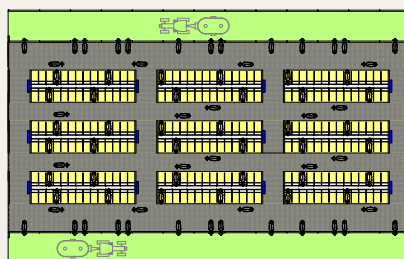
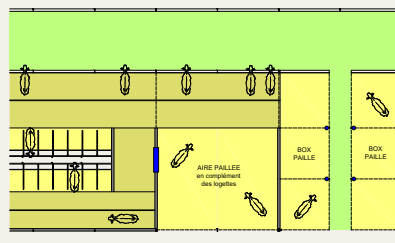


FIGURE 52 : VUE EN PLAN DE 6 RANGÉES DE LOGETTES FACE À FACE CAILLEBOTIS POUR VACHES LAITIÈRES AVEC 2 ALLÉES D'AFFOURAGEMENT



En complément des logettes, des box paillés sont nécessaires afin d'isoler des animaux à problèmes. La figure 53 illustre un exemple d'aménagement.

FIGURE 53 : VUE EN COUPE D'UN BÂTIMENT AVEC AIRE PAILLÉE COMPLÉMENTAIRE ET BOX PAILLÉS POUR VACHES LAITIÈRES



POUR EN SAVOIR PLUS

- **Des vaches laitières en bonne santé** Institut de l'Élevage - Décembre 2018
- **L'observatoire des prix des bâtiments vaches laitières** Chambre d'agriculture de Bretagne et GIE Élevages de Bretagne - Février 2021
- **Bâtir pour le troupeau laitier** BTPL - 2018
- **Recommandations internationales pour le logement de la vache laitière et de la génisse de remplacement** Commission Internationale du Génie Rural - 2014
- **Programme bien-être animal** Danone - Avril 2021





Les bâtiments pour petits ruminants

Le logement des petits ruminants, caprins et ovins, est quasi exclusivement sur litière paillée intégrale, avec une conduite en un seul lot plutôt pour des troupeaux à effectifs réduits, et une conduite en plusieurs lots pour les plus gros troupeaux.

Localement mais très rarement et plutôt en bergeries laitières, des bâtiments en caillebotis peuvent être construits dans des zones où la paille est une denrée rare.

En élevage laitier, quand les troupeaux grossissent, il est conseillé de loger à part, dans un (des) bâtiment(s) dédié(s), les jeunes animaux pour limiter les risques sanitaires (photo 24).

Les petits ruminants craignant davantage les variations de température que les bovins, il est de plus en plus fréquent de construire des bâtiments isolés en toiture afin de tamponner les variations de températures et de limiter l'impact du rayonnement en période estivale.

Le dallage sous l'aire paillée est uniquement indispensable quand le sous-sol est humide (dans ce cas, un drainage sous la dalle est conseillé).



Photo 24 : Un logement indépendant pour les jeunes animaux est conseillé en troupeau laitier (crédit photo : Idele)

L'ABREUVEMENT

L'eau doit :

- être à **volonté** et **accessible** ;
- ne pas être trop froide ;
- être **propre** : les abreuvoirs doivent être inspectés et nettoyés tous les jours ;
- ne pas avoir de **goût** ;
- avoir une bonne **qualité bactériologique**.

L'idéal est de disposer de bacs linéaires à niveau constant d'environ 15 cm de large sur 1 à 2 m de long. Les abreuvoirs à pipette ou palette existent également. Ils peuvent être rapidement sales s'ils sont placés trop bas.

Des recommandations d'usage sont présentées dans les tableaux 11 et 12.

TABLEAU 11 :
RECOMMANDATIONS TECHNIQUES POUR L'ABREUVEMENT DES CHEVRETTES ET DES CHÈVRES

Types d'animaux	Nombre d'abreuvoirs à prévoir	Hauteur de pose conseillée
Chevrettes sevrées	1 pour 25 à 30 chevrettes	1,00 à 1,10 m du sol avec marchepied
Chèvres	1 pour 25 chèvres	

TABLEAU 12 :
RECOMMANDATIONS TECHNIQUES POUR L'ABREUVEMENT DES AGNEAUX ET DES BREBIS

	Nombre d'abreuvoirs à prévoir	Hauteur de pose conseillée
Agneaux < 20 kg au démarrage	1 pour 10 animaux	environ 40 cm du sol
Agneaux > 20 kg en croissance	1 pour 40 à 50 animaux	environ 40 cm du sol
Brebis	1 pour 40 à 50 animaux	60 à 80 cm du sol

L'ACCÈS À L'AUGE

Une place par animal à l'auge est nécessaire. Pour des chèvres ou des brebis adultes, il faut compter 3 animaux par mètre d'auge. Pour des animaux en fin de gestation, on peut réduire à 2,5 animaux par mètre d'auge, voire 2 places au mètre pour des animaux de gros gabarit.

Concernant les agneaux de plus de deux mois, 4 places au mètre d'auge sont préconisées.

La distribution du fourrage peut se faire de deux manières :

- à l'aide d'un ou de plusieurs couloirs d'affouragement (photo 25) ;



Photo 25 : L'allée d'affouragement centrale, un aménagement classique en bâtiment pour petits ruminants (crédit photo : Idele)

- à l'aide d'un tapis ou de plusieurs tapis d'alimentation. L'installation de tapis d'alimentation génère un coût d'investissement plus élevé en matériel mais permet la réduction de la surface du bâtiment (photo 26), limitant ainsi son coût et réduisant ainsi le volume du bâtiment, ce qui favorise le renouvellement de l'air.



Photo 26 : Le tapis d'alimentation permet la réduction de la largeur du bâtiment (crédit photo : Idele)

LES AIRES DE VIE

Des surfaces d'aire de vie suffisantes permettent aux animaux d'être logés confortablement tout en leur permettant d'exprimer leur comportement naturel (photo 27).



Photo 27 : Exemple d'une aire de vie bien dimensionnée (crédit photo : Idele)

Les recommandations dimensionnelles conseillées des aires de vie sont indiquées dans le tableau 13.

TABLEAU 13 :
RECOMMANDATIONS DIMENSIONNELLES POUR LES CAPRINS ET LES OVINS

Type d'animaux et âge en mois	Aire paillée (m ²)	Longueur d'auge (m)
Chèvre	1,65 à 2,00	0,33 à 0,40
Chevrette de 7 mois et plus	1,00 à 1,20	0,25 à 0,33
Chevrette au sevrage	0,50	0,25
Chevreau de 1 mois	0,25 à 0,30	0,20
Bouc	2,00 à 2,50	0,40
Brebis	1,20 à 1,50	0,33 à 0,40
Brebis avec agneau	1,50 à 2,50	0,33 à 0,40
Agneau à l'engraissement	0,50	0,25
Agnelle de reproduction	0,70	0,33
Bélier	2,00	0,40

Source : Chambres d'agriculture de la Charente-Maritime, des Deux-Sèvres et Idele.

Pour une litière de qualité, la quantité de paille est une variable d'ajustement importante. La fréquence de paillage est à moduler en fonction de la densité des animaux, de leur état physiologique (mise bas), des conditions météorologiques et de la conduite globale du troupeau (recours ou non au pâturage par exemple). En termes de quantités journalières, les préconisations sont les suivantes :

- chèvres adultes : 1 kg/chèvre ;
- chevreaux : 300 g/animal ;
- chevrettes : 800 g/animal ;
- case d'agnelage : 1 kg/case ;
- agneaux après sevrage : 300 à 400 g/m² ;
- brebis : 400 à 500 g/m².

Les particularités du logement des ovins viande

1 - Besoins en cases d'agnelages

L'aménagement des cases d'agnelages peut être temporaire (pour des petits effectifs) ou permanent sur une partie du logement.

Selon la prolificité et les races, le nombre de cases d'agnelage à prévoir varie :

- de 5 à 20 % de l'effectif en lutte naturelle,
- de 15 à 30 % de l'effectif en lutte synchronisée,
- de 40 à 50 % de l'effectif en insémination artificielle.

L'aménagement et l'accès aux cases doivent être pensés dès la conception du bâtiment (tableau 14).

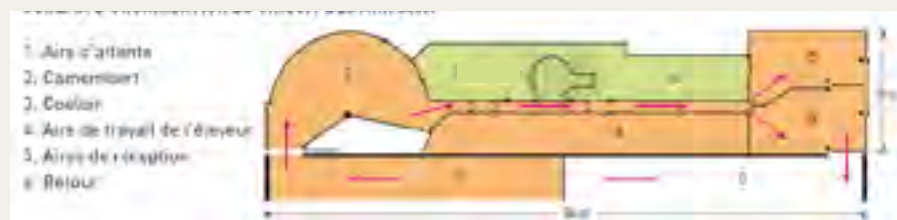
2 - Contention des ovins

En élevages ovins allaitants notamment, le parc de contention est un équipement incontournable afin de faciliter le travail de l'éleveur et la gestion du troupeau. Celui-ci est formé de six zones différenciées (figure 54) : les aires d'attente, le « camembert » (= l'entonnoir ou la cornue), le couloir de contention, l'aire de travail de l'éleveur, les aires de réception et le retour des animaux.

TABLEAU 14 :
NOMBRE DE CASES D'AGNELAGE À PRÉVOIR, PERMETTANT UN PASSAGE EN CASE DE TOUTES LES BREBIS, EN FONCTION DES RACES

Cases d'agnelage	Races de petit et moyen format	Races de grand format
Nombre de cases pour 100 brebis en lutte naturelle	5 à 10 (prolificité < 160)	10 à 20 (prolificité > 160)
Nombre de cases pour 100 brebis sur synchronisation	15 à 20 (prolificité < 160)	20 à 30 (prolificité > 160)
Nombre de cases pour 100 agnelles	30	30

FIGURE 54 : ORGANISATION DU CIRCUIT DES ANIMAUX POUR LA CONTENTION DES OVINS



Les particularités du logement des caprins

En élevage caprin, la spécificité par rapport au logement des ovins est la réalisation parfois d'une stalle d'auge. De 90 cm à 1 m de large, elle permet aux animaux de grimper et de manger toujours au même niveau.

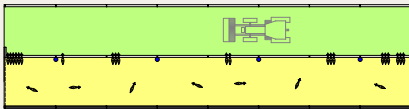
Les types de bâtiments possibles pour les chèvres et brebis

Nous avons identifié différents aménagements possibles, avec, comme option, l'aménagement de couloirs de service à l'arrière et en pignon, le long des zones de couchage.

Ces couloirs de service augmentent le coût des bâtiments mais améliorent la fonctionnalité et éloignent les animaux des parois froides (et chaudes) extérieures.

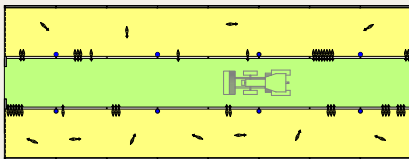
- **Affouragement latéral avec un portique**: ce mode de logement est rencontré uniquement dans les plus petits troupeaux (< 50 à 80 brebis ou chèvres). L'affouragement assez large permet un stockage tampon de quelques boules ou balles de fourrage (figure 55).

FIGURE 55 : VUE DE PLAN D'UN AFFOURAGEMENT LATÉRAL - UN PORTIQUE



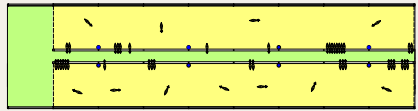
- **Affouragement central avec un portique**: il s'agit du bâtiment le plus classique et le plus représenté (figure 56).

FIGURE 56 : VUE DE PLAN D'UN AFFOURAGEMENT CENTRAL - UN PORTIQUE



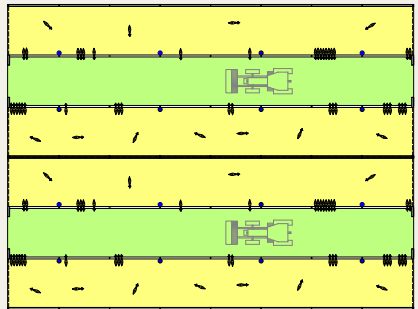
- **Affouragement central avec tapis de distribution et un portique**: l'aménagement d'un tapis d'alimentation réduit la largeur du bâtiment mais nécessite l'aménagement d'une travée supplémentaire pour distribuer le fourrage sur le tapis (figure 57).

FIGURE 57 : VUE DE PLAN D'UN AFFOURAGEMENT CENTRAL AVEC TAPIS DE DISTRIBUTION - UN PORTIQUE



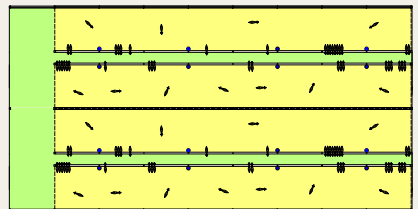
- **Deux couloirs d'alimentation et 4 lots** (en option: couloirs de service) – **deux portiques**: c'est une configuration rencontrée pour éviter de construire des bâtiments très longs et difficiles à implanter pour de plus grands troupeaux (>300/400 chèvres). Deux portiques (bâtiments bipentes) sont accolés (figure 58).

FIGURE 58 : VUE DE PLAN DE DEUX COULOIRS D'ALIMENTATION ET QUATRE LOTS - DEUX PORTIQUES



- **Deux couloirs d'alimentation et 4 lots** (en option : couloirs de service) avec une **travée latérale** pour alimenter les tapis et deux portiques (figure 59).

FIGURE 59 : VUE DE PLAN DE DEUX COULOIRS D'ALIMENTATION AVEC TAPIS ET QUATRE LOTS - TRAVÉE LATÉRALE POUR ALIMENTER LES TAPIS - DEUX PORTIQUES

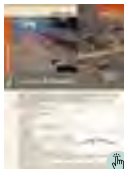


POUR EN SAVOIR PLUS

Un super outil pour créer ses bâtiments: Equip'innov
Innovin - Mars 2021



Conception de bergerie
Chambre d'agriculture des Hauts-de-France - Mars 2015



Des agneaux en bonne santé: bonnes pratiques d'élevage en bergerie adaptée
Institut de l'Élevage - Juillet 2015



Le logement des moutons
Institut de l'Élevage - Mars 2005



S'équiper pour travailler moins en production ovine
Institut de l'Élevage - Octobre 2011



Référentiel de conception et de prix de bâtiments caprins Charente-Maritime et Deux-Sèvres
Chambres d'agriculture Charente-Maritime et Deux-Sèvres - Octobre 2018



Plus de confort pour les chèvres... plus de lait pour l'éleveur
Chambres d'agriculture Ille-et-Vilaine - Juin 2009



Améliorer les conditions de travail en élevage caprin
Institut de l'Élevage - Mars 2021



Conception et utilisation des bâtiments d'élevage pour des chèvres et chevrettes en bonne santé
Institut de l'Élevage - Octobre 2021







Les équipements complémentaires pour le logement des ruminants

En plus des bâtiments décrits préalablement, des équipements complémentaires sont, soit indispensables au bon fonctionnement du bâtiment, soit optionnels. Le tableau 15 liste de manière non exhaustive l'ensemble de ces équipements et décrit pour chacun d'entre eux l'intérêt qu'ils apportent en termes de bien-être animal, biosécurité, environnement et conditions de travail.

TABLEAU 15 :
ÉQUIPEMENTS COMPLÉMENTAIRES POUR LE LOGEMENT DES RUMINANTS

Type d'équipement	SBEA	BS	ENV	TRA	Commentaires
Brosse automatique	■				Équipement permettant l'enrichissement du milieu
Tapis couloirs de circulation avec pose	■				Limite la station et le déplacement des vaches uniquement sur des sols durs
Sol en asphalte	■				Sol coulé sur une dalle béton limitant les glissades des animaux
Tapis simple de couchage posé (logettes paillées)	■				Améliore le confort de couchage en complément de la paille
Matelas de couchage logettes posé	■			■	Améliore le confort de couchage si, au quotidien, l'apport de litière est suffisant. Facilite le travail en option "lisier" par rapport aux logettes paillées
Matelas de couchage logettes avec échangeur de chaleur, posé	■			■	Améliore le confort de couchage avec un apport suffisant de litière. Contribue à évacuer les calories (échangeur de chaleur) lorsque la vache est couchée pour améliorer son confort
Rideaux de ventilation sans station météo	■				Permet la modulation de la ventilation naturelle selon la météo et les saisons
Plus-value rideaux de ventilation sans station météo/bardage classique	■				Permet la modulation de la ventilation naturelle selon la météo et les saisons
Station météo pour gérer l'ouverture des rideaux	■				Permet l'automatisation de l'ouverture et de la fermeture des rideaux en fonction de la température, du vent, de la pluie...
Filet anti-oiseaux pour protéger les ouvertures	■	■			Protège les ouvertures de l'intrusion des oiseaux dans le bâtiment
Bardage bois mobile coulissant	■				Permet la modulation de la ventilation naturelle selon la météo et les saisons
Guillotine en matériaux translucides	■				Permet la modulation de la ventilation naturelle selon la météo et les saisons
Automatisation ouverture guillotine	■			■	Permet l'automatisation de l'ouverture et de la fermeture des guillottes en fonction de la température, du vent, de la pluie...
Porte à enroulement en filet brise-vent	■			■	Facilite le travail de l'éleveur grâce à l'ouverture automatique
Surcoût toiture isolée (au m ² de surface au sol du bâtiment)	■				Réduit le rayonnement de la toiture du bâtiment en période estivale, limite les variations thermiques en toute saison
Ventilateurs en extraction avec les entrées d'air par volet avec régulation	■				Permet l'extraction de l'air vicié en l'absence de ventilation naturelle possible
Ventilateurs verticaux à flux horizontal (ancienne génération) avec régulation	■				Apporte des vitesses d'air l'été pour dissiper la chaleur
Ventilateurs verticaux à flux horizontal avec moteur économe en énergie (nouvelle génération) avec régulation	■		■		Apporte des vitesses d'air l'été pour dissiper la chaleur, assiste la ventilation naturelle, avec de meilleures performances par rapport aux anciennes générations de ventilateur
Ventilateurs horizontaux à flux vertical (pales) avec régulation	■				Apporte des vitesses d'air l'été pour dissiper la chaleur, assiste la ventilation naturelle
Gaine de ventilation à pression positive avec régulation	■				Assure l'entrée d'air frais extérieur pour faciliter le renouvellement de l'air
Douchage à l'auge ou en aire d'attente avec pilotage	■				En complément de la ventilation mécanique pour abaisser directement la température des animaux en période de forte chaleur

TABLEAU 15 :
ÉQUIPEMENTS COMPLÉMENTAIRES POUR LE LOGEMENT DES RUMINANTS (SUITE)

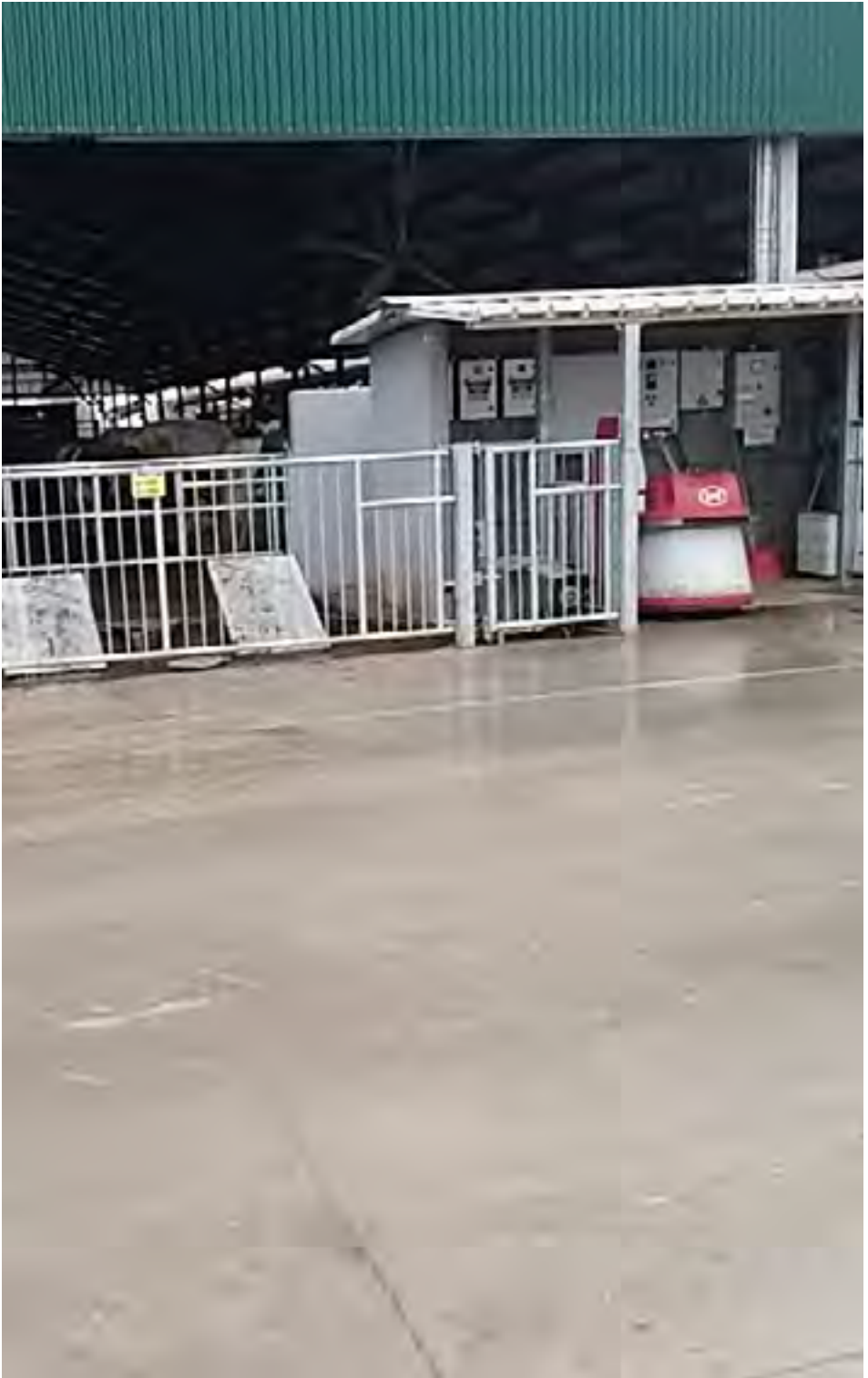
Type d'équipement	SBEA	BS	ENV	TRA	Commentaires
Plus-value brumisation sur ventilateur à flux horizontal avec pilotage	■				En complément de la ventilation mécanique pour abaisser la température de l'environnement de l'animal
Circulateur pour eau d'abreuvement	■			■	Mise en circulation de l'eau d'abreuvement pour faciliter son renouvellement (conserver la flaveur) et limiter les risques de gel (en option : réchauffage complémentaire)
Compteur d'eau à lecture directe			■		Facilite la détection de fuite et la vérification de la consommation
Type de logements	SBEA	BS	ENV	TRA	Commentaires
Racleur hydraulique pour un couloir en système fumier	■	■	■	■	Raclage automatique en système fumier raclé, amélioration de la propreté, réduction du travail et de l'énergie consommée par rapport à un raclage au tracteur
Racleur à câble ou à corde pour un couloir en système lisier avec réservations pour scellements poulies	■	■	■	■	Raclage automatique en système fumier raclé, amélioration de la propreté, réduction du travail et de l'énergie consommée par rapport à un raclage au tracteur
Racleur hydraulique pour deux couloirs en système fumier	■	■	■	■	Raclage automatique en système fumier raclé, amélioration de la propreté, réduction du travail et de l'énergie consommée par rapport à un raclage au tracteur
Racleur à chaîne pour deux couloirs en système fumier	■	■	■	■	Raclage automatique indispensable en système lisier raclé, amélioration de la propreté, réduction du travail et de l'énergie consommée par rapport à un raclage au tracteur
Racleur à câble ou à corde pour deux couloirs en système lisier	■	■	■	■	Raclage automatique indispensable en système lisier raclé, amélioration de la propreté, réduction du travail et de l'énergie consommée par rapport à un raclage au tracteur
Robot racleur pour caillebotis	■	■	■	■	Raclage automatique indispensable en logettes et caillebotis pour assurer la propreté des animaux
Robot racleur pour sols pleins	■	■	■	■	Raclage automatique des sols pleins, amélioration de la propreté, réduction du travail et de l'énergie consommée par rapport à un raclage au tracteur
Robot aspirateur ou collecteur de lisier	■	■	■	■	Raclage automatique indispensable en système lisier raclé, amélioration de la propreté, réduction du travail et de l'énergie consommée par rapport à un raclage au tracteur
Brosse mécanique attelée pour l'entretien des logettes			■		Facilite le nettoyage des logettes
Nettoyeur et distributeur de litière asséchante pour l'entretien des logettes - conducteur marchant			■		Facilite le nettoyage des logettes et l'apport de litière
Nettoyeur et distributeur de litière automoteur pour logettes			■		Facilite le nettoyage des logettes et l'apport de litière
Cage de contention	■			■	Contention en sécurité, réduction du stress de l'animal
Cage de parage				■	Contention en sécurité, réduction du stress de l'animal
Barrière d'insémination pour vaches ou génisses				■	Contention en sécurité, réduction du stress de l'animal

TABLEAU 15 :
ÉQUIPEMENTS COMPLÉMENTAIRES POUR LE LOGEMENT DES RUMINANTS (SUITE)

Type de logements	SBEA	BS	ENV	TRA	Commentaires
Parc de contention équipé non couvert	■			■	Contention en sécurité, réduction du stress de l'animal
Quai de chargement				■	Contention en sécurité, réduction du stress de l'animal
Caméra				■	Favorise la surveillance des animaux et leur suivi
Fosse de récupération des eaux de pluie enterrée et préfabriquée en béton 10 m ³			■		Récupération des eaux de pluie pour le lavage
Réserve de récupération des eaux de pluie enterrée et en béton 70/100 m ³			■		Récupération des eaux de pluie pour l'abreuvement et/ou le lavage
Réserve de récupération des eaux de pluie enterrée en acier			■		Récupération des eaux de pluie pour l'abreuvement
Filtration, traitement des eaux de pluie et surpresseur		■	■		Filtration et traitement des eaux de pluie avant abreuvement
Caillebotis avec clapets de fermeture des fentes	■	■	■	■	Réduction des émissions d'ammoniac par réduction des échanges entre l'air et le stockage des effluents
Plaques pleines béton préfabriquées avec drainage des urines sur sol avec longrine	■	■	■	■	Réduction des émissions d'ammoniac par séparation des urines et bouses
Plaques pleines béton préfabriquées avec drainage des urines sur fosse	■	■	■	■	Réduction des émissions d'ammoniac par séparation des urines et bouses
Tapis rainurés pour drainage des urines	■	■	■	■	Réduction des émissions d'ammoniac par séparation des urines et bouses

SBEA Santé bien-être des animaux
 BS Biosécurité
 ENV Environnement
 TRA Conditions de travail des éleveurs

■ Critères de choix





Le bloc traite

EN ÉLEVAGE DE VACHES LAITIÈRES

La constitution du bloc traite

Le bloc traite se compose d'une zone technique avec :

- un local de stockage du lait,
- un local des machines (pompe à vide, chauffe-eau, compresseur, réserve de stockage des produits d'hygiène, etc...),
- un lieu de traite (soit machine à traire classique, soit robot de traite),
- une aire d'attente ou une zone d'accès au(x) robot(s).

Ces zones d'attente ou d'accès sont parfois réduites dans certaines configurations quand les vaches attendent avant la traite dans des couloirs de circulation ou que le robot se raccorde à un bâtiment bénéficiant déjà de zones d'accès bien dimensionnées.

En traite conventionnelle, le matériel de traite est équipé de décrochage automatique mais les compteurs à lait et l'identification constituent une option dans l'optique d'un meilleur suivi individuel de la production.

Les principales installations de traite

1 - Les salles de traite conventionnelles

- LES SALLES DE TRAITE « CLASSIQUES » EN ÉPI 30 OU 50/60° ET LA TRAITE PARALLÈLE PAR L'ARRIÈRE (TPA)

Sauf exception, les blocs traite sont équipés de deux quais avec le trayeur positionné en contrebas. Le plus souvent, l'équipement est doublé avec des postes de traite (double équipement) sur chaque quai et un lactoduc monté en ligne basse c'est-à-dire positionné plus bas que la mamelle de la vache. En épi 50/60° ou TPA, des salles de traite sont parfois équipées en simple équipement. Le poste est fixé sur un bras pivotant qui permet de traire alternativement les vaches d'un côté puis de l'autre. Cette option nécessite de positionner le lactoduc en hauteur et de prévoir davantage de vaches sur les quais pour obtenir les mêmes cadences qu'en double équipement.

Voici les différents types d'installations rencontrées :

- L'épi 30° (figure 60) : le branchement des faisceaux trayeurs se fait latéralement. Avec un seul couloir de retour, la largeur du bâtiment est limitée (6,50 m environ). Pour les plus grandes installations, la longueur de la fosse de traite devient relativement longue.

- L'épi 50/60° (figure 61) : les vaches sont également positionnées en épi sur le quai de traite mais davantage inclinées (80 cm entre chaque mamelle contre 120 cm en épi 30°). Le bâtiment est donc moins long mais plus large d'1 m. Le branchement des faisceaux trayeurs se fait entre les pattes arrière des vaches.

- La salle de traite parallèle par l'arrière (TPA) (figure 62) : les vaches sont positionnées perpendiculairement (90°) par rapport à la fosse de traite et un dégagement rapide est aménagé sur l'avant grâce à une contenance

escamotable. Le bâtiment est plus large (11 à 12 m) qu'en salle de traite en épi mais moins long. La sortie des animaux est plus rapide mais les zones de dégagement plus importantes (sorties rapides) engendrent des exigences supplémentaires en termes de nettoyage.

- LA SALLE DE TRAITE ROTATIVE INTÉRIEURE OU EXTÉRIEURE

Le choix d'une salle de traite rotative est une option que l'on retrouve davantage pour les troupeaux de plus de 120 vaches afin de limiter les déplacements des trayeurs. Soit le trayeur se poste à l'intérieur de la plateforme (traite en épi ou par l'arrière, figure 63), soit le trayeur se positionne à l'extérieur de la plateforme pour brancher (traite par l'arrière, figure 64).

Pour toutes les installations, le nombre de postes de traite choisis dépendra du nombre de vaches à traire, du nombre de trayeurs et du temps de traite souhaité. Le type de salle de traite choisi est un compromis entre le coût d'investissement (plus élevé pour les salles de traite rotatives et à un degré moindre pour les TPA par rapport aux traites en épi), l'ergonomie de traite, la longueur de la fosse de traite, la circulation des animaux, l'emprise au sol du bloc traite et les préférences de l'éleveur...

FIGURE 60 : VUE EN PLAN D'UN SYSTÈME DE TRAITE EN ÉPI 30° EN VACHES LAITIÈRES AVEC UN COULOIR DE RETOUR



FIGURE 61 : VUE EN PLAN D'UN SYSTÈME DE TRAITE EN ÉPI 50° EN VACHES LAITIÈRES AVEC DEUX COULOIRS DE RETOUR



FIGURE 62 : VUE EN PLAN D'UN SYSTÈME DE TRAITE EN TPA EN VACHES LAITIÈRES

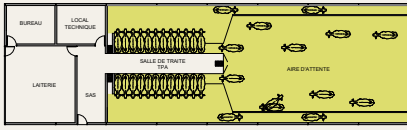


FIGURE 63 : VUE EN PLAN D'UNE SALLE DE TRAITE ROTATIVE EN TRAITE INTÉRIEURE EN VACHES LAITIÈRES

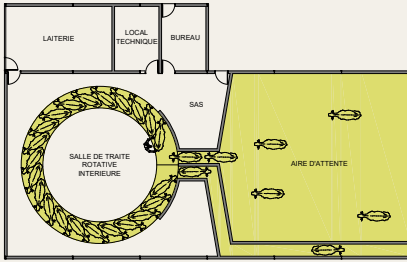


FIGURE 64 : VUE EN PLAN D'UNE SALLE DE TRAITE ROTATIVE EN TRAITE EXTÉRIEURE EN VACHES LAITIÈRES

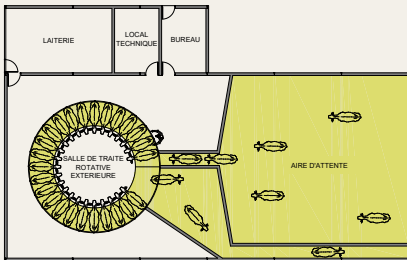
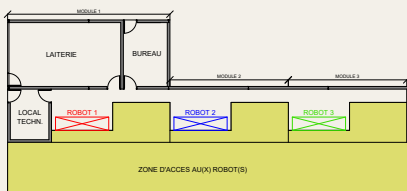


FIGURE 65 : VUE EN PLAN D'UN SYSTÈME DE TRAITE ROBOTISÉE EN VACHES LAITIÈRES



2 - Le robot de traite

Le robot de traite permet la traite volontaire de l'animal tout au long des 24 heures, avec un nombre de traites de 1,5 à 4 traites par jour selon les vaches en fonction de leur production et de leur stade de lactation.

Chaque module (figure 65) permet la traite de 50 à 75 vaches selon l'emplacement du robot (circulation plus fluide avec des accès larges), la vitesse de traite des vaches (débit de lait en litres/min), l'accès ou non au pâturage (en période de pâturage, les fréquences de traite diminuent et nécessitent un robot pas trop chargé) et la volonté de l'éleveur de privilégier soit une production importante par stalle (très exigeante en suivi du troupeau), soit une souplesse dans son utilisation (un nombre limité de vaches par stalle permet de compenser les imprévus éventuels : pannes, retards de traite, etc...).

Le choix du robot par rapport à la traite conventionnelle prend en compte les aspects financiers bien sûr (coûts annuels d'investissement et de fonctionnement plus élevés en traite robotisée), le mode d'astreinte souhaité (à heures fixes ou non), la pénibilité du travail et la possibilité avec la traite robotisée d'individualiser plus facilement le suivi des vaches avec des indicateurs disponibles... En plus de l'achat du(des) robot(s), d'autres équipements sont souvent indispensables : cellules de stockage des aliments, groupe électrogène, porte de tri...

POUR EN SAVOIR PLUS

- **Choisir une installation de traite**
GIE Élevages de Bretagne - Décembre 2007
- **Concevoir et installer une salle de traite rotative**
Chambre d'agriculture de Bretagne - Janvier 2011
- **Et si j'installais un robot de traite ?** Institut de l'Élevage - Mars 2009
- **Installer un robot de traite en stabulation libre**
Chambre d'agriculture de Bretagne - Décembre 2008
- **Traite des vaches laitières**
France Agricole - Septembre 2009



EN ÉLEVAGES DE CAPRINS ET OVINS LAIT



Photo 28 : Salle de traite rotative avec traite extérieure en élevage caprin (crédit photo : Idéle)

La constitution du bloc traite

Le bloc traite se compose d'une zone technique avec : un local de stockage du lait, un local des machines (pompe à vide, chauffe-eau, compresseur, réserve de stockage des produits d'hygiène, etc...), un lieu de traite (machine à traire), et dans

les plus grandes chèvres d'une aire d'attente adaptée à la taille du lot à traire (3 à 3,5 chèvres par m²).

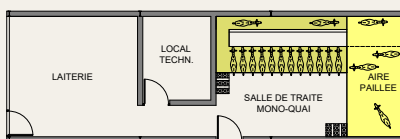
Quand la taille des salles de traite augmente, la distribution de l'aliment est souvent automatisée et le décrochage automatique devient systématique.

Les principales installations de traite

1 - La salle de traite monoquai

Ce système de traite est fréquent dans les élevages à petits effectifs. Les chèvres ou brebis montent sur un quai réalisé en bois généralement, avec un poste de traite pour 2 animaux (figure 66). Un seul quai de traite est aménagé.

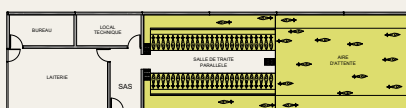
FIGURE 66 : VUE EN PLAN D'UN SYSTÈME DE TRAITE MONOQUAI POUR PETITS RUMINANTS



2 - La traite parallèle

Elle est la solution la plus fréquente avec généralement une traite en simple équipement, c'est-à-dire que le même poste est utilisé alternativement pour les deux quais de traite, et pour un à deux animaux sur chaque quai en fonction du degré d'équipement souhaité (figure 67 et photo 29).

FIGURE 67 : VUE EN PLAN D'UN SYSTÈME DE TRAITE PARALLÈLE POUR PETITS RUMINANTS



3 - La traite rotative

C'est un aménagement rencontré dans les grands troupeaux pour limiter les déplacements et accroître les cadences de traite. Elle est intérieure en élevage ovin (figure 68) et extérieure en élevage caprin (figure 63 et photo 28).

FIGURE 68 : VUE EN PLAN D'UN SYSTÈME DE TRAITE ROTATIVE INTÉRIEURE POUR OVINS LAIT

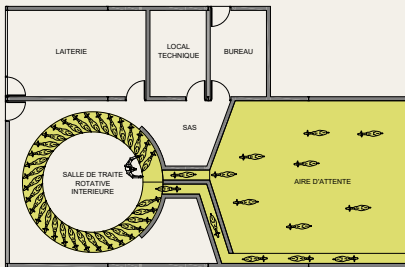
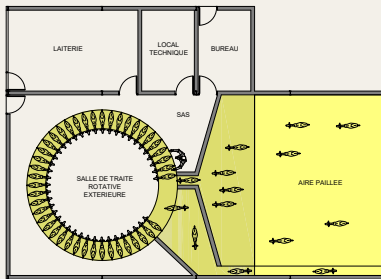


FIGURE 69 : VUE EN PLAN D'UN SYSTÈME DE TRAITE ROTATIVE EXTERIEURE POUR CAPRINS



Le nombre de postes de traite choisi dépendra du nombre d'animaux à traire, du nombre de trayeurs et du temps de traite souhaité. Le type de salle de traite choisi est un compromis entre le coût d'investissement (plus élevé pour les salles de traite rotatives), l'ergonomie de traite, la longueur de la fosse de traite, la circulation des animaux, l'emprise au sol du bloc traite et les préférences de l'éleveur...



Photo 29 : Salle de traite parallèle en simple équipement avec distribution automatique du concentré en élevage ovin (crédit photo: Idele)

POUR EN SAVOIR PLUS

- **Conditions de travail en élevage ovins lait** MSA - Septembre 2005
- **En caprins, choisir une installation de traite** Institut de l'Élevage, France Conseil Élevage, Chambres d'agriculture - Avril 2012



LES ÉQUIPEMENTS COMPLÉMENTAIRES DES BLOCS TRAITE POUR VACHES, CHÈVRES ET BREBIS LAITIÈRES

SBEA	Santé bien-être des animaux
BS	Biosécurité
ENV	Environnement
TRA	Conditions de travail des éleveurs
	Critères de choix

TABLEAU 16 :
ÉQUIPEMENTS COMPLÉMENTAIRES POUR SALLE DE TRAITE POUR VACHES LAITIÈRES ET PETITS RUMINANTS

Équipements complémentaires	SBEA	BS	ENV	TRA	Commentaires
Équipements complémentaires salle de traite pour vaches laitières					
Plus-value compteurs et identification	■			■	Suivi individuel des animaux
Porte de tri intelligente 3 voies	■			■	Facilite le tri des animaux pour la surveillance, les soins
Porte de tri simple (type sortie salle de traite)	■			■	Facilite le tri des animaux pour la surveillance, les soins
Alimentateurs en salle de traite vaches laitières				■	Facilite la distribution du concentré pour les troupeaux très pâturants
Groupe électrogène				■	Permet d'assurer la traite en cas de panne de réseau, équipement quasi indispensable en traite robotisée
Adoucisseur d'eau			■		Optimise l'efficacité des produits de lavage des installations de traite
Tank tampon (traite robotisée)				■	Permet la continuité de la traite lors du passage du laitier vidant le tank à lait. Équipement indispensable en traite robotisée quand la (les) stalle(s) est (sont) saturée(s).
Tapis pour quais de traite et fosse trayeur	■				Confort des vaches et des trayeurs
Plancher mobile pour fond de fosse				■	Ergonomie du poste de traite améliorée avec des trayeurs de taille différente
Kit de recyclage des eaux de rinçage			■		Économie d'eau en recyclant l'eau de rinçage
Chariot de traite	■			■	Pot trayeur sur roues avec pompe à vide et pulsateur intégré. Permet la traite des vaches malades directement dans les box en évitant ainsi de les déplacer vers le lieu de traite.
Servante salle de traite				■	Stockage sur rail des ustensiles utilisés par les trayeurs permettant de les avoir toujours à proximité
Brosse de nettoyage des trayons				■	Facilite le nettoyage des trayons
Trempage et désinfection automatique des gobelets				■	Équipement permettant de soulager le travail des trayeurs. Le trempage des trayons et la désinfection des trayons se font automatiquement dans le faisceau trayeur.
Exosquelette pour la traite				■	Facilite les mouvements du trayeur
Équipements complémentaires salle de traite pour petits ruminants					
Alimentation automatique en salle de traite				■	Facilite l'alimentation des animaux et l'entrée en salle de traite
Distributeur de minéraux				■	Facilite l'alimentation des animaux
Distributeur de paraffine				■	Facilite la distribution
Identification électronique				■	Facilite le suivi des animaux
Grille caillebotis pour aire d'attente				■	Facilite le nettoyage de l'aire d'attente

LES ÉQUIPEMENTS EN LIEN AVEC LES ÉCONOMIES D'ÉNERGIE

Les élevages de ruminants n'utilisent aucun moyen de chauffage des locaux, à l'exception parfois d'un chauffage très localisé, par exemple en nurserie avec le recours à un radiateur infrarouge pour réchauffer les jeunes lors des 24 premières heures de leur vie ou en salle de traite par un chauffage d'appoint.

Les principales dépenses énergétiques sont générées par deux types d'activités :

- d'une part l'entretien des aires de vie des animaux (curage, raclage, paillage) et l'alimentation,
- d'autre part les opérations liées à la traite des animaux laitiers.

Pour le renouvellement de l'air au sein des bâtiments, c'est la ventilation naturelle, utilisant le vent, ressource gratuite, qui est privilégiée. Quand la ventilation mécanique est nécessaire, les choix s'orientent aujourd'hui vers des ventilateurs à variation de fréquence, économes en énergie.

Au sein du bloc traite, des équipements spécifiques permettent de réduire les consommations électriques. Ils sont décrits dans le tableau 17. La première source d'économie est de s'assurer d'une bonne conception du local tank à lait (ventilation, isolation) afin d'éviter la surchauffe et d'évacuer les calories. Selon la situation de départ, le gain permis peut osciller entre 10 et 20 % de la consommation électrique du tank à lait.

POUR EN SAVOIR PLUS

- **Les consommations d'énergie en bâtiments d'élevage laitier**
Institut de l'Élevage -
Janvier 2009



TABLEAU 17 :
ÉQUIPEMENTS PERMETTANT DE FAIRE DES ÉCONOMIES D'ÉNERGIE

Type d'équipement	SBEA	BS	ENV	TRA	Commentaires	Économie d'énergie envisageable
Pré-refroidisseur < 1000 litres par traite ou robot de traite					Réduction de la consommation électrique des tanks à lait, en pré-refroidissant le lait via un échangeur de chaleur. En échange, l'eau est réchauffée et valorisable pour l'abreuvement.	10 kWh/1000 litres de lait
Pré-refroidisseur > 1000 litres par traite					Réduction de la consommation électrique des tanks à lait, en pré-refroidissant le lait via un échangeur de chaleur. En échange, l'eau est réchauffée et valorisable pour l'abreuvement.	10 kWh/1000 litres de lait
Récupérateur de calories du tank à lait					Réduction de la consommation électrique des chauffe-eau via un échangeur de chaleur qui récupère la chaleur issue du refroidissement du lait et préchauffe l'eau utilisable pour le lavage des installations de traite.	12,5 kWh/1000 litres de lait
Variateur sur pompe à vide classique à courroies					Réduction de la consommation électrique de la pompe à vide. La vitesse de rotation de la pompe s'adapte aux besoins. Quand le vide est stable (peu d'entrées d'air), la pompe tourne à une vitesse minimale consommant moins d'énergie.	5 à 7 kWh/1000 litres de lait
Pompe à vide complète à débit variable pour salle de traite					Réduction de la consommation électrique de la pompe à vide. La vitesse de rotation de la pompe s'adapte aux besoins. Quand le vide est stable (peu d'entrées d'air), la pompe tourne à une vitesse minimale consommant moins d'énergie.	5 à 7 kWh/1000 litres de lait
Pompe à vide complète à débit variable pour robot de traite					Réduction de la consommation électrique de la pompe à vide. La vitesse de rotation de la pompe s'adapte aux besoins. Quand le vide est stable (peu d'entrées d'air), la pompe tourne à une vitesse minimale consommant moins d'énergie. Équipement systématique en traite robotisée.	10 à 15 kWh/1000 litres de lait
Chauffe-eau avec panneaux solaires					Économie d'énergie pour le chauffage de l'eau de lavage des installations de traite.	Économie d'énergie de 50 à 60 % par rapport à un chauffe-eau électrique
Chauffe-eau thermodynamique					Économie d'énergie pour le chauffage de l'eau de lavage des installations de traite.	Économie d'énergie de 50 à 60 % par rapport à un chauffe-eau électrique

SBEA : Santé bien-être des animaux - BS : Biosécurité - ENV : Environnement - TRA : Conditions de travail des éleveurs





Le stockage des aliments

Quatre types d'ouvrages sont décrits dans ce document pour le stockage des aliments :

- les silos ;
- le bâtiment de stockage de foin ou de paille en balles carrées ou rondes ;
- la cuisine du robot d'alimentation ;
- le bâtiment pour le stockage à plat des concentrés.

LES SILOS

Ce stockage à plat est destiné aux aliments conservés par voie anaérobie. Les aliments stockés sont protégés par des bâches plastiques étanches permettant l'acidification et leur bonne conservation. Les fourrages ainsi conservés, souvent du maïs, de l'herbe ou des sous-produits de l'industrie (pulpes de betteraves surpressées, etc...) permettent de constituer un stock redistribué ensuite.

Le sol des silos est le plus souvent en béton. Toutefois, des réalisations en matériaux de type enrobé peuvent se rencontrer. Compte tenu de l'acidité des fourrages et à la dégradation des dallages, il est fréquent d'avoir recours à un surfacage des silos au bout de quelques années d'utilisation pour les rénover.

Le plus souvent, des parois latérales voire en fond de silo permettent d'optimiser le stockage en limitant l'emprise au sol. Plusieurs solutions existent pour les murs : le béton banché (béton coulé sur place), les plaques préfabriquées en béton (scellées sur le chantier), les cubes en béton (assemblés tels des « légos ») ou les parois auto-stables disposant d'un talon évitant les travaux de fondation et de scellement.

Les parois auto-stables sont posées sur un lit de sable ou une semelle bétonnée pour assurer leur stabilité. Les hauteurs



Photo 30 : Silo de stockage des ensilages avec trois murs périphériques en parois auto-stables (crédit photo : Idele)

des murs et les largeurs des silos sont un compromis entre l'optimisation du stockage et la nécessité d'avancer assez vite dans la consommation du fourrage pour éviter la dégradation de sa qualité. Le plus fréquemment, la hauteur utile de mur est de 2 m à 2,50 m.



Photo 31 : Ensilage stocké en silo (crédit photo : Idele)

LE STOCKAGE DE FOIN OU DE PAILLE EN BALLES CARRÉES OU RONDES EN BÂTIMENT

Les bâtiments de stockage sont généralement des constructions assez simples, c'est-à-dire uniquement avec un bardage partiel, côté pluie pour protéger les fourrages. Le sol n'est pas bétonné. En revanche, la hauteur des bâtiments est souvent plus importante que pour le logement des animaux (6 à 7 m généralement de hauteur à la gouttière) pour optimiser le stockage. La couverture est soit en tôles laquées en acier soit en fibrociments (photo 32).

Pour des raisons de sécurité incendie, ces bâtiments sont implantés de plus en plus à distance des autres bâtiments.



Photo 32 : Stockage de balles rondes ou cubiques (crédit photo : Idele)

LA CUISINE DU ROBOT D'ALIMENTATION

Plusieurs solutions techniques existent pour la robotisation de l'alimentation :

- soit le remplissage d'une mélangeuse en poste fixe se fait à partir du silo ;
- soit le désilage et la distribution se font directement à partir du silo (nouveau procédé encore peu vulgarisé) ;
- soit le plus souvent, le robot est alimenté à partir de cubes découpés dans les silos et stockés pour plusieurs jours dans un bâtiment (stock tampon) avant leur utilisation. Ces cubes sont alors positionnés au sol et repris par un grappin ou alors disposés dans des trémies (photo 33). Ce pré-stockage en bâtiment est appelé la cuisine. Il est souvent positionné à proximité du logement des animaux, couvert plutôt de matériaux en fibrociments, bardé sur deux à trois côtés, avec le dernier côté équipé de portes pour acheminer les aliments.

Le tableau 18 liste les équipements complémentaires pour l'alimentation comme les robots d'alimentation.



Photo 33 : Cuisine pour robot d'alimentation avec trémies (crédit photo : Idele)

LE STOCKAGE À PLAT DES CONCENTRÉS EN BÂTIMENT

Les concentrés sont des aliments permettant d'équilibrer les rations des ruminants. Ils viennent compenser des déficits en énergie et/ou protéines des fourrages.

Ils sont soit stockés en cellules (cf. partie « Équipements complémentaires pour l'alimentation » - tableau 18), soit à plat dans des bâtiments. Le stockage à plat permet aux éleveurs d'anticiper sur les commandes et de faire du stock en plus grandes quantités quand les cours sont favorables. Il permet également d'assurer des livraisons avec du matériel moins coûteux, l'aliment étant déversé directement sans soufflerie (photo 34).

Les bâtiments sont bardés sur trois côtés avec un quatrième côté ouvert ou parfois fermé par des portes selon les sites. Ils sont également assez hauts (pour favoriser le déversement au sein du bâtiment) et couverts le plus souvent en fibrociments. Le sol est bétonné avec des parois latérales et des cloisons intérieures en béton sur 2 à 3 m de hauteur. Plusieurs cases sont généralement aménagées au sein du bâtiment.



Photo 34 : Le stockage à plat des concentrés permet des livraisons en vrac (crédit photo : Idele)

LES ÉQUIPEMENTS COMPLÉMENTAIRES

TABLEAU 18 :
ÉQUIPEMENTS COMPLÉMENTAIRES POUR L'ALIMENTATION, LE STOCKAGE DES ALIMENTS, LE PAILLAGE AUTOMATIQUE

Alimentation/stockage aliments/ paillage automatique	SBEA	BS	ENV	TRA	Commentaires
Distributeur automatique de lait (veaux laitiers)					Facilite la distribution du lait
Louve (chevreaux)					Facilite l'alimentation lactée des chevreaux
Taxi lait cuve simple avec vanne					Facilite la distribution du lait
Taxi lait cuve simple avec pompe de distribution					Facilite la distribution du lait
Taxi lait cuve simple avec pompe de distribution, mélange, traction, chauffage du lait					Facilite la distribution du lait
Cellule de stockage des concentrés 3 à 7 m ³ hors radier 30 cm					Facilite le stockage et la reprise des concentrés
Cellule de stockage des concentrés 8 à 10 m ³ hors radier 30 cm					Facilite le stockage et la reprise des concentrés
Cellule de stockage des concentrés 11 à 15 m ³ hors radier 30 cm					Facilite le stockage et la reprise des concentrés
Radier 30 cm 3m*3m pour pose cellules de stockage des concentrés					Radier pour la pose et le scellement des cellules
Distributeur automatique de concentrés pour vaches laitières sans cellules					Facilite la distribution des aliments concentrés
Vis d'alimentation					Facilite la distribution des aliments concentrés
Automatisation de la distribution des concentrés (petits ruminants) sur roues					Facilite la distribution des aliments concentrés
Automatisation de la distribution des concentrés (petits ruminants) au sol					Facilite la distribution des aliments concentrés
Automatisation de la distribution des concentrés (petits ruminants) aérien sur rail					Facilite la distribution des aliments concentrés
Nourrisseur (agneaux)					Facilite la distribution des aliments concentrés
Trémie fixe petits ruminants 2 aliments + minéraux, posée					Facilite la distribution des aliments concentrés
Trémie fixe petits ruminants 3 aliments + minéraux, posée					Facilite la distribution des aliments concentrés
Mélangeuse 2200 L à spires					Aide au mélange des aliments concentrés

SBEA Santé bien-être des animaux
 BS Biosécurité
 ENV Environnement
 TRA Conditions de travail des éleveurs



Critères de choix

TABLEAU 18 :
ÉQUIPEMENTS COMPLÉMENTAIRES POUR L'ALIMENTATION, LE STOCKAGE DES ALIMENTS, LE PAILLAGE AUTOMATIQUE (SUITE)

Alimentation/Stockage aliments/ paillage automatique	SBEA	BS	ENV	TRA	Commentaires
Cellule verticale pour 250 qx de céréales dans un bâtiment existant					Permet l'autoconsommation, favorise l'autonomie alimentaire
Ventilation cellule verticale pour 250 qx de céréales dans un bâtiment existant					Permet l'autoconsommation, favorise l'autonomie alimentaire
Automatisation du paillage (chaîne à pastille) pour 100 VL					Facilite le paillage avec paille dépoussiérée
Automatisation du paillage (avec trémie) pour 300 VL					Facilite le paillage avec paille dépoussiérée
Automatisation du paillage (automate) pour 400 brebis					Facilite le paillage avec paille dépoussiérée
Pailleuse suspendue					Facilite le paillage
Chariots de paillage sur cornadis de tapis d'alimentation (petits ruminants)					Facilite le paillage
Tapis d'alimentation double petits ruminants (30/50 m) avec socle béton, câblage et pose comprise					Facilite la distribution des fourrages, gain de place dans le bâtiment
Tapis d'alimentation double petits ruminants (50/80 m) avec socle béton, câblage et pose comprise					Facilite la distribution des fourrages, gain de place dans le bâtiment
Tapis d'alimentation simple petits ruminants avec socle béton, câblage et pose comprise					Facilite la distribution des fourrages, gain de place dans le bâtiment
Tapis d'alimentation bovins					Facilite la distribution des fourrages, gain de place dans le bâtiment
Désileuse cube					Matériel permettant de découper des cubes non détassés dans les silos pour plusieurs jours pour alimenter une auge mobile ou un robot d'alimentation.
Auge mobile					Réduit le temps de travail lié à l'alimentation avec une distribution uniquement sous forme de cubes tous les 3 à 5 jours
Robot d'alimentation (matériel)					Réduit le temps de travail consacré à l'alimentation
Plus-value renforcement de charpente pour le matériel porté de robot d'alimentation					Indispensable pour un robot guidé sur rail
Robot repousse fourrage					Réduit la pénibilité en supprimant la contrainte de repousser le fourrage vers l'auge et facilite l'accès à l'aliment par l'animal

SBEA Santé bien-être des animaux
 BS Biosécurité
 ENV Environnement
 TRA Conditions de travail des éleveurs

 Critères de choix



Le séchage en grange

Le séchage en grange s'est surtout développé dans les régions de montagne herbagères où la ration des animaux est constituée à 100 % de foin.

Actuellement, cette technique bénéficie d'un regain d'intérêt et se rencontre dans tous les systèmes d'élevage de ruminants.



Photo 35 : Cases de séchage vides (crédit photo : Idele)



Photo 36 : Cases de séchage pleines (crédit photo : Idele)

LE PRINCIPE

Le séchage en grange permet de récolter du foin précoce de qualité dans de bonnes conditions, de conserver les feuilles des légumineuses et ainsi d'obtenir un fourrage très ingestible avec de bonnes valeurs nutritives.

L'infrastructure doit permettre de décharger, de sécher et de stocker du foin dans différentes cellules (photos 35 et 36). L'herbe est récoltée par une auto-chargeuse sous forme de foin préfané entre 55 et 65 % de matière sèche.

Le séchage en vrac se fait par couches successives, ce qui permet d'optimiser l'utilisation de l'air envoyé dans le foin et d'être moins énergivore comparé aux autres systèmes de séchage à plat ou en bottes.

Le foin est déchargé en vrac sur une aire de déchargement puis il est engrangé à l'aide d'une griffe hydraulique multidirectionnelle suspendue à la charpente (photo 36). Celle-ci peut être équipée d'une translation dans les bâtiments de grande largeur, ce qui engendre un surcoût. Le foin est soigneusement réparti et disposé en couches successives dans des cellules où il est ventilé pour sécher. La pose de la griffe nécessite souvent de renforcer la structure de la charpente porteuse.

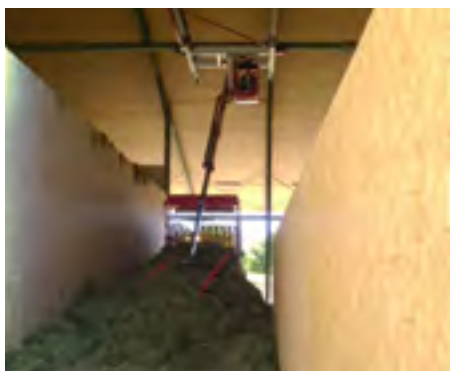


Photo 37 : Zone de déchargement (crédit photo : Idele)

Les cellules de séchage/stockage sont hermétiquement cloisonnées à l'aide de panneaux OSB rainurés bouvetés. Les cloisons doivent résister à la pression du foin stocké.

Le séchage s'effectue grâce à des ventilateurs (photo 38) qui insufflent de l'air par-dessous le tas de foin qui est disposé sur des grilles métalliques ou des caillebotis bois.

Pour améliorer l'efficacité du système, diminuer le temps de séchage et la consommation d'énergie, la technique de captage solaire s'est généralisée.

L'air extérieur circule entre la toiture (de couleur sombre de préférence) et une sous toiture (en OSB le plus souvent) et est ainsi réchauffé. La surface de captage solaire à mettre en œuvre sous la toiture est de 2 à 3 m² de captage par m² de cellule de séchage.



Photo 38 : Local de ventilation (crédit photo : Idele)

Afin d'améliorer les performances de séchage, des traitements de l'air insufflé sont possibles surtout dans les régions avec des printemps humides. L'objectif est d'assécher l'air insufflé pour favoriser le transfert de l'humidité du fourrage vers l'air. Plusieurs techniques existent :

- le réchauffage de l'air par une chaudière à gaz, fuel ou biomasse, ou via la récupération de la chaleur issue d'une unité de méthanisation ;
- la déshumidification de l'air à l'aide d'une pompe à chaleur ;
- le thermovoltaïque®, procédé qui lie à la fois le photovoltaïque et le captage solaire.

LE TYPE DE BÂTIMENT LE PLUS FRÉQUEMMENT RENCONTRÉ

Plusieurs implantations sont possibles pour le séchage en grange : devant la stabulation des animaux, en bout du bâtiment d'élevage ou complètement indépendant.

Le choix se fait en fonction du foncier disponible, des circuits, tout en évitant de pénaliser la ventilation du bâtiment d'élevage.

Afin d'optimiser les coûts de stockage, les bâtiments sont de grande hauteur, souvent 7 à 9 m à la gouttière.

Les bâtiments de séchage indépendants des bâtiments de logement sont de plus en plus fréquents (figures 70 et 71). Ils permettent d'éviter de pénaliser la ventilation des bâtiments d'élevage et de réduire les risques en cas d'incendie.

FIGURE 70 : VUE EN PLAN D'UN SÉCHAGE EN GRANGE

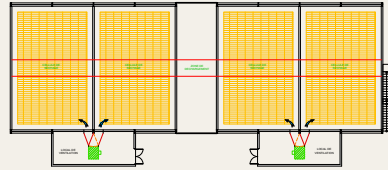


FIGURE 71 : VUE EN COUPE D'UN SÉCHAGE EN GRANGE

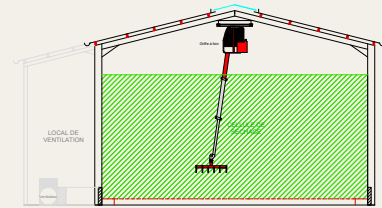


TABLEAU 19 :
ÉQUIPEMENTS COMPLÉMENTAIRES DE SÉCHAGE EN GRANGE

Équipement de séchage en grange	SBEA	BS	ENV	TRA	Commentaires
Translation					Équipement nécessaire pour alimenter les cellules dans les séchages de grande largeur
Aéro-engrangeur, 50 m					Équipement permettant d'engranger mécaniquement par soufflerie
Démêleur					Équipement obligatoire en amont de l'aéro-engrangeur pour démêler le foin
Traitement d'air par chauffage					Améliore l'efficacité du séchage et diminue le temps de séchage
Traitement d'air par déshumidification					Améliore l'efficacité du séchage et diminue le temps de séchage

SBEA : Santé bien-être des animaux - BS : Biosécurité - ENV : Environnement - TRA : Conditions de travail des éleveurs

LES ÉQUIPEMENTS COMPLÉMENTAIRES

Un démêleur combiné à un aéroengrangeur peut être installé pour permettre l'automatisation de l'engrangement du foin dans les cellules. Le débit de chantier reste malgré tout très limité et largement sous-dimensionné par rapport aux moyens de fenaison et à la dimension des auto-chargeuses d'aujourd'hui.

Pour les bâtiments de séchage de grande largeur, la translation de la griffe est indispensable pour accéder à chaque endroit de la cellule.

Concernant les griffes à foin, sur des séchages en grange de grandes capacités, celles-ci peuvent être proposées avec une cabine fermée et climatisée pour le confort du chauffeur en périodes d'activités importantes d'engrangement.

Au niveau de la ventilation équipée d'un déshumidificateur d'air, un équipement de recyclage de l'air sorti du tas de foin peut être installé pour permettre d'optimiser le séchage à certains moments de la journée, à l'aide de trappes notamment (photo 39).

Enfin, en option également, de plus en plus de ventilateurs sont équipés de variateurs de fréquence.



Photo 39 : Trappe de ventilation (crédit photo: Segrafo)

POUR EN SAVOIR PLUS

- **Séchoir en grange avec capteur solaire innovant** SEGRAFO Ouest - Février 2019
- **Réussir l'installation de séchage en grange** Institut de l'Élevage - Juin 2020
- **Le séchage de fourrage en grange** SEGRAFO et GIE Élevages de Bretagne - Septembre 2019
- **Sécher du foin en grange** Institut de l'Élevage - Octobre 2008





La gestion des effluents d'élevage

Différents effluents sont produits au sein des exploitations d'élevage. Nous distinguons les produits solides (fumiers et produits solides issus de la séparation de phase du lisier par pressage ou tamisage) des produits liquides (lisier, purins, effluents peu chargés).

Leur gestion (stockage et épandage) est encadrée par différentes réglementations (Règlement Sanitaire Départemental, Installations Classées pour la Protection de l'Environnement, Directive nitrate).

LA GESTION DES EFFLUENTS SOLIDES

Le fumier est un mélange de bouses, d'urine et de paille soit raclé et sorti du bâtiment régulièrement, soit accumulé sous les animaux.

Les fumières sont des plateformes bétonnées permettant le stockage à plat des fumiers ou de la phase solide issue de la séparation de phase du lisier. Selon le niveau de paillage et l'alimentation du bétail, les consistances du fumier sont différentes, nécessitant une adaptation des capacités de stockage.

Pour faciliter le transfert du fumier, les fumières sont implantées à proximité du logement des animaux et le plus souvent ceinturées de trois murs pour optimiser le stockage et réduire l'emprise au sol. Les murs sont soit étanches, soit entourés d'un caniveau périphérique pour la collecte des jus. Les effluents liquides issus de l'égouttage sont collectés ou peuvent être traités si la fumière n'est pas couverte.

La hauteur des murs est le plus souvent entre 2 m et 2,50 m utiles. Ces murs sont constitués le plus souvent soit de béton banché (coulé sur place), soit de plaques en béton préfabriquées.

Les eaux de pluie tombant sur les fumières non couvertes (appelées lixiviats) doivent être également collectées. Afin de réduire la quantité d'eau souillée à stocker puis à épandre, les fumières sont parfois couvertes, avec un bardage des côtés les plus exposés aux vents de pluie.

Dans le cas d'un raclage des fumiers du bâtiment vers la fumière, une zone de transfert des effluents, couverte ou non, est bétonnée entre les deux ouvrages.



Photo 40 : Fumière non couverte (crédit photo: Idele)



Photo 41 : Fumière couverte (crédit photo: Idele)

LA GESTION DES EFFLUENTS LIQUIDES

Pour certains types d'effluents peu chargés en matière et en azote, des solutions de traitement sont possibles mais la solution la plus courante est le stockage avant épandage.

Les effluents liquides divers à stocker ou à traiter

Voici une description des différents types d'effluents liquides :

- Purins purs : liquides issus de l'égouttage du fumier ;
- Purins dilués ou lixiviats de fumière* : purins de la fumière non couverte dilués par les eaux pluviales ;

- Lisiers: mélanges des bouses et des urines (avec très peu ou pas de paille). La gestion des lisiers en fosse nécessite un certain nombre de précautions pour éviter sa prise en masse et faciliter son pompage avant l'épandage;
- Phases liquides issues de la séparation de phase du lisier: parties liquides recueillies suite au pressage ou au tamisage du lisier permettant de séparer une phase solide et une phase liquide plus facile à homogénéiser et à épandre que le lisier;
- Eaux blanches*: eaux de nettoyage du matériel de traite, du tank, des sols et murs de la laiterie;
- Eaux blanches de locaux de transformation du lait*: eaux de nettoyage du matériel et des locaux de transformation;
- Eaux vertes*: eaux de nettoyage des sols et murs de la salle de traite et de l'aire d'attente, collectées après raclage des bouses. Sont à distinguer les eaux vertes des quais de traite des eaux vertes de l'aire d'attente qui sont plus chargées;
- Eaux brunes*: eaux pluviales tombant sur les zones non couvertes souillées par les déjections (aire d'exercice, zones de transfert des animaux et/ou des effluents);
- Lait non commercialisables* ;
- Jus de silo*: jus issus d'ensilages récoltés avec des faibles taux de matière sèche;
- Lactosérums**: produits issus de la fabrication fromagère.

* Produits pouvant être traités en fonction de la filière de traitement choisie.

** Produits pouvant également être traités avec des dispositifs spécifiques (se renseigner auprès des conseillers spécialisés).

Les fosses de stockage

Les fosses permettent le stockage des effluents liquides avant épandage. Les différents produits liquides peuvent être mélangés entre eux. Toutefois, en ce qui concerne les fosses couvertes sous les bâtiments, une ventilation et un mixage adaptés sont importants pour éviter la

formation de gaz dangereux (hydrogène sulfuré (H_2S) notamment) pour la santé des éleveurs et des animaux.

1 - La fosse circulaire en béton

Elle est réalisée le plus souvent en béton banché, coulé sur place. Enterrée, la fosse mesurera 2,50 m à 3 m de profondeur (photo 42).

Quand la fosse est enterrée, si les niveaux du terrain le permettent, les liquides peuvent être canalisés par gravité et les lisiers peuvent être raclés directement vers la fosse.



Photo 42 : Fosse circulaire enterrée (crédit photo : Idele)

Mais selon la nature du sol, la fosse peut être également semi-enterrée ou hors-sol, notamment quand il y a des risques de poussées d'eau du sous-sol. Dans ce cas, la hauteur de mur peut atteindre 4 à 6 m (photo 43). Cette configuration plus évolutive nécessite moins de terrassement mais des équipements complémentaires sont indispensables pour pré-stocker (pré-fosse), homogénéiser (mixage) et relever (pompage) les produits à stocker.

Quand le lisier est stocké en fosse, une croûte se forme en surface. Le lisier doit être homogénéisé avant l'épandage soit par un mixeur sur tracteur (utilisation de la prise de force), soit par un ou des mixeurs électriques selon le diamètre de la fosse.



Photo 43 : Fosse circulaire aérienne (crédit photo : Idele)

2 - La fosse rectangulaire en béton

La fosse rectangulaire en béton est quasi exclusivement enterrée et réalisée le plus souvent en béton banché. Ce sont soit des fosses de petite dimension qui généralement servent de pré-stockage avant un pompage vers des fosses circulaires de plus grande capacité (photo 44), ou soit des fosses aménagées sous les bâtiments et souvent recouvertes de plaques préfabriquées (caillebotis, plaques pleines pour logettes) quand il s'agit de construire le stockage de lisier sous le logement des animaux (photo 45). Dans le cas de fosses sous bâtiment stockant le lisier, des couloirs à l'intérieur de la fosse sont aménagés en slalom pour permettre la circulation et l'homogénéisation du lisier grâce à un mixeur (photo 46). Dans ce type de fosse, la formation de croûte en surface du lisier doit être évitée sinon l'homogénéisation devient de plus en plus difficile au fil du temps. C'est pourquoi, le mixage électrique, qui peut être programmé pour un fonctionnement journalier, est largement conseillé.

De façon plus rare, il existe des fosses avec des caillebotis posés sur pilotis pour éviter la construction de murs de refends : ce dispositif nécessite des brasseurs électriques spécifiques à pâle pour homogénéiser le lisier en créant une vague.



Photo 44 : Pré-fosse rectangulaire en béton (crédit photo : Idele)



Photo 45 : Fosse recouverte de caillebotis et dalles logettes (crédit photo : Idele)



Photo 46 : Fosse rectangulaire en cours de couverture (crédit photo : Idele)

3 - La fosse en géomembrane

Un revêtement constitué d'une membrane est posé sur un talutage à 45° (photo 47). Afin d'assurer la durabilité de la membrane, un drainage des eaux et gaz et un géotextile sont posés entre le talus en terre et la membrane. Des dalles bétonnées positionnées sur la membrane pour le mixage et un kit d'aspiration sont des équipements permettant également d'éviter les risques d'accrochage de la membrane.



Photo 47 : Fosse en géomembrane (crédit photo : Idele)

4 - Les poches à effluents liquides

Ce sont des poches avec une membrane fermée (photo 48). Leur hauteur (souvent 1,60 m maximum) est atteinte quand elles sont remplies. Fermées, elles réduisent le volume à stocker en évitant les eaux de pluie. Elles sont à poser sur un sol plat et non abrasif, ce qui nécessite un minimum de terrassement et parfois la pose sur un géotextile et/ou un lit de sable.

Elles ne sont pas adaptées pour le stockage des lisiers puisqu'un mixage correct est impossible.



Photo 48 : Poche à effluents liquides (crédit photo : Idele)

POUR EN SAVOIR PLUS

- **Calcul des capacités de stockage des effluents d'élevage ruminant, équin, porcine, avicole et cunicole** Institut de l'Élevage - Janvier 2020
- **Stockage des effluents d'élevage... des solutions à moindre coût sur mon exploitation** Institut de l'Élevage - Février 2017



Les traitements des effluents liquides peu chargés

Les systèmes de traitement des effluents permettent d'offrir une alternative au stockage pour la gestion de certains effluents peu chargés. Ils commencent toujours par un traitement primaire permettant de piéger les matières en suspension, puis ensuite les solutions divergent.

1 - Intérêts des systèmes de traitement des effluents peu chargés

- Les systèmes de traitement permettent de limiter les capacités des ouvrages de stockage, voire parfois d'éviter la construction de nouveaux volumes lors d'évolution de l'exploitation.
- Ces effluents peu chargés ont une faible valeur agronomique : les traiter, c'est éviter l'épandage d'effluents à faible valeur fertilisante.

2 - Limites

- L'investissement dans les ouvrages de traitement se fait souvent en complément de fosses de stockage nécessaires pour les produits les plus concentrés, ce qui impose d'investir dans deux filières (stockage et traitement) et génère un coût d'investissement supplémentaire.
- Il n'existe pas de modèle standard. Les dispositifs doivent donc être adaptés à chaque exploitation en fonction des effluents à traiter, avec un mode d'emploi à respecter pour garantir leur bon fonctionnement.

Il existe différentes filières de gestion des effluents (figure 72).

Chaque filière est adaptée uniquement à un ou plusieurs types d'effluents peu chargés (tableau 20 et photos 48 à 51).

FIGURE 72 : LES DISPOSITIFS DE GESTION DES EFFLUENTS PEU CHARGÉS

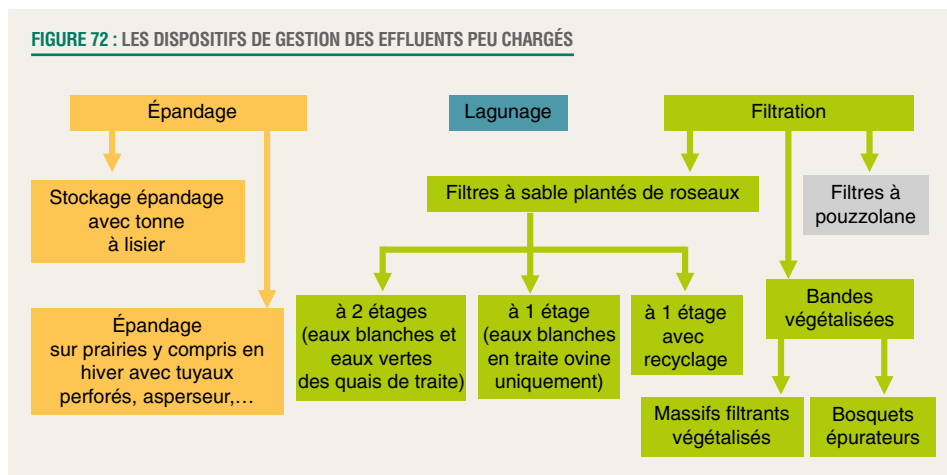


TABLEAU 20 : TYPES D'EFFLUENTS TRAITÉS SELON LES FILIÈRES

Filières	Déjections	Lait écarté	Lactosérum	Effluents de traite	Eaux brunes, lixiviats
Stockage épandage	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Épandage sur prairies y compris en période hivernale	Non	Oui	Oui	Oui	Oui
Lagunage	Non	Non	Non	Oui	Oui
Filtre à pouzzolane	Non	Non	Oui	Oui (sauf EV aire attente)	Non
Filtre planté de roseaux à 2 étages	Non	Non	Non	Oui (sauf EV aire attente)	Non
Filtre planté de roseaux à 1 étage ovins	Non	Non	Non	Oui (sauf EV aire attente)	Non
Filtre planté de roseaux à 1 étage avec recyclage	Non	Non	Non	Oui	Oui
Massifs filtrants végétalisés	Non	Non	Non	Oui	Oui
Bosquets épurateurs	Non	Non	Non	Oui	Oui

EV : Eaux vertes



Photo 49 : Un exemple de traitement primaire : le Bassin Tampon Sédimentation (crédit photo : CAHDF)



Photo 50 : Filtre planté de roseaux à deux étages (crédit photo : CAHDF)



Photo 51 : Épandage sur prairies par tuyaux perforés (crédit photo : CAHDF)



Photo 52 : Lagunage (crédit photo : CAHDF)

POUR EN SAVOIR PLUS

- **Les effluents peu chargés en élevage de ruminants – Procédés de gestion et de traitement** Institut de l'Élevage - Février 2013
- **Le traitement des effluents peu chargés** Chambre d'agriculture Pays de la Loire et Institut de l'Élevage - Décembre 2007
- **Le traitement des effluents peu chargés : une alternative au stockage et à l'épandage** CA 02, CA 08, CA 51, CA 60, CA 59-62, CA 80, et Institut de l'Élevage - Décembre 2007
- **Les effluents de fromagerie fermière** Institut de l'Élevage - Octobre 2004



LES ÉQUIPEMENTS COMPLÉMENTAIRES

TABLEAU 21 :
ÉQUIPEMENTS COMPLÉMENTAIRES POUR LES FOSSES

Équipements complémentaires pour les fosses	SBEA	BS	ENV	TRA	Commentaires
Canal à lisier en tuyau annelé y compris avaloir					Transfert du lisier sans pompe permettant de déconnecter la fosse du bâtiment (facilite l'évolutivité)
PVC pression de transfert lisier avec vannes					Équipement pour le transfert de lisier entre pré-fosse et fosse
Pompe hacheuse tracteur					Pompe de transfert du lisier entre pré-fosse et fosse
Pompe hacheuse électrique					Pompe de transfert du lisier entre pré-fosse et fosse
Mixeur tracteur de paroi fosse circulaire aérienne					Homogénéisation pour faciliter le pompage et la bonne valorisation agronomique
Mixeur tracteur					Homogénéisation pour faciliter le pompage et la bonne valorisation agronomique
Mixeur électrique					Homogénéisation pour faciliter le pompage et la bonne valorisation agronomique
Reprise de lisier fosse circulaire (petite fosse et vannes)					Équipement permettant de faciliter le pompage avant l'épandage
Séparateur de phase lisier sans pré-fosse					Équipement permettant de séparer par tamisage ou pressage la phase solide de la phase liquide du lisier
Station de relevage eaux usées bloc traite					Transfert des eaux usées
Fosse préfabriquée 5 m ³ stockage eaux usées					Petite fosse préfabriquée pour collecter de faibles volumes d'eaux usées
Fosse préfabriquée 10 m ³ stockage eaux usées					Petite fosse préfabriquée pour collecter de faibles volumes d'eaux usées

SBEA Santé bien-être des animaux
 BS Biosécurité
 ENV Environnement
 TRA Conditions de travail des éleveurs

 Critères de choix

LA COUVERTURE DES OUVRAGES DE STOCKAGE DES DÉJECTIONS

La couverture des ouvrages de stockage est une des techniques possibles pour réduire les émissions gazeuses. Elle sera plus efficace pour les stockages de lisier que pour les stockages de fumier puisqu'elle pourra être plus étanche. L'objectif est de réduire la vitesse de l'air passant à la surface des fosses (facteur

influençant les émissions d'ammoniac) et éviter la volatilisation. Pour ne pas perdre les bénéfices d'une couverture de fosse, le matériel d'épandage doit également être adapté (rampe avec pendillards, système d'injection, etc...).

Une couverture naturelle est également possible en paillant à la surface des fosses pour laisser se créer une croûte (quantité de paille estimée entre 6 et 7 kg par m² de surface de fosse à couvrir).



Photo 53 : Fosse circulaire hors-sol couverte (crédit photo : idele)

POUR EN SAVOIR PLUS

- **La couverture des fosses**

Chambres d'agriculture de Bretagne et GIE Élevages de Bretagne - Mars 2014

- **Guide des Bonnes Pratiques Environnementales d'Élevage, Porcs, Bovins, Volailles** IFIP, ITAVI et Institut de l'Élevage - Décembre 2019

- **Couverture des structures de stockage de lisier** DREAL Normandie - 2018





Les ateliers de transformation fermière agroalimentaire

Avant de démarrer la conception d'un atelier de transformation fermière, il est indispensable de connaître précisément les règles sanitaires et de réunir toutes les informations nécessaires pour définir l'agencement et le dimensionnement adapté au projet.

Différents points sont à aborder : les types de produits, les conditionnements, les modes de commercialisation, les volumes transformés, le collectif de travail, la fréquence d'utilisation de l'outil, l'implantation des locaux, les circuits de commercialisation, les investissements possibles, etc...

LA CONCEPTION DES ATELIERS DE TRANSFORMATION

La conception des ateliers de transformation doit permettre une séparation suffisante entre les secteurs propres et les secteurs sales. Les locaux doivent être de dimensions adaptées permettant la mise en place de la marche en avant dans l'espace ou à défaut dans le temps.

Pour les ateliers agréés, une pièce est nécessaire par tâche. Il est également indispensable d'avoir des chambres froides par activité : carcasses, produits en cours, produits finis et déchets (avec un accès extérieur pour la chambre froide carcasses et déchets).

La présence d'un sas avec l'extérieur est recommandée mais n'est pas exigée comme étant un local spécifique. En effet, le vestiaire et la salle de vente peuvent avoir cette fonction de sas.

Pour les producteurs fermiers, les toilettes peuvent être aménagées dans les locaux d'habitation sous réserve que les salariés puissent y accéder et que les règles d'hygiène soient respectées (lave-mains correctement équipé, changement de chaussures si les toilettes sont situées dans un autre bâtiment). Le vestiaire peut servir de sas pour les toilettes.

Les matériaux

Les matériaux mis en œuvre dans la conception d'un atelier (sols, murs, plafonds, fenêtres, portes) doivent être lisses, lavables, imperméables, imputrescibles, inoxydables, de couleur claire et non toxiques. L'utilisation de matériaux non lisses, non étanches (exemple : le bois) est possible pour les activités de fumage, de salaison (séchage, affinage), sous réserve de l'absence de risque de contaminations des produits. En fromagerie, il est également possible d'affiner les fromages sur des planches de bois. Une liste de matériaux dérogatoires existe en filière lait.

Une bonne isolation est nécessaire afin de réaliser notamment des économies d'énergie.

Les sols

Des siphons de sols sont nécessaires dans toutes les pièces de production et de lavage.

Les revêtements de sols peuvent être de différentes natures :

- le carrelage antidérapant (grès Céram), avec des joints étanches époxydiques surtout dans les pièces lavées à grande eau est à privilégier car il est simple, résistant, peu coûteux et facile à mettre en œuvre (pas de ciment, car non étanche). Les joints doivent être pleins, lisses en affleurant le carrelage. Les joints sont les zones les plus fragiles : ils se creusent sous l'effet de l'acidité du petit-lait en fromagerie et des produits de nettoyage.
- les époxys et les résines en polyuréthane ciment sont une autre solution mais ils vieillissent relativement mal. Ils sont surtout adaptés aux ateliers agro-alimentaires et nécessitent un savoir-faire important lors de la pose.
- le béton lissé avec joints de dilatation en silicone présente une bonne durabilité mais doit être réalisé par un professionnel et nécessite le port de chaussures antidérapantes.
- la peinture alimentaire est déconseillée car elle ne tient pas.

Les murs et plafonds

Les panneaux sandwichs sont préférés à la faïence car plus durables et plus faciles à nettoyer. Comme pour les sols, les peintures alimentaires sont déconseillées (prix élevé et durabilité limitée). Les lambris PVC sont également à éviter en raison de la difficulté pour leur nettoyage.

POUR EN SAVOIR PLUS

- **Recommandations sur la conception d'un atelier agroalimentaire** APCA et Chambre d'agriculture 07 - 2021



LES MAGASINS DE VENTE À LA FERME

Le local de vente ne doit pas être ouvert sur la voie publique et doit protéger les denrées du soleil et des pollutions. Le point de vente, dès lors que des produits animaux ou issus d'animaux sont commercialisés, doit être déclaré auprès de la DD(CS) PP (Direction Départementale de la Cohésion Sociale et de la Protection de la Population).

La réglementation définit 5 catégories d'établissements en fonction du nombre

de personnes pouvant être accueillies. Un magasin de vente à la ferme est généralement classé en 5^{ème} catégorie (établissement accueillant jusqu'à 200 personnes, ce qui correspond à un maximum de 300 m² de surface), y compris pour les magasins de très petite taille.

Les règles à prendre en compte pour les magasins de vente classés en 5^{ème} catégorie sont détaillées dans le tableau 54. Ces derniers doivent notamment avoir un lave-mains à commande non manuelle alimenté en eau potable chaude et froide.

TABLEAU 22 :
EXIGENCES RÉGLEMENTAIRES POUR LES LOCAUX DE 5^{ÈME} CATÉGORIE

Sécurité	
Nombre et taille des ouvertures	Fonction de la capacité d'accueil du bâtiment : <ul style="list-style-type: none"> • moins de 20 personnes (30 m²) : 1 ouverture de 0,90 m ; • de 20 à 50 personnes (30 à 75 m²) : 1 ouverture de 1,40 m ou 2 de 0,90 m et 0,60 m ; • de 51 à 100 personnes (75 à 150 m²) : 2 ouvertures de 0,90 m ou 1 de 1,40 m et 2 de 0,60 m ; • de 101 à 200 personnes (150 à 300 m²) : 1 ouverture de 1,40 m ou 2 de 0,90 m
Ouverture des portes	Dans les locaux recevant plus de 50 personnes, les portes donnant sur l'extérieur doivent s'ouvrir dans le sens de l'évacuation.
Isolement par rapport à un tiers ou à un local à risque (hangar à foin, stockage de cagettes de bois...)	Isolement par des murs et plancher coupe-feu 1 h si tiers ou local contigu. Distance de 5 m si bâtiment en vis-à-vis.
Aménagement intérieur	Utiliser des revêtements et du mobilier peu inflammables (MO). À voir avec le fournisseur du matériel.
Désenfumage	Pas obligatoire pour un magasin de 5 ^e catégorie (uniquement pour une salle de plus de 300 m ²).
Éclairage de sécurité (bloc sortie)	Obligatoire au-delà de 100 m ² .
Moyens de secours	
Extincteurs	1 appareil à eau de 6 litres au minimum, accessible et en état de fonctionnement (contrôlé chaque année).
Système d'alarme	La voix suffit.
Alerte sapeurs pompiers	Par liaison téléphonique, sauf utilisation épisodique de l'ERP (établissement recevant du public).
Plan d'évacuation	Pas obligatoire pour un simple rez-de-chaussée.
Panneau de consignes de sécurité	Conduite à tenir en cas d'incendie et de manœuvre des moyens de secours, numéro d'appel 18 ou 112 et numéro d'appel du propriétaire.
Accessibilité aux personnes handicapées	
Toutes les infos sont sur le site du Ministère : www.accessibilite-batiment.fr . L'accessibilité est obligatoire pour tous les bâtiments existants au 1 ^{er} janvier 2015 et pour les constructions neuves.	

LA GESTION DES EAUX USÉES ET DES DÉCHETS

En parallèle de la conception, tout abattoir, atelier de découpe ou de transformation doit être raccordé à une filière de traitement des eaux résiduelles, soit par un raccordement au réseau d'assainissement collectif s'il existe et avec l'acceptation du syndicat d'assainissement concerné, soit à un système d'assainissement non collectif agréé nécessitant la plupart du temps un bac à graisse en amont du traitement. Dans le second cas, le choix de la filière de pré-traitement et de traitement est laissé à l'appréciation de l'exploitant selon ses contraintes techniques et la nature des rejets.

Quant à la gestion des déchets, ceux-ci doivent être stockés dans de bonnes conditions jusqu'à leur collecte et leur traitement. Les locaux de stockage des déchets devront être dimensionnés et positionnés de façon à permettre leur stockage et faciliter leur évacuation. Pour les déchets d'origine végétale, une collecte sélective doit être mise en place à des fins de valorisations organiques (compostage, méthanisation, etc...).

LES SPÉCIFICITÉS DES ATELIERS DE TRANSFORMATION DE PRODUITS LAITIERS

Le Guide de Bonnes Pratiques d'Hygiène (GBPH) en production laitière fermière est un outil réglementaire européen pour tous les producteurs laitiers fermiers caprins, bovins et ovins. Il traite de l'ensemble de l'activité fermière : production du lait, transformation et commercialisation des produits. Il permet à chacun de formaliser, de lister dans le détail ses gestes quotidiens, d'argumenter sur la pertinence du choix de ses pratiques en termes de prévention des risques sanitaires, de formaliser les moyens, de vérifier l'efficacité des mesures de maîtrise, afin de construire son Plan de Maîtrise Sanitaire (PMS).

À la lecture de la réglementation, pour transformer du lait à la ferme, un atelier doit être composé au minimum de trois pièces : le sas d'entrée, la salle de fabrication, le sas de sortie.

Quel que soit le type de fabrication, ces trois pièces constituent la base de tout atelier. La technologie, le volume de lait transformé, le mode de commercialisation... commanderont les pièces complémentaires : salle de caillage, laverie, séchoir, hâloir, chambre froide, salle d'emballage, salle de vente, cave d'affinage, local de stockage des emballages et du matériel de fromagerie.

POUR EN SAVOIR PLUS

- **Pour une installation réussie en élevage caprin** Institut de l'Élevage - Mars 2019
- **Réussir un atelier de transformation laitière** MRE PACA France, AgenForm Cuneo Italie - 2015
- **Produire et vendre des produits bovins laitiers en circuits courts** Institut de l'Élevage - 2013



LES SPÉCIFICITÉS DES ATELIERS DE TRANSFORMATION DE PRODUITS CARNÉS

Dans le cas de la réalisation ou de l'aménagement d'un local de découpe et de transformation, il est conseillé de soumettre les plans à la DD(CS)PP (Direction Départementale de la Cohésion Sociale et de la Protection de la Population) avant le démarrage des travaux. Comme dans tout laboratoire de transformation, le respect de la marche en avant est la règle de base. Le respect des normes

du Paquet hygiène est bien entendu indispensable pour l'aménagement de l'atelier de transformation.

Tous les animaux doivent être abattus dans un abattoir agréé CE. Seuls les volailles et les lapins peuvent bénéficier d'une dérogation sous certaines conditions dont deux statuts sanitaires sont possibles : les Établissements d'Abattage Non Agréés (EANA) et les abattoirs agréés.

Il est possible d'avoir une salle unique pour la découpe, la préparation froide, la préparation chaude et l'emballage tant qu'il y a une séparation dans le temps des activités. Ce choix peut se justifier pour des petits volumes.

Les ateliers doivent être alimentés en eau potable du réseau ou d'une source agréée par arrêté préfectoral. Les lave-mains sont obligatoirement alimentés en eau chaude et eau froide.

POUR EN SAVOIR PLUS

- Produire et vendre de la viande ovine, bovine, porcine, des volailles en circuits courts Institut de l'Élevage - 2013



TABLEAU 23 :
LES DIFFÉRENTS ÉQUIPEMENTS DES ATELIERS DE TRANSFORMATION

Local et équipements de transformation en produits laitiers (source ARVD)	Commentaires : étapes de fabrication
Local de transformation (terrassement, voirie, réseaux, divers, bâtiment, maçonnerie, sols, murs, isolation, huisserie, plomberie, électricité, évacuation des eaux usées)	Local bâtiment
Tank à lait (2 000 à 3 000 L)	Refroidissement du lait
Pompe de transfert (17 L, 58 L, 100 L/min)	Pasteurisation du lait cru si lait pasteurisé
Cuve de pasteurisation (200 L, 330 L, 520 L)	Pasteurisation du lait cru si lait pasteurisé
Système d'échangeur à plaques (500 L/h) couplé à un système de production d'eau chaude	Pasteurisation du lait cru si lait pasteurisé
Conditionneuse automatique (type yaourts) 2 doseurs avec 2 trémies de 15 L simples	Conditionnement automatique
Marmite inox (20 L, 2 poignées avec couvercle)	Préparation du lait (ajout d'ingrédients)
Marmite inox avec système de trépied à gaz pour chauffage	Pasteurisation
Glacière	Étuvage 42-43 °C
Étuve 140 pots	Étuvage 42-43 °C
Cellule d'étuvage et refroidissement	Étuvage 42-43 °C
Chambre chaude	Étuvage 42-43 °C
Chambre froide	Refroidissement 24-48 h

TABLEAU 23 :
LES DIFFÉRENTS ÉQUIPEMENTS DES ATELIERS DE TRANSFORMATION (SUITE)

Local et équipements de transformation en produits laitiers (source ARVD)	Commentaires : étapes de fabrication
Armoire frigorifique	Refroidissement 24-48 h
Thermoscelleuse	Conditionnement manuel avec thermoscellage mécanique
Conditionneuse thermoscelleuse (1200 pots/h)	Conditionnement automatique avec thermoscellage mécanique
Écrémeuse inox (125, 315, 500, 700 L/h)	Écrémage du lait de traite et conditionnement manuel
Bassine tampon	Écrémage du lait de traite et conditionnement manuel
Baratte verticale 2 vitesses pour barattage et malaxage (20 L, 100 L)	Barattage et malaxage
Moule à beurre en bois (125 g, 250 g, 500 g)	Moulage manuel
Mouleuse à beurre	Moulage mécanique
Bac de caillage (210 L)	Maturation 16 à 30 °C (1 à 5 h)
Cuve à fromage	Maturation 16 à 30 °C (1 à 5 h)
Moule à fromage	Moulage
Table d'égouttage	Égouttage
Bac de saumurage (35 à 75 L)	Salage
Salle de ressuyage	Salle de transition en température de 16 à 18 °C (environ 24 h)
Armoire de séchage (415 L)	Séchage (peut être couplé à l'égouttage)
Cave d'affinage	Affinage
Caisson brossage de fromages (environ 50 fromages / 10 mn)	Affinage
Cuve de fabrication de fromages avec brassage mécanique (220, 330, 520 L)	Maturation (20-35 °C, 30 min à 1h)
Tranche caillé manuel (6 ou 12 lames)	Décaillage
Pelle à caillé	Local bâtiment
Moule à fromage	Refroidissement du lait
Poids de pressage inox pour foncet	Pasteurisation du lait cru si lait pasteurisé
Table de pressage 1870x740 mm avec support de portée 500 kg	Pasteurisation du lait cru si lait pasteurisé
Bac de saumurage (300 L)	Pasteurisation du lait cru si lait pasteurisé
Matériel de saumurage (pour gros volumes) : portique, bac, casier pour grille	Conditionnement automatique
Aménagement d'une cave d'affinage naturelle avec groupe climatiseur (électricité, aération)	Préparation du lait (ajout d'ingrédients)
Brosse à main	Pasteurisation
Table d'emballage	Étuvage 42-43 °C
Étiqueteuse	Étuvage 42-43 °C
Étagère inox	Étuvage 42-43 °C
Balance 6 kg	Étuvage 42-43 °C





Conclusion

Ce document présente de manière synthétique le logement des ruminants sur le territoire français ainsi que les annexes (salles de traite, stockage des aliments, séchage en grange, gestion des déjections, atelier de transformation). Les principaux types de constructions et d'aménagements en élevages bovins, ovins et caprins sont décrits avec des équipements complémentaires parfois indispensables ou optionnels. Des recommandations sont régulièrement proposées dans l'ouvrage. Ces références sont des objectifs à atteindre pour obtenir un bâtiment fonctionnel et assurant à la fois un confort de travail pour l'éleveur et un confort de vie pour l'animal.

Le logement des ruminants, les équipements et les annexes

Les projets de construction et d'aménagement des bâtiments doivent prendre en compte de nombreux paramètres et enjeux. Cet ouvrage permet un aperçu des possibilités. Les solutions techniques telles que décrites s'avèrent nombreuses et non exhaustives. À chacun de faire les bons choix.

