

Quelles innovations pour éliminer l'humidité sur les sols pleins bétonnés des aires de circulation des animaux ?

La réduction de l'humidité dans un bâtiment d'élevage reste une préoccupation majeure. Pour y parvenir, une bonne ventilation est primordiale mais la propreté des sols est un facteur qui contribue fortement à améliorer l'ambiance de la stabulation.

L'objectif de cette brochure est d'apporter quelques réalisations intéressantes sur la conception de sols bétonnés durables, confortables pour les animaux, faciles à nettoyer, mais surtout permettant d'évacuer rapidement l'humidité...



DÉFINITION

D'UNE PENTE TRANSVERSALE ET D'UNE PENTE LONGITUDINALE



Pente transversale

Pente longitudinale

Photo 1 : Racleur adapté aux pentes transversales

POURQUOI VOULOIR MIEUX ÉLIMINER L'HUMIDITÉ DES SOLS PLEINS ?

La plupart des sols pleins en béton sont réalisés avec très peu de pente. La moindre irrégularité des sols est alors à l'origine de la **présence de flaques** (urine, fuite d'abreuvoirs, etc...) : cf. photo 2. Cependant, la contrainte géographique sur des sols naturels sans pente rend parfois difficile la mise en place des pentes lors du terrassement. Certains projets peuvent même se trouver avec une pente naturelle dans le mauvais sens.

Deux enjeux majeurs incitent à évacuer du mieux possible l'humidité des sols :

- **Maîtriser la santé des pieds et les boiteries** qui ont un lien très étroit avec la propreté **et l'humidité des sols**, à l'origine des infections des pieds comme la dermatite digitée, responsable de boiteries.

Par exemple, l'efficacité des traitements des pieds après la traite par la mise en place d'un pédiluve, nécessite que les pieds des animaux restent propres lorsqu'ils se déplacent sur les aires de vie. Un sol propre et sec, sans flaques, est le facteur principal de réussite d'un traitement pédiluve.

La propreté des pieds des animaux est également un facteur essentiel à la **bonne hygiène du lieu de traite**. Elle permet également d'améliorer les conditions de travail en limitant les besoins de nettoyage des trayons et des quais de traite.

- **Limiter les émissions gazeuses ammoniacales** (NH_3) par l'élimination rapide des urines.

L'hydrolyse de l'urée (urine) par l'uréase (bactéries présentes dans les bouses), responsable des dégagements d'ammoniac, intervient dans les 2 heures : l'intérêt de l'écoulement rapide des urines vers la fosse est donc

primordial pour limiter ces émissions dans le bâtiment.

Quelques résultats de travaux néerlandais montrent l'intérêt d'évacuer rapidement ces urines : d'après Bram et al. (1997), l'effet d'une pente de 3 % des bétons raclés 12 fois par jour (toutes les deux heures) par rapport à un stockage en fosse caillebotis sous les animaux, réduit de 21 % les dégagements d'ammoniac.

Aux Pays-Bas, une réglementation sur les émissions d'ammoniac est en place depuis 2015. Des références de sols avec pente en V (cf. chapitre suivant) ont permis de constater une réduction de 21 à 29 % des dégagements d'ammoniac selon le type de déjections (fumier ou lisier) et le type raclage (avec pulvérisation ou non).

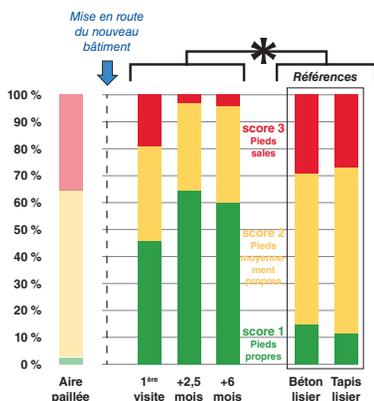
L'Institut de Genech (59) a construit une nouvelle stabulation pour 45 vaches laitières en novembre 2015 : les animaux sont passés d'une aire paillée à un bâtiment logettes matelas avec 200 g/j de paille défibrée. Les bétons de raclage respectent une pente longitudinale de 1,6 % pour un bâtiment de 60 m de long. Deux pentes transversales de 2,5 % vers le milieu de chaque couloir viennent compléter et assurer une bonne évacuation des jus. La figure 1 présente quelques résultats de l'évolution de la propreté de la face dorsale des pieds des vaches laitières qui sont plus propres que dans les élevages équipés de sols de référence sans aucune pente.

En l'absence de possibilité de réaliser une pente longitudinale des sols (ou des pentes inférieures à 0,5 %), les pentes transversales en V sont la seule solution pour éviter les flaques. Dans ce cas, l'installation d'un canal au centre du couloir raclé (cf. photo 3) est



Photo 2 : Présence de flaques

FIGURE 1 : ANALYSE DE 6 MOIS DE SUIVI DE LA PROPRETÉ DE LA FACE DORSALE DES PIEDS DES VACHES LAITIÈRES À L'INSTITUT DE GENECH



indispensable pour récolter les jus. Ce procédé est expliqué dans le chapitre suivant.

L'évacuation rapide de l'humidité des sols présente d'autres finalités.

En système fumier, l'installation du canal central va permettre également un **pré-égouttage des fumiers de logettes** sur les couloirs avant raclage.

Dans le cas d'une réfection des sols, la mise en place de tapis dans les couloirs de circulation associée aux pentes transversales favorisera l'absence d'humidité et donc améliorera l'état de la

corne des onglons et leur santé. En dehors des urines, l'installation d'un canal central permettra également de **drainer et d'éliminer efficacement d'autres liquides** comme :

- les eaux pluviales sur les aires de vie non couvertes,
- les fuites d'eau des abreuvoirs,
- les eaux vertes des aires d'attente intégrées partiellement ou totalement aux aires de vie.

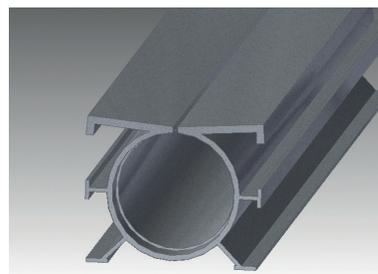


Photo 3 : Canal d'évacuation en kit scellé

QUELLES SONT LES LIMITES OU LES INTERROGATIONS D'UNE ÉVACUATION EFFICACE DE L'HUMIDITÉ ?

La **mise en place des pentes transversales reste très technique** notamment à cause du canal central (cf. figure 3) qui est indispensable. À la place du canal, une rainure profonde de 3 cm de large par 10 cm de profondeur est parfois conseillée pour certaines marques de racleurs.

En cas d'absence de pente longitudinale, **le dimensionnement du canal est primordial** pour un bon fonctionnement. En revanche, le flushing dans ce canal n'est pas une solution envisageable dans le cas où le sol est plat : les risques de débordements sont probables. L'installation « d'obus » ou « de palette » liée au racleur permet d'éliminer les matières grossières et donc de favoriser par la suite les écoulements. Ce système n'est pas possible en racleur hydraulique de type va-et-vient. Dans les autres cas, le retour immédiat du racleur est indispensable, ce qui nécessite une motorisation par couloir.

L'auto-construction est très difficile sauf si l'éleveur possède une grande expérience de la maçonnerie. La maîtrise des doubles pentes (longitudinales et transversales) nécessite un savoir-faire. Le coulage du béton par demi-couloir peut faciliter la tâche.

Le système hydrocurage (avec 2 % de pente minimum) **est inadapté** aux pentes transversales en V.

Avec l'évacuation des jus, se pose la question de **l'efficacité du raclage d'un lisier moins liquide**, notamment avec l'effet des saisons : le risque d'assèchement est amplifié l'été, le croutage et la glissance sont des phénomènes qui peuvent s'amplifier dans ce cas-là. La nécessité de faire des raclages très efficaces (pièces d'usure, brosse sous le rabot, etc...) est essentielle. Dans certains pays, des installations existent avec un arrosage à l'aide de canalisations latérales perforées intégrées dans la maçonnerie des seuils ou des bordures d'auges, mais cette technique reste très compliquée et onéreuse.

Deux solutions d'évacuation efficace des jus sont présentées dans cette fiche :

- les sols bétons pleins avec pentes transversales ou « sols à pentes en V »,
- les sols bétons préfabriqués.

LES SOLS AVEC PENTES TRANSVERSALES VERS LE CENTRE DES COULOIRS OU « SOLS À PENTE EN V »

QUELLES PENTES ?

Pour un écoulement efficace (cf. figure 2), une pente transversale de 3 % est un maximum pour la démarche des animaux mais un objectif pour une élimination efficace et rapide des liquides (cf. figure 2).

À ce jour, les propositions de recommandations sont les suivantes :

- pentes transversales : 2,5 à 3 % (cf. figure 3) ;
- pentes longitudinales : 1,5 %.

Ces recommandations sont un optimum pour une bonne évacuation des liquides dans le canal tout en préservant un confort de déplacement pour les animaux. Les pentes longitudinales plus importantes

peuvent poser des problèmes sur la construction (la charpente peut suivre la pente longitudinale jusqu'à 2% mais tous les constructeurs n'acceptent pas, sinon la création de toiture avec des « redents » est nécessaire).

Un point de vigilance est malgré tout porté sur les effets combinés des pentes transversales et longitudinales !

Un écoulement

3 fois plus rapide

en passant de 1 à 2 % de pente !



Photo 4 : Pentes longitudinales et transversales recommandées

FIGURE 2 : DURÉE DE L'ÉCOULEMENT DES LIQUIDES SUR DU BÉTON SELON DIFFÉRENTS NIVEAUX DE PENTE (STEINER ET AL., 2012)

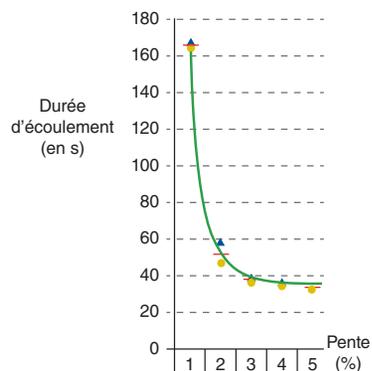


FIGURE 3 : SCHEMA DE RÉALISATION D'UN SOL AVEC DES PENTES TRANSVERSALES

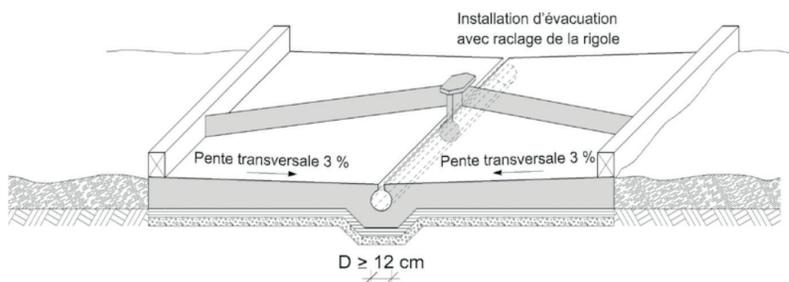


Photo 5 : Préparation de l'emplacement du canal



Photo 6 : Installation du canal



Photo 7 : Ferrailage d'un côté du canal

QUELLE INSTALLATION POUR UNE BONNE ÉVACUATION DES LIQUIDES ?

Mise en place du canal

Les étapes de l'implantation du canal (photos CRD) :

- 1 remblai/terrassement avec pentes souhaitées,
- 2 réalisation d'une semelle de minimum 26 cm de large et de 12 cm de profondeur,
- 3 fixation du canal : une cheville béton tous les mètres de chaque côté,

- 4 emboîtement/collage du canal par portion de 4 m, vérification de l'alignement et de la régularité de la pente,
- 5 ferrailage du 1^{er} demi-couloir,
- 6 coulage et finition du béton du 1^{er} demi-couloir,
- 7 ferrailage du 2^{ème} demi-couloir...

⚠ Liaison ferrailage (semelle et dalles bétonnées).



Photo 8 : Coulage d'un côté du canal



Photo 9 : Ferrailage de l'autre côté du canal puis coulage

Réalisation des empreintes sur béton frais

À la réalisation des bétons, la confection d'empreintes en arêtes de poisson (figure 4) est nécessaire. La dimension optimum de ces empreintes est de 1 cm de large, de 1 cm de profondeur minimum, et un espacement de 10 à 12 cm. Pour réaliser

ces empreintes sur béton frais, un cadre métallique en inox peut être réalisé selon les indications de la figure 5 et les photos de 10 à 13.

Pour un bon écoulement des liquides, le fond des rainures devrait être au niveau du canal en PVC. Pour cela, le béton doit être surélevé de 1 cm par rapport au canal.

FIGURE 4 : ILLUSTRATION D'UNE EMPREINTE EN ARÊTES DE POISSON

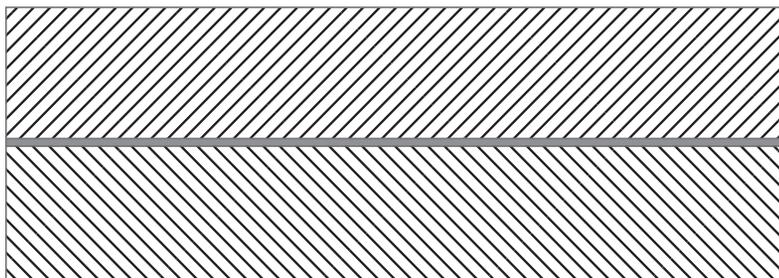
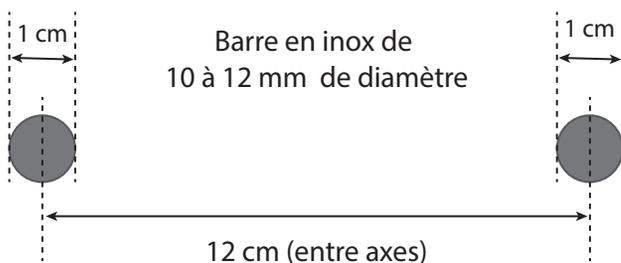


FIGURE 5 : CÔTE DES BARRES EN INOX POUR RÉALISER UN CADRE À EMPREINTE EN ARÊTE DE POISSON



EXEMPLE D'UN CHANTIER

RÉALISÉ PAR LA SICA DE MAÇONNERIE DES COËVRONS (53)



Plaque en inox vue du dessous pour réaliser une empreinte sur béton frais



Finition des empreintes



Réalisation des empreintes à l'aide d'un manche



Rendu final de la réalisation des empreintes

Attention : la réalisation de ces empreintes peut poser des soucis de rapidité de mise en œuvre au moment du chantier !

POUR EN SAVOIR PLUS

« Les sols bétonnés des aires de circulation - Comment améliorer la durée de vie des sols en béton » - Novembre 2021, Institut de l'Élevage, Coll. Essentiel, 12 p.

QUELLES SONT LES SOLUTIONS CORRECTIVES POSSIBLES ?

L'intervention d'une solution corrective doit arriver le plus tardivement possible, au moment où le sol devient glissant et non pour corriger prématurément une mauvaise finition du béton !

Elle doit avoir lieu selon une suite logique : rainurage -> scarification -> décapage thermique.

Le rainurage mécanique longitudinal (figure 6) peut se réaliser avec le même espacement (10 cm) mais moins profond (0,5 X 0,5 cm) pour garder l'écoulement par les arêtes de poisson. Cela aboutit à un rainurage en losanges conforme aux recommandations internationales de la CIGR (Commission Internationale du Génie Rural).

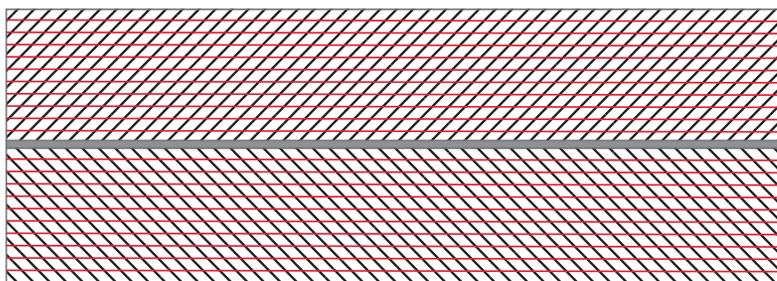
QUELLES SONT LES SOLUTIONS DE RÉFECTION ?

Les solutions de réfection sont à envisager au moment où les facteurs suivants sont détériorés :

- une efficacité du raclage diminuée,
- une glissance de plus en plus prononcée,
- une dégradation excessive sur certaines zones.

Les solutions de rénovation sont à prévoir dès la conception des bétons qui a des conséquences sur les possibilités de réfection par la suite.

FIGURE 6 : ILLUSTRATION D'UN RAINURAGE MÉCANIQUE LONGITUDINAL (LIGNES ROUGES) COMME SOLUTION CORRECTIVE D'UN SOL AVEC UNE EMPREINTE EN ARÊTE DE POISSON DEVENU GLISSANT



EXEMPLE DU BÂTIMENT DE L'INSTITUT DE GENECH

La combinaison des pentes et l'évacuation rapide de l'humidité

- Respect des recommandations : pentes transversales (2,5 à 3 %) + longitudinales (1 à 2 %).
- Un canal d'évacuation en kit scellé dans le béton (CRD) (kit canal 33 €/ml + longrine 55 €/ml)

Un raclage spécifique aux pentes transversales et efficace

- Deux racleurs en W (CRD) pour capter le lisier par demi-couloir et pour limiter le passage de lisier dans le canal lors du raclage (30 000 €).
- Obus de débouchage du canal.
- Bavette caoutchouc en lien avec le sol.
- Raclage 12 fois par jour.

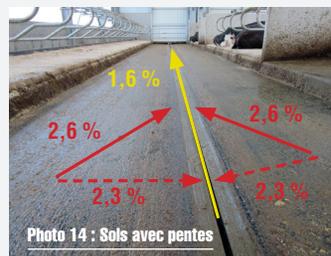


Photo 14 : Sols avec pentes



Photo 15 : Racleur

LES SOLS BÉTONS PRÉFABRIQUÉS

Ces types de sols sont encore peu répandus en France. On en trouve essentiellement en région Hauts de France. Quelques expériences à l'étranger montrent l'intérêt de cette technique :

- la régularité du sol et des pentes au même titre que les sols caillebotis est garantie ;
- l'existence de rainures profondes permet de drainer les liquides facilement ;
- la régularité des rainures offre la possibilité d'installer des racleurs à dents pour nettoyer ces rainures ;
- les bétons préfabriqués présentent l'avantage d'avoir des rainures idéalement profilées et avec une parfaite planéité des surfaces.

Quelques fournisseurs commencent à proposer ce système en France comme la société COBEFA, spécialiste du béton préfabriqué historiquement avec caillebotis et depuis quelques années sur bétons pleins rainurés. Cette entreprise travaille en lien avec le fournisseur de racleurs JOZ.

D'autres marques comme APM proposent des racleurs droits avec dents pour sols rainurés (cf. photo 16).

Les caractéristiques des sols préfabriqués de type COBEFA :

- rainures longitudinales profondes de 25 mm d'ouverture (15 mm au fond) x 30 mm de hauteur ayant un rôle de stockage des liquides (urines) avec un volume de stockage de 4,8 L/m² ;
- rainures obliques : 15 mm de large et moins profondes (10 mm) avec un rôle antidérapant ;
- espacement entre rainures longitudinales de 12,5 cm d'axe en axe soit 10 cm de plat ;
- pente longitudinale = 1 %.

Il est possible de poser ces plaques de façon non jointives sur fosse en remplacement des caillebotis pour permettre la réduction de la surface d'ouverture et donc limiter les émissions gazeuses.



Photo 16 : Racleur de type APM (Source APM)



Photo 17 : Sol préfabriqué COBEFA

EXEMPLE DE SOLS PRÉFABRIQUÉS AU GAEC DES EPECHES (59)

Élevage situé en région Hauts-de-France - 120 VL en zéro pâturage

Bâtiment vaches laitières : 3 rangées de logettes en conduite lisier, 2 robots de traite en circulation libre

Ventilation statique avec rideaux pleins amovibles pilotés par station météo sur les 2 longs pans :

- côté alimentation : rideau sur 2,8 m de hauteur et bardage bois ajouré en partie haute sur 1,8 m ;
- côté opposé (logettes et robots) : mur plein sur 3 m + rideau amovible sur 2,5 m.

Le sol des logettes est en tapis recouvert d'une litière en anas de lin et un asséchant. Le nettoyage est réalisé complètement le matin et un ébousage est effectué le soir. Le choix des matériaux de litière est plus souple qu'en système caillebotis, mais aucune différence n'est constatée par rapport à une conduite lisier classique sur béton rainuré.

Les fréquences d'entretien des aires de circulations des vaches laitières sont les suivantes :

- nombre de passages du racleur dans les couloirs : 12 fois par jour,
- nettoyage des passages : une fois par jour,
- entretien des aires d'accès aux robots : 2 fois par jour.

Les raisons du choix des éleveurs pour les sols préfabriqués pleins rainurés sont multiples :

- une volonté d'arrêter les logettes paillées du précédent bâtiment par manque de main-d'œuvre et de disponibilité de la paille ;
- une solution de sols en caillebotis écartée pour les inconvénients suivants : des odeurs en fosse caillebotis, un terrain défavorable (terrain hydromorphe) obligeant une fosse hors sol, et un projet de méthanisation avec la volonté d'avoir un lisier frais plus méthanogène ;
- une solution de sols bétons classiques non satisfaisante en système lisier où ces derniers sont plus humides et les risques de glissance augmentés, avec des conséquences négatives sur la santé des pieds, la propreté des vaches et la maîtrise de l'hygiène de la traite.



Photo 18 : Stabulation vaches laitières du GAEC DES EPECHES



Photo 19 : Couloir d'alimentation raclé

Les caractéristiques du matériel de raclage de type JOZ :

- racler à vitesse variable : réglage à 4,4 m/min ;
- réglage de la charge de sécurité pour arrêter le racler notamment avec les vaches à l'auge ;
- rabot équipé d'une pièce d'usure en caoutchouc avec dents (support métallique et pièce d'usure en caoutchouc) pour nettoyer les rainures, nécessitant une surveillance de l'état de la pièce d'usure pour la changer avant la dégradation du sol par les parties métalliques.

Attention aux cailloux ou autres éléments susceptibles de se coincer dans les rainures et qui peuvent être à l'origine d'un blocage du racler !

L'efficacité du raclage l'été est correcte du moment qu'il fonctionne en continu avec du lisier frais. Certaines zones sèches restent parfois problématiques. Les raclers à dents avec pièces d'usure

présentent le gros avantage d'éviter tout croûtage sur la zone raclée. De même, la profondeur des rainures semble améliorer l'efficacité du raclage en évitant également le croûtage.

Le côté anti-dérapant des sols préfabriqués réduit efficacement les phénomènes de glissance.

Le coût de la mise en place des sols préfabriqués est supérieur à un béton coulé classique : de l'ordre de 75 € le m² (hors terrassement).



Photo 20 : Racler de type JOZ

SOLS EN PENTE ET/OU SOLS PRÉFABRIQUÉS : DES SOLUTIONS D'AVENIR...

Les sols bétons pleins à pentes transversales ou les sols préfabriqués pleins rainurés sont des solutions alternatives aux caillebotis. Ils permettent notamment une anticipation à des évolutions réglementaires prochaines, notamment sur les dégagements d'ammoniac, tout en conservant un confort de déplacement intéressant pour les animaux.

Ces solutions permettent d'éliminer efficacement l'humidité des sols de manière à favoriser une bonne ambiance de la stabulation et surtout un bon état de santé des pieds des animaux.

POUR EN SAVOIR PLUS

- « Impact des sols de circulation sur la santé des pieds des vaches » - Institut de l'Élevage – Décembre 2017



- « L'asphalte pour les aires d'exercice des bovins » - Institut de l'Élevage – Janvier 2018



- « La propreté des sols des bâtiments pour vaches laitières : préconisations d'entretien et perspectives d'amélioration » - Institut de l'Élevage – Octobre 2017

