

Dans un bâtiment d'élevage, un éclairage efficace permet de bonnes conditions de travail et de sécurité des éleveurs et des intervenants. Il est aussi nécessaire au bien-être des animaux et à l'expression de leurs comportements naturels. L'éclairage permet aussi d'avoir des animaux non stressés ce qui facilite leur conduite et leurs soins collectifs et individuels. Il contribue donc aux résultats techniques du troupeau.

L'éclairage naturel dans le bâtiment

Aire de vie des animaux

La lumière naturelle est nécessaire mais variable selon les saisons. En hiver, les rayons du soleil vont réchauffer les animaux, assécher la litière et favoriser l'assimilation de la vitamine D. Mais en été, le rayonnement direct du soleil va contribuer à augmenter fortement la température ressentie par les animaux, pouvant provoquer un stress important en cas de températures élevées.

La pose de plaques translucides en toiture sur les côtés exposés au soleil doit être proscrite. Si nécessaire, une pose sur les rampants nord et nord-est sera privilégiée. La pose doit se faire en damier et surtout pas en ligne. La réduction de la luminosité en toiture peut être compensée par la pose de bandes éclairantes latérales, sur les longs-pans ou en pignons, en restant vigilant côté ouest. Pour ne pas gêner les animaux, très sensibles aux variations de lumière, une pose en bandeau horizontal est préférable.

Le faitage classique est à préférer au dôme éclairant qui amplifie l'effet de serre. Toutefois un dôme éclairant de faible largeur (80 cm) et ventilé est une solution envisageable lorsque la toiture est totalement opaque (panneaux isolants « sandwich » par exemple) et que le bâtiment est de grande largeur.

Traite

Pour limiter le rayonnement de la toiture de l'aire d'attente, il est déconseillé de poser des tôles translucides en toiture, surtout côtés sud ou ouest. L'isolation en toiture, même si c'est une option, apporte un confort thermique intéressant. En salle de traite, des fenêtres latérales coulissantes ou oscillo-battantes permettent de ventiler au-dessus du niveau du quai. Attention toutefois à les placer au-dessus de la tête des bovins pour ne pas les éblouir.

Un puits de lumière peut être installé au niveau de la fosse de traite ou des zones de circulation des personnes. La lumière est transmise depuis l'extérieur jusqu'au diffuseur installé au plafond avec un conduit réfléchissant. Un puits de lumière peut restituer aisément une intensité d'une centaine de lux à 2 m sous le diffuseur même par temps nuageux. Ce système peut être coûteux s'il est nécessaire de modifier la charpente.

L'éclairage artificiel

L'installation des luminaires doit permettre d'obtenir un niveau et une répartition de l'éclairage adaptés à l'usage qu'il doit satisfaire, sans provoquer d'éblouissement (animaux et personnes), en sachant que la vision des animaux est très différente des humains (voir encadré).

Tubes fluorescents ou éclairage LED

L'éclairage artificiel peut se faire avec des tubes fluorescents à haut rendement ou des LED.

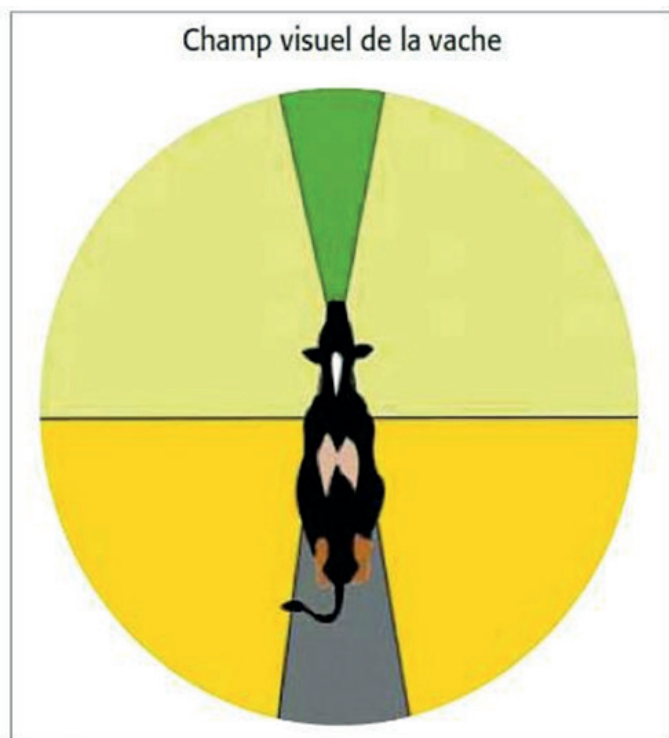
Les LED émettent une lumière enrichie en bleu qui correspond à l'émission d'une proportion plus importante de rayonnements à des longueurs d'ondes courtes (de 350 à 500 nanomètres environ). Ce spectre de lumière est très adapté pour la vision des bovins (voir encadré). Par contre, pour les humains, la lumière bleue a des effets physiologiques qui, à des niveaux de luminance élevés, peuvent entraîner des atteintes de la rétine. Afin de limiter ces risques de lésions de l'œil, il est recommandé d'utiliser des LED ou des luminaires à LED classés GR0 ou GR1 selon la norme EN 62471.

L'éclairage LED permet de faire varier l'intensité lumineuse, par exemple dans le cadre de programmes lumineux ou d'éclairage complémentaire naturel, tout en garantissant des économies d'énergie non négligeables (de l'ordre de 80 à 90 %). L'installation de tubes LED constitue un investissement supérieur aux néons, mais a une durée de vie beaucoup plus importante (de l'ordre de 5 fois plus).

Pour éviter une surconsommation, plusieurs circuits d'éclairage peuvent être installés : par exemple pour les aires de vie, un circuit pour les zones de couchage, et un 2ème plus puissant au niveau des zones de circulation et d'alimentation.

Eclairage et vision des bovins (Berger, 2016)

La rétine des bovins leur permet d'avoir une vision nocturne efficace mais nécessite cinq fois plus de temps que ceux des humains pour s'accommoder à l'obscurité. Ceci explique leur forte sensibilité visuelle qui entraîne des phénomènes d'éblouissements et d'effets d'ombres liés aux reflets (carrés lumineux au sol, reflet de vitres ou sur de l'inox...). Ce phénomène est observé par exemple dans les couloirs de contention éclairés par des fenêtres. Ces reflets sont vécus comme des obstacles à franchir par les animaux et ralentissent voire stoppent leur marche. Il faut donc proposer un éclairage uniforme sans reflets pour éviter la peur des animaux, en sachant qu'ils se déplacent plus facilement vers l'endroit le mieux éclairé, sans éblouissement.



- Angle mort – la vache ne voit rien.
- Zone postérieure – la vache perçoit surtout les mouvements.
- Zone latérale – la vache voit en deux dimensions.
- Vision binoculaire -la vache peut estimer les distances.

D'après: Service de prévention des accidents dans l'agriculture, SPAA

Les bovins voient essentiellement les ondes bleu-vert et très peu dans le spectre rouge. Leur vision en couleurs peut donc être comparée au daltonisme rouge-vert chez les humains. Le choix de la source lumineuse doit en tenir compte.

Contrairement aux prédateurs qui ont les yeux positionnés à l'avant du visage, ceux des animaux « de proie », comme les bovins à l'origine, sont sur le côté. Les bovins ont donc un champ de vision plus panoramique qui explique leur perception difficile des distances ou des reliefs avec une vision binoculaire très limitée (voir schéma).

Par ailleurs, les vaches ne voient net que de près et en particulier pour brouter. Par contre, elles perçoivent davantage les mouvements que les humains. Elles reconnaissent 40 à 60 images par seconde, contre 25 pour les humains. Les mouvements brusques, le fait d'agiter les bras, ou des objets qui bougent attirent l'attention des bovins et leur font facilement peur. Il faut donc les éviter.

Les zones à bien éclairer en priorité sur le lieu de traite

- L'espace de travail autour des mamelles,
- Les faisceaux trayeurs et les compteurs à lait,
- Les zones de lecture des boucles d'identification,
- Les escaliers.

Ne pas oublier l'entretien des luminaires

L'entretien périodique de l'installation d'éclairage (nettoyage extérieur et intérieur le cas échéant, changement des lampes défectueuses), est nécessaire pour lui conserver toute son efficacité :

- Au minimum une fois par an de manière générale
- Au moins tous les 6 mois pour les endroits poussiéreux

Les mesures de l'éclairage artificiel

Les unités de mesure de l'éclairage

- Flux lumineux (ou puissance de l'éclairage) = quantité de lumière fournie par une lampe exprimée en lumens (lm)
- Efficacité lumineuse = rendement de l'équipement = rapport entre son flux lumineux et sa puissance électrique, exprimée en lumens/watt (lm/W)
- L'éclairage effectif (ou éclairement, ou intensité lumineuse) à la hauteur souhaitée (yeux des animaux ou des personnes pour leurs déplacements, leurs activités...) exprimé en lux (1 lux = 1 lumen/m²). Le graphique 1 résume ce principe. C'est le principal critère à mesurer pour un diagnostic de l'efficacité de l'installation. Donc, par exemple, plus les luminaires sont hauts, plus la surface éclairée est importante et plus les lumens produits sont « dilués » sur une surface importante

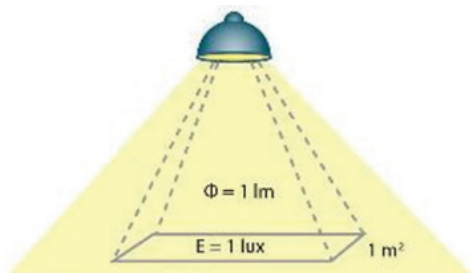


Figure 1 : définition d'un lux (Massabie, 2013) (Φ = flux lumineux ; E = éclairement)

Recommandations d'éclairage et hauteurs des mesures

Réglementation pour les personnes selon la norme NFX35-103 (Juin 2013)

	Valeur minimale d'éclairement
Locaux affectés au travail et leurs dépendances <ul style="list-style-type: none"> • Voies de circulation intérieures • Escaliers et entrepôts • Locaux de travail, vestiaires, sanitaires • Locaux aveugles (absence d'ouvertures vers l'extérieur) affectés à un travail permanent 	<p>40 lux</p> <p>60 lux</p> <p>120 lux</p> <p>200 lux</p>
Espaces extérieurs <ul style="list-style-type: none"> • Zones et voies de circulation extérieures • Espaces extérieurs avec travaux à caractère permanent 	<p>10 lux</p> <p>40 lux</p>

Recommandations :

Localisations	Hauteur des mesures	Flux lumineux en lux	
		Valeurs minimales	Valeurs optimales
Box d'intervention <ul style="list-style-type: none"> • Vêlage • Soins 	1,2 m (œil animal debout)	250 150	400 150
Salle de traite <ul style="list-style-type: none"> • Fosse de traite • Mamelles 	1,60 m (œil personne debout) 1,2 m (niveau mamelle = bras à l'horizontal)	150 200	200 400
Laiterie <ul style="list-style-type: none"> • Général • Cuve de réfrigération 	1,60 m (œil personne debout) Ouverture de la cuve	250 150	300 150
Logement des animaux <ul style="list-style-type: none"> • Zones de circulation • Zone de couchage 	1,2 m (œil animal debout) 0,7 m (œil animal couché)	80 20	100 50
Bureau, ateliers	1,2 m (œil personne assise)	200	400

Localisation des mesures

Afin d'apprécier le niveau et l'homogénéité de l'éclairage souhaités selon les différentes sources lumineuses, les mesures se font à hauteur des yeux des animaux (ou des intervenants selon les postes) :

- Sous chaque luminaire
- Aux points intermédiaires entre chaque paire de luminaire
- Dans les zones complémentaires : exemple : bordure d'aire de vie, postes de travail fixe (bureau, zones de soins sur les animaux, entrée de la cuve de réfrigération...)

Matériel de mesure

Le capteur du luxmètre doit être posé bien horizontalement sur une plateforme à la hauteur souhaitée (voir photo du dispositif de la ferme de la Blanche Maison). Le capteur doit être séparé du boîtier de mesure par un cordon d'au moins un mètre (voir photo). Cela permet non seulement de poser le capteur sur la plateforme, mais aussi que l'opérateur s'éloigne du capteur pour ne pas perturber la mesure de l'éclairage.



Les références

Blanchin J.Y., 2012. L'éclairage artificiel des bâtiments d'élevage de ruminants. Institut de l'Élevage, collection L'essentiel, 20 pages.

D'Hooghe C., Gallien M., 2012. Bâtiments d'élevage bovin : Concevoir et aménager des lieux de travail sûrs
MSA Haute-Normandie, 62 pages
<https://ssa.msa.fr/wp-content/uploads/2019/04/guide-ba%CC%82timents-de%CC%81levage-bovin.pdf>

Massabie P., 2013. Apporter la bonne quantité de lumière au bon endroit Tech Porc, Juillet - Août 2013, n° 12, 21-23.
https://www.ifip.asso.fr/sites/default/files/pdf-documentations/techporc_massabie_n12_2013.pdf

Norme NF X35-103 Ergonomie — Principes d'ergonomie applicables à l'éclairage des lieux de travail, juin 2013

Berger J., 2016. La vision des vaches. Revue suisse TORO produite par Swissgenetics, 4/16.
https://die-fruchtbare-kuh.ch/fileadmin/user_upload/customers/swissgenetics/Dokumente/Beratungsartikel/2016/La_vision_des_vaches_0416_f.pdf

Cas de la ferme expérimentale de la Blanche-Maison

Diagnostic sur l'aire de vie des animaux

Eclairage naturel :

Sur le site, il y a deux types de bâtiment, l'un plus ancien et une extension plus récente.

Le bâtiment récent : étant utilisé principalement en période hivernale, la proportion de plaques translucides en toiture est importante sur ce bâtiment en double bipente (voir vue ci-dessous). Malgré la présence de panneaux photovoltaïques côté sud-est, l'éclairage naturel est correct grâce à une hauteur de bardage bois importante (hauteur total du pan de 5,2 m à la gouttière). Par contre, la hauteur du bardage bois côté nord-ouest est très limitée (hauteur du pan à la gouttière de 3,9 m) et l'éclairage naturel est insuffisant.

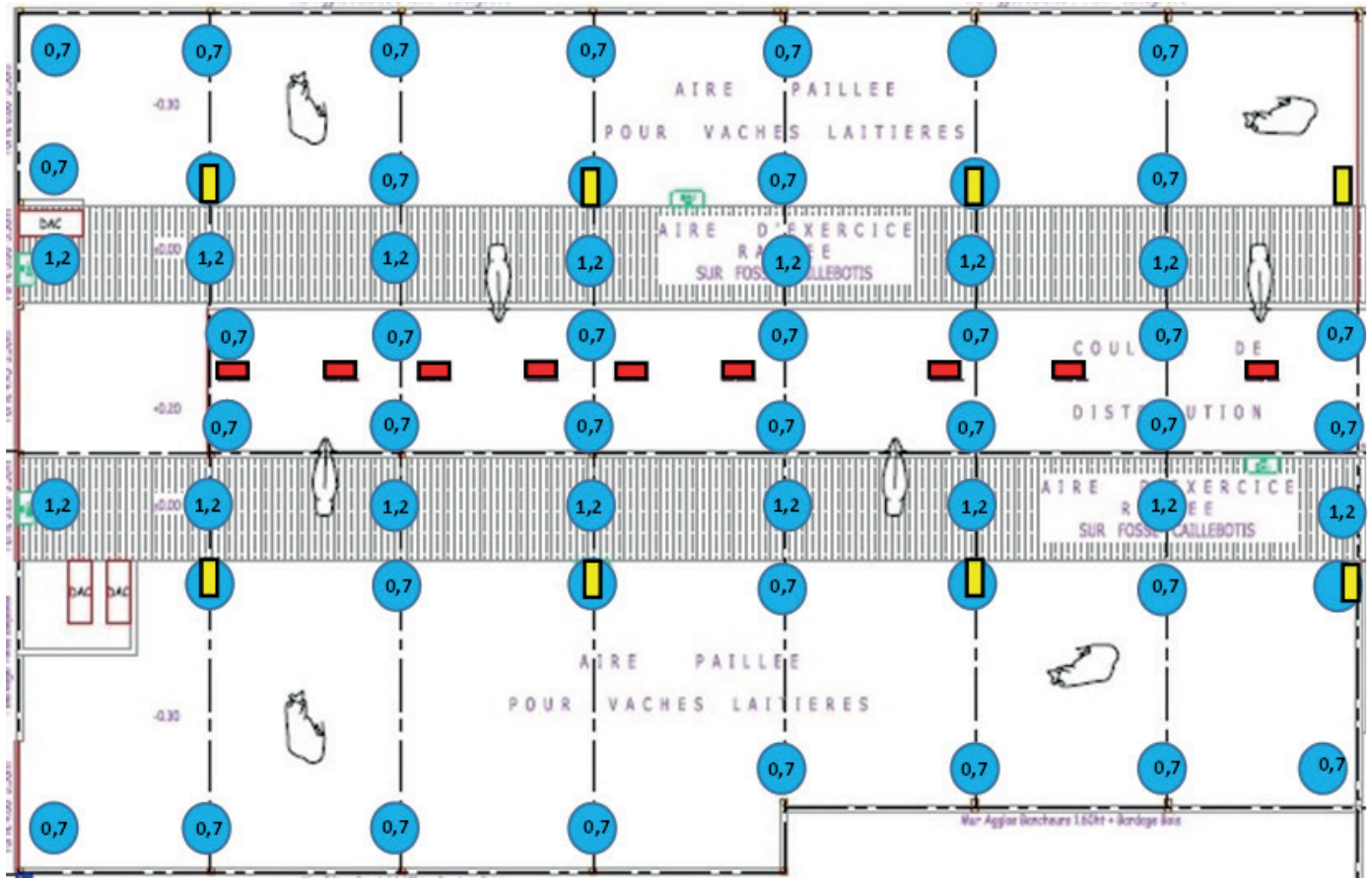
Le bâtiment ancien : la proportion de translucides est plus faible et ils sont très opaques (vieillessement, état...) et les bardages en bois ajourés sont très limités. Malgré les fentes sur le haut d'une partie des ondulations des plaques en fibrociment, l'éclairage naturel est très insuffisant.



Vue aérienne des bâtiments du site laitier de la Blanche-Maison (source : Google earth)

Eclairage artificiel :

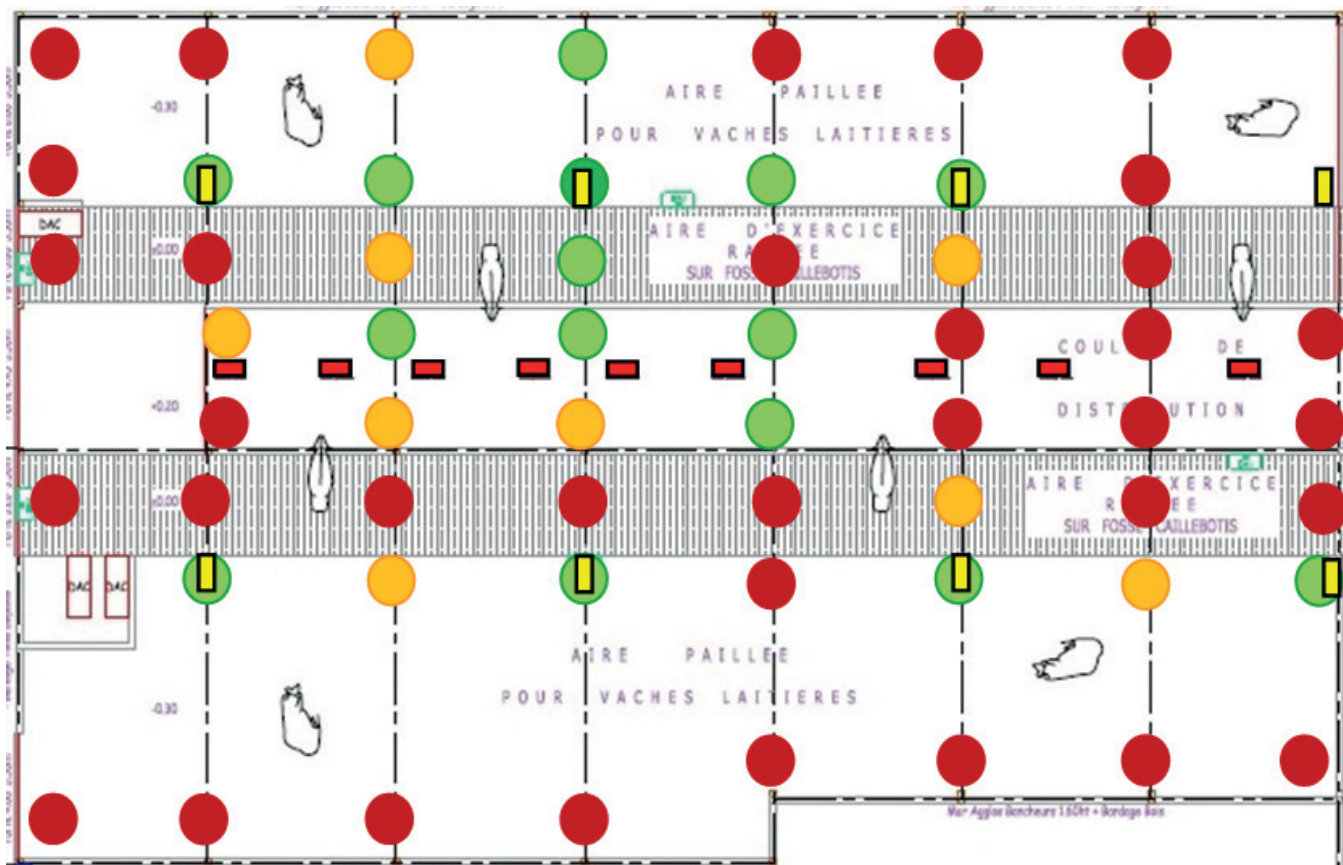
Le plan ci-dessous de l'aire de vie des animaux précise le positionnement des luminaires (néons et LED) et les points de mesures du flux lumineux avec un luxmètre.



Légende :  néons  LED  1,2 Points et hauteur des mesures avec luxmètre

Les résultats du diagnostic sont précisés dans le tableau 2 et dans le plan de mesure dans le bâtiment et montre que :

- L'éclairage artificiel est globalement très hétérogène et très insuffisant en comparaison aux recommandations,
- Lampes LED au niveau du couloir de distribution :
 - o La ligne de lampe LED est un peu excentrée du milieu du couloir de distribution. L'éclairage artificiel de l'auge est donc meilleur du côté nord-ouest, de même que le couloir de circulation, en comparaison au côté opposé.
 - o Elle n'est pas homogène avec un éclairage :
 - Insuffisant sur la 1ère travée du bâtiment récent (sans lampes LED)
 - Correct sur les autres travées du bâtiment récent (2 lampes LED par travée)
 - Insuffisant sur les travées de l'ancien bâtiment (une lampe LED par travée)
- Lignes de néons à l'avant de la zone de couchage
 - o Globalement l'éclairage est correct sous la ligne des néons à l'avant des aires paillées
 - o Par contre, l'éclairage est très insuffisant à l'arrière des aires paillées et au niveau des aires de circulation.
 - o A signaler : un néon situé au milieu de l'aire de vie nord – ouest apporte un éclairage élevé (112,5 lux sous le néon) sur un rayon de plus de 5 mètres, qui est beaucoup plus efficace en comparaison aux autres. Raisons : puissance supérieure, meilleur état ?



Légende : ■ néons ■ LED ● insuffisant ● proche ● conforme ● supérieur

Tableau : Résultats des contrôles de flux lumineux :

vert = bon (objectif atteint), orange = moyen (proche de l'objectif), rouge = mauvais

date	12/02/2020	heures de mesure	18H45 - 19H45	Luminosité extérieure	nuit
Eclairage lors des mesures	Néons des aires paillées et LED du couloir de distribution allumés				

Localisation des mesures		objectif	1 m du mur	lignes néons	lignes néons	lignes néons	lignes néons	lignes néons		
Aire Paillée arrière NORD	fond (1 m du mur)	20 à 50	8,6	12,6	19,2	46,2	13,3	9,9	6,2	
	AP ligne des néons		8,7	45,3	25,7	112,5	25,1	25,6	16,9	
	milieu aire d'exercice	80 à 100	8,8	47,7	58,6	94,4	31,5	78,7	29,7	
Couloir distribution	auge côté AP arrière	100		88,4	111,5	106,6	99,7	67,5	49,6	47,1
	auge côté AP avant		44,2	79,6	69,2	108,9	41,3	41,4	41,8	
Aire paillée avant SUD	milieu aire d'exercice	80 à 100	8	37	30	33	16	56	23	49
	AP ligne des néons	20 à 50		56,5	19,5	35,2	16,7	50,8	18,5	43,6
	fond AP (1 m du mur)		2,7	4,2	3,2	3,5	5,4	6,8	4,4	4,5

Propositions d'amélioration de l'existant

Eclairage naturel

- La réfection de la toiture amiantée et de la charpente de l'ancien bâtiment permettrait d'améliorer son éclairage naturel. Toutefois, la proportion de translucides devra être limitée dans la perspective d'une utilisation estivale du bâtiment en lien avec le réchauffement climatique et la moindre pousse estivale de l'herbe

La zone d'aire d'attente, utilisée toute l'année avec une concentration animale importante, n'aura pas de translucides.

- Bardage du nouveau bâtiment en prolongement du plus récent : Le bardage bois nord-ouest du bâtiment récent apporte une luminosité insuffisante du fait de sa hauteur limitée. Il faudrait privilégier une solution avec brise-vent amovible, plutôt que du bardage bois fixe comme actuellement, tant sur le nouveau bâtiment que pour celui qui reste en place.
- La présence de panneaux photovoltaïques sur une partie du bâtiment récent et la perspective d'en installer sur le nouveau bâtiment aboutiront à l'absence de translucides sur les rampants de toitures orientés sud-est. Par conséquent, le bardage ventilant sud-est d'une surface plus importante devra aussi apporter plus d'éclairage naturel, comme celui du long pan nord-ouest.

Eclairage artificiel des bâtiments existants

- Le dimensionnement de la nouvelle installation d'éclairage artificiel est possible avec un logiciel gratuit comme DIALux evo (Allemagne) peu utilisé pour les bâtiments d'élevage (1ères expériences en bâtiments porcins). L'objectif est de simuler un flux lumineux permettant un éclairage conforme aux recommandations selon la nature de la source, par zone et avec une répartition et une hauteur des luminaires dans le bâtiment.
- Pour améliorer l'homogénéité et l'intensité de l'éclairage artificiel de l'aire de vie des animaux dans le bâtiment existant, la combinaison suivante devrait être simulée :
 - o Une ligne de néons située au milieu de chaque aire de couchage (objectif = 50 lux au niveau des yeux des animaux couchés)
 - o Une ligne de LED située au-dessus de chaque ligne de cornadis afin d'assurer un éclairage de 100 lux au niveau de l'auge et du couloir de circulation à l'avant de l'aire paillée. Avec un double couloir de circulation, la combinaison des flux lumineux au milieu du couloir central permettra aussi d'obtenir un éclairage suffisant pour les personnes présentes sur cette zone.

Contacts

- Les conseillers Bâtiment – Chambre d'agriculture de Normandie
- Service Capteurs-Equipements-Bâtiments- Institut de l'Elevage

Action réalisée en partenariat par



Action financée par :

