



La ventilation naturelle : les références techniques

Bertrand FAGOO

bertrand.fagoo@idele.fr

Tanguy MOREL

tanguy.morel@idele.fr

2

La ventilation naturelle

- Les conditions d'ambiance à l'intérieur dépendent de celles à l'extérieur
 - Absence de maîtrise des paramètres d'ambiance
- Eviter de dégrader les conditions d'ambiance à l'intérieur/extérieur
 - Attention à l'accumulation d'humidité dans des bâtiments trop fermés
 - Protéger les animaux l'hiver des courants d'air et de la pluie
- Tamponner les variations climatiques



Séquence participative autour des variables climatiques

- Quelle est la température de confort ? Pour les jeunes, pour les adultes ?
- Quel taux d'humidité ?
- Quelles vitesses d'air faut-il recommander ?



Date _____ Titre de la présentation _____ 4

 TEMPÉRATURE



 VITESSE DU VENT

 HYGROMÉTRIE

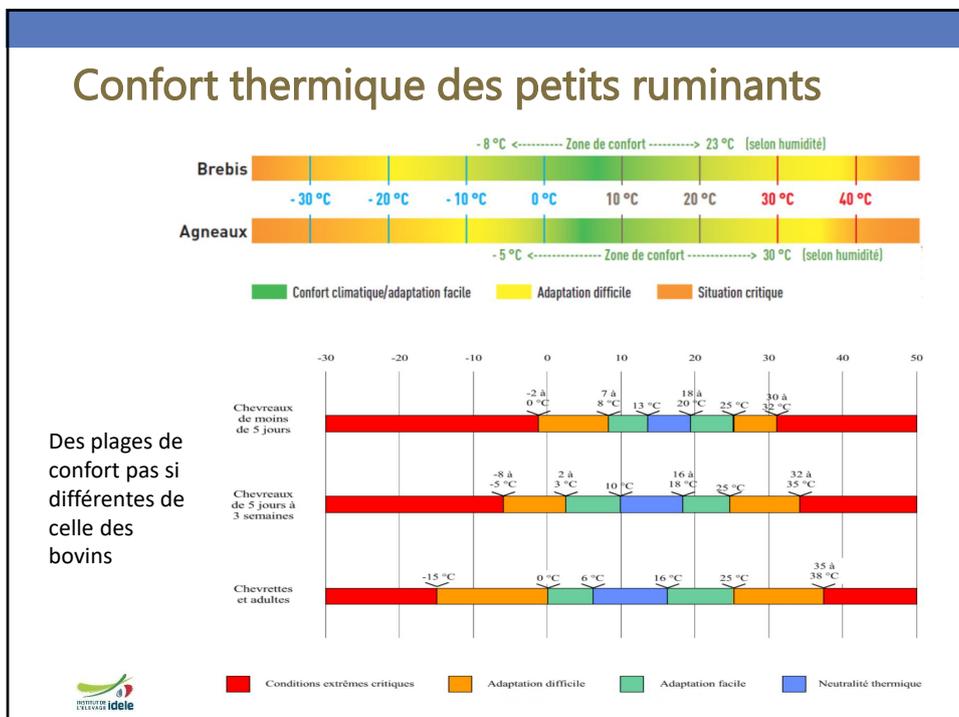
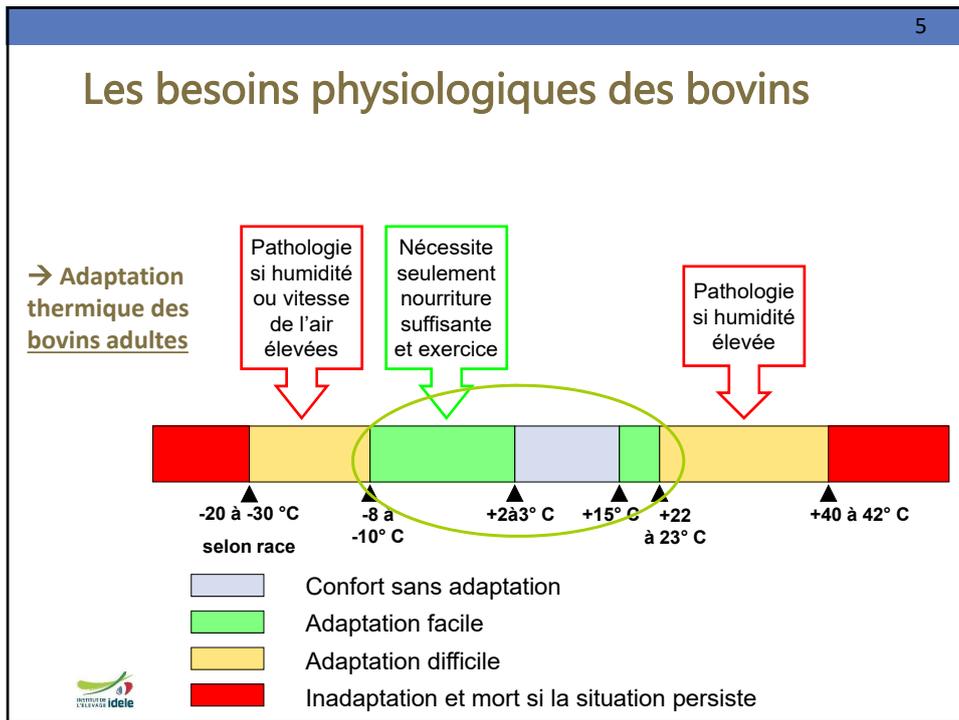
 RAYONNEMENT

Crédit Cniel

RÉSUMÉ DE L'IMPACT DE DIFFÉRENTS PARAMÈTRES SUR LA TEMPÉRATURE RESENTIE PAR L'ANIMAL

	Hiver	Période chaude
Vitesse d'air élevée	défavorable	favorable
Humidité élevée	défavorable	défavorable
Rayonnement solaire élevé	favorable	défavorable





L'humidité joue un rôle essentiel lorsque son niveau est élevé



- **En HIVER :**
 - Quand la température est faible, la capacité de l'air à « stocker » de l'eau est limitée, la condensation est donc plus rapide.
 - Elle accroît les pertes thermiques.
 - L'animal se refroidit plus rapidement si il a le pelage humide
- **En ETE :** Une humidité relative élevée pénalise l'évacuation de la chaleur par l'animal et accentue la température ressentie

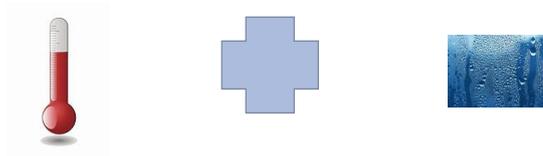
Quel taux d'humidité viser ?

- On ne le maîtrise pas !
- Le taux d'humidité dépend des conditions extérieures
- Il faut éviter l'accumulation d'humidité au sein du bâtiment
- En pratique plage de 40% à 70% d'humidité relative
- Moins de 30% : assèchement, irritation



9

Température de la litière et humidité : un beau cocktail !



- Développement microbien
- Associé à un chargement élevé

=> Risques sanitaires



10



Sensibilité des ruminants à la vitesse de l'air en hiver

- **Une vitesse d'air élevée augmente les pertes de chaleur et diminue la température ressentie par l'animal**
- **Bovins adultes (VL, VA sans veaux)**
 - Meilleure tolérance aux vitesses élevées
 - Vitesse d'air élevée en hiver = inconfort climatique
 - Mais pas de risque de pathologie si < 2m/seconde
 - **Confort si < 0,5 à 1 m/s**
- **Petits ruminants adultes, jeunes bovins et renouvellement**
 - Vitesse inférieure à 0,5 m/s (état permanent)
 - Tolérance = 1m/s en pointe
- **Jeunes animaux (veaux, agneaux-agnelles)**
 - Vitesse inférieure à 0,25 m/s (état permanent)
 - Tolérance = 0,5m/s en pointe
 - L'augmentation de la vitesse de l'air abaisse la « température perçue » par un jeune ruminant : Environ 2 à 4°C / 1 m/s



En ÉTÉ, le courant d'air est bénéfique



- La température perçue par l'animal est d'autant plus basse qu'il est exposé à un courant d'air rapide
 - L'air évapore l'eau présente à la surface de la peau et consomme des calories
 - Vaporisation de l'eau (changement d'état)
- Cela peut suffire à éviter un pic de stress thermique
 - Ventilation naturelle basse
 - Ventilation mécanique : objectif 1m/sec



Le rayonnement solaire : bénéfique l'hiver mais à éviter l'été



De la vitamine D l'hiver et un assèchement de l'étable



Une surchauffe du bâtiment préjudiciable au confort des animaux l'été



Luminosité intérieure l'hiver : 150/200 Lux

Que voyez vous ?



Voyage d'étude 2021
GIE Elevages de Bretagne
Espagne



Voyage d'étude 2021
GIE Elevages de Bretagne
Espagne
Crédit Eilyps – A.Edlinger

13

Que voyez vous ?

Mesure de la température
ambiante :
24,3°C



Mesure de la température du
globe noir :
27,4°C



14

Réduire le rayonnement



Thermomètre à globe noir
Mesure de la température corrigée du rayonnement



Les bâtiments aujourd'hui

- Des hauteurs des bâtiments plus importantes
- Davantage d'animaux => des bâtiments plus larges
- Les volumes sont SOUVENT très supérieurs à l'OPTIMUM

➔ La **ventilation** naturelle est **perturbée**

Conséquences d'un trop grand volume



Enveloppe importante (grande surface d'échange avec l'extérieur)

Fortes pertes calorifiques en hiver

Baisse de température interne au bâtiment.

L'air se refroidit vite sans atteindre le faîtage

Effet cheminée inopérant.



Grande difficulté à faire circuler l'air à travers le bâtiment

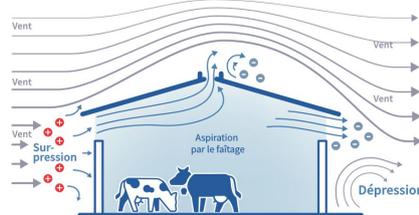
Accumulation de chaleur



Bien renouveler l'air des bâtiments

Effet prépondérant mais des dispositions à prendre quand on élargit les bâtiments

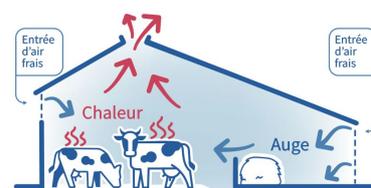
Ventilation par effet vent



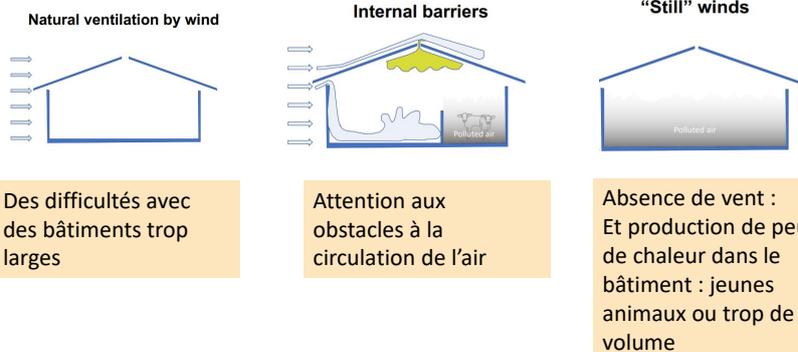
Effet limité

- Quand la taille des bâtiment augmente
- L'été

L'effet cheminée



Nurserie et bâtiments de grand volume



Source : Université de Madison



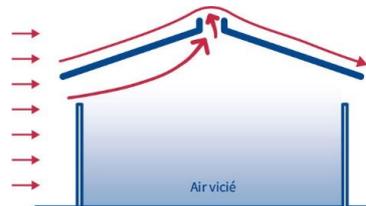
Différence entre les périodes froides et chaudes

Air extérieur plus froid qu'à l'intérieur



Taux de renouvellement : 4 à 20 fois par heure

Air extérieur plus chaud qu'à l'intérieur



Situation possible même l'hiver quelques heures par jour



21

Que voyez vous ?



22

L'implantation a de lourds impacts sur le fonctionnement du bâtiment



L'implantation a de lourds impacts sur le fonctionnement du bâtiment



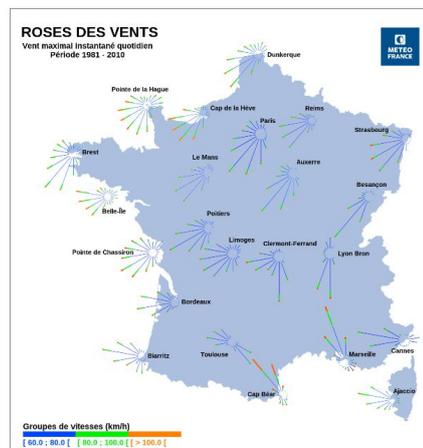
Attention aux perturbations de la ventilation provoquées par des retombées ou des rebonds d'air, dues à la proximité d'un autre bâtiment, d'un talus ...



Le vent, principal allié de la santé animale !

Choisir l'orientation !

Roses des vents : période 1981 - 2010



Roses des vents de 23 stations sur 30 années de 1981 à 2010



Des situations très diverses en France

- Plusieurs filières de ruminants
- Des conditions très variables d'implantation et d'exposition au vent
- Des bâtiments de plus en plus grands et de plus en plus difficiles à ventiler



INSTITUT DE L'ÉLEVAGE **idelle**

26

Le fonctionnement de la ventilation naturelle :

- « L'effet cheminée » ne fonctionne pas toujours !
 - Il n'y a plus assez de chaleur produite (et conservée dans le bâtiment) pour créer le mouvement ascensionnel
 - De plus en plus de place prise par les couloirs
 - Plus de surface accordée à chaque animal
 - Des pertes considérables par la toiture et les bardages
 - Les bâtiments sont très hauts
 - Les bâtiments sont très larges
 - Trop de distance entre une entrée et une sortie d'air
- **CONSEQUENCE**
 - L'air chaud s'arrête à quelques mètres du faîtage

INSTITUT DE L'ÉLEVAGE **idelle**

Des recommandations d'ouvertures minimales à adapter

- Avec peu de surface d'ouverture
 - Le gradient de pression est trop faible
 - L'air ne se met pas en mouvement
 - Pas de ventilation par vent faible
- Avec des distances entrées/sorties trop importantes
 - L'air circule moins vite dans le bâtiment et au travers des ouvertures
 - Pour une même surface d'ouverture, **beaucoup MOINS de DEBIT** de VENTILATION que dans un bâtiment de dimension plus réduite



Les références usuelles

1 : R R' et R''

Recommandation de surface d'ouverture libre (c'est-à-dire sans brise-vent) en m²/animal par ouverture

R : Un bipente

R' : Deux bipentes accolés

R'' : Trois bipentes accolés

2 : Référence de volume en m³/animal

Catégorie	Surface(1)	Volume(2)
Jument (poulinière) de trait suitée ou cheval de trait adulte	0,15	35
Vache laitière > 7000l/an	0,15	35
Jument de trait seule	0,12	30
Vache allaitante et son veau	0,12	30
Vache laitière <=7000 l/an	0,12	30
Jument (poulinière) de sang suitée ou cheval de sang adulte	0,1	25
Poulain de trait 18-24 mois	0,1	25
Taurillon d'un poids de 400 à 600 kg	0,1	25
Vache tarie	0,1	25
Génisse de 400 kg	0,08	20
Jeune bovin mâle d'un poids maxi de 400kg	0,08	20
Jument de sang seule	0,08	20
Poulain de sang 18-24 mois	0,08	20
Poulain de trait 7-12 mois	0,08	20
Poulain de sang 7-12 mois	0,06	18
Génisse de 200 kg	0,04	15
Veau de boucherie de 150 kg	0,04	15
Veau d'élevage > 120 kg dans bâtiment spécifique	0,04	15
Bélier	0,035	12
Bouc	0,035	12
Brebis viande + agneau, sevrage 4-5 mois, prolificité 1,5	0,035	12
Brebis laitière grande race, 70-80 kg	0,03	10
Brebis viande + agneau, sevrage av 2 mois, prolificité 1,5	0,03	10
Chèvre	0,03	10
Veau d'élevage > 120 kg dans le bâtiment des mères	0,03	10
Veau d'élevage 60 - 120 kg	0,03	10
Brebis laitière petite race, 50-60 kg	0,025	9
Brebis viande vide	0,025	9
Agnelle de reproduction	0,02	5
Chevrette de reproduction	0,02	5
Veau d'élevage < 60 kg	0,02	5
Agneau d'engraissement	0,01	2
Chevreau d'engraissement	0,01	2



L'ensemble des ouvertures pour un bipente

Recommandation de surface d'ouverture libre
(c'est-à-dire sans brise-vent)
en m²/animal par ouverture

R

R

R

30

Les recommandations mises à jour

- **Moduler les références** en les multipliant par des coefficients
- **Ces coefficients tiennent compte :**
 1. Du **volume du bâtiment** reflétant le gradient de pression, la distance entre les ouvertures et l'enveloppe du bâtiment
 2. De la **localisation** géographique (altitude)
 3. De l'**exposition au vent** (site venté ou protégé)

Tableau de la correction à apporter aux surfaces de ventilation pour **tenir compte du volume**

Rapport des volumes	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
Coefficient à appliquer aux surfaces de ventilation recommandées	1,125	1,25	1,375	1,5	1,625	1,75	1,875	2

- Equation à appliquer au rapport des volumes

$$y = 0,25x + 0,75$$

50 VL logées dans un bâtiment d'un volume total réel de **4332 m³**

(au lieu de 1750 m³ recommandés pour une ventilation optimale par effet cheminée) - 35 m³/VL - Le rapport des volumes est de **4332/1750 = 2,47**

Correction à appliquer à la surface des ouvertures = $(0,25 \times 2,47) + 0,75$ soit **1,37**

La valeur corrigée pour les surfaces d'ouvertures minimales est :

0,15 m²/VL * 50 VL * 1,37 soit **10,27 m²** sur chaque long-pan et au faîtage (au lieu de 7,5 m²)



Modulation des ouvertures en fonction de la localisation géographique (altitude)

- Les références de base sont données pour une situation de plaine océanique
 - Bretagne, Normandie, Hauts de France, Pays de la Loire ...
 - Elles sont valables pour des localisations de faible altitude
- Plus on monte en altitude et plus l'hiver est rigoureux
 - Il convient de pouvoir réduire les surfaces recommandées pour éviter un trop fort refroidissement en période hivernale
 - **C'est impératif pour les jeunes animaux et petits ruminants, moins pour les bovins adultes**
- 3 situations identifiées
 - Plaine, plateau d'altitude intermédiaire (500-600 m) et montagne (> 800-900m)



Modulation des ouvertures en fonction de l'exposition au vent

- Les références de base sont données pour un site modérément exposé
 - Pas d'obstacle autour du bâtiment
 - Mais pas d'exposition directe à des vents très violents
- Il faut moduler pour des sites « protégés » ou abrités, ou des sites très exposés
- 3 Situations identifiées
 - site **abrité** – peu venté
 - site assez dégagé et **modérément exposé** au vent : **c'est la référence**
 - site **venté** à très venté



Des références d'ouverture modulées en fonction de l'environnement du bâtiment



- Augmentation des ouvertures quand le bâtiment est dans un site abrité par rapport au vent
- Réduction des ouvertures en altitude

	Coefficient à appliquer aux surfaces ventilantes "standard"		
	Différents niveaux d'altitude		
	Plaine	plateau intermédiaire	montagne
<i>Abrité - peu venté</i>	1,2	1,02	0,84
<i>Modérément exposé au vent</i>	1	0,85	0,7
<i>Site venté à très venté</i>	0,9	0,77	0,63



Des situations climatiques extrêmes

- Régions d'altitude, climat continental et forte exposition au vent et à la neige poudreuse
 - Aubrac, Planèze, plateau du Vercors, Doubs
 - Il peut s'avérer **indispensable de réduire** encore les ouvertures du côté exposé au vent
- MAIS il faut faire une compensation « partielle » sur le côté opposé
 - Ceci permet de conserver un taux de renouvellement raisonnable entre
 - Besoins d'évacuation de la vapeur d'eau
 - Maintien d'une température acceptable
- C'est un **choix technique optionnel** à retenir **rarement**
- Laissé au choix du concepteur et de l'éleveur



Minoration « ultime » en raison d'une exposition hivernale à un vent froid dangereux

Optionnel

Niveaux d'altitude

Plaine plateau intermédiaire montagne

Conditions d'exposition au vent pour le site	Long-pan considéré	Niveaux d'altitude		
		Plaine	plateau intermédiaire	montagne
Site abrité - peu venté	Au vent	100%	100%	100%
	Sous le vent ou opposé au vent	100%	100%	100%
Site Modérément exposé au vent (application exceptionnelle)	Au vent	100%	80%	66%
	Sous le vent	100%	110%	116,5%
Site venté à très venté	Au vent	100%	80%	66%
	Sous le vent	100%	110%	116,5%

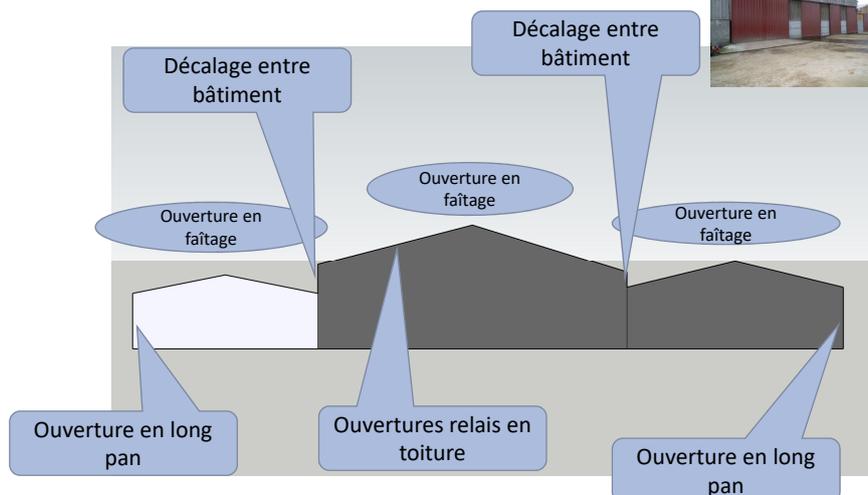


Réaliser et dimensionner des ouvertures en pignons

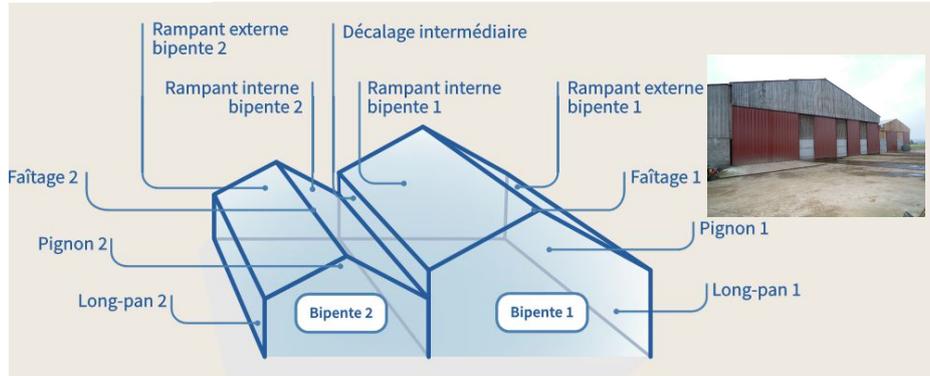
- Les ouvertures en pignons constituent un complément
 - Utile avec des vents d'orientations bien différentes
- Des pignons poreux facilitent le « travail » de la faîtière
 - Pignons **poreux** -> faîtière sur toute la longueur
 - Pignons **étanches** -> boucher 3 m de faîtière à chaque extrémité
- On ne calcule pas les surfaces ventilantes en pignons
 - On réalise tout ce qui peut être fait
 - Sauf jeunes animaux : ces surfaces complémentaires peuvent refroidir fortement le local



Vocabulaire



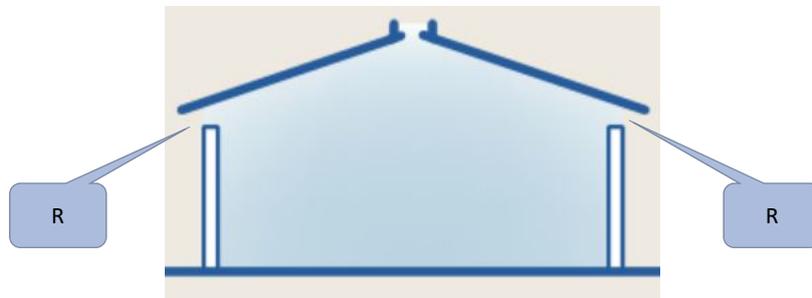
Shelt-air Dimensionnement des ouvertures ventilantes



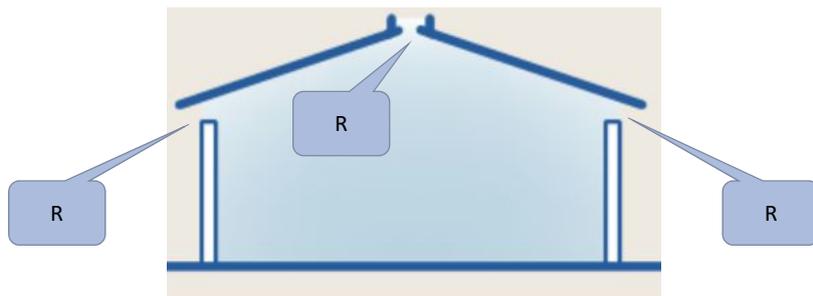
Soit **R** la référence de calcul d'ouverture après modulation par le volume, et l'environnement du projet

Ouvertures en long pan un bipente seul

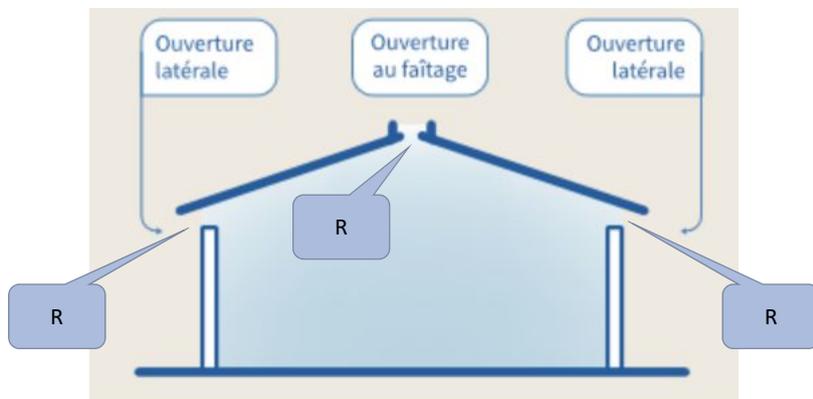
Soit **R** la référence de calcul d'ouverture après modulation par le volume, et l'environnement du projet



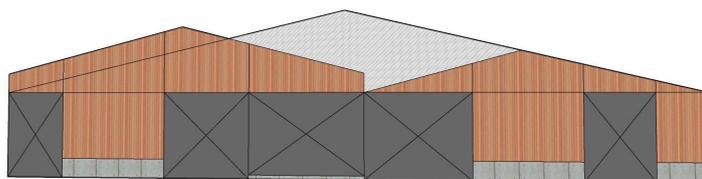
Ouverture en faîtage un bipente



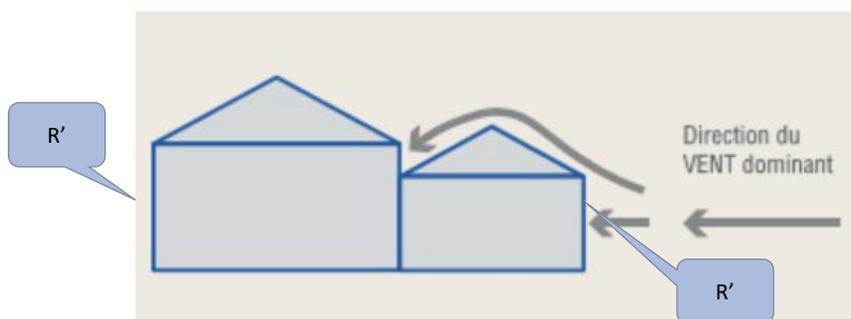
L'ensemble des ouvertures



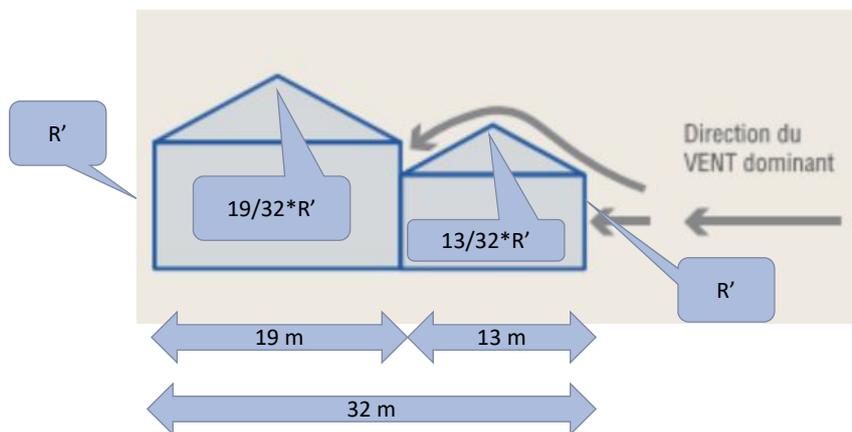
Elargir en maîtrisant les volumes



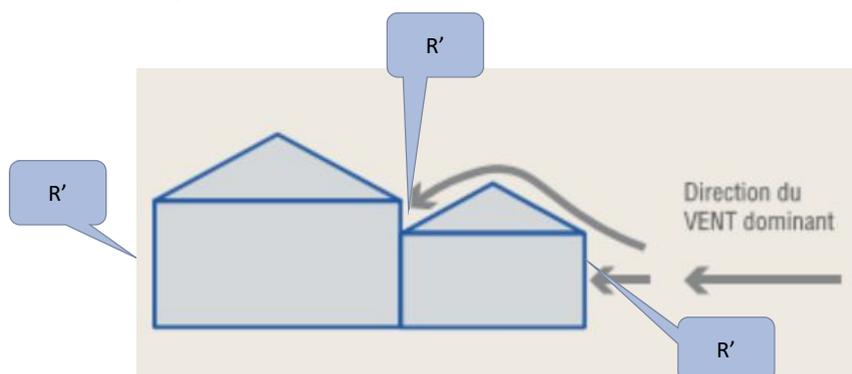
Ouvertures en long pan deux bipentes accolés



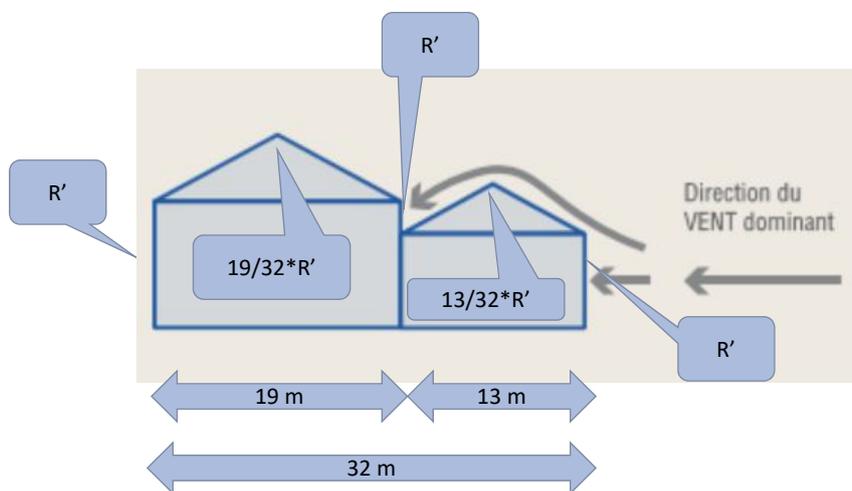
Ouvertures en faîtage deux bipentes



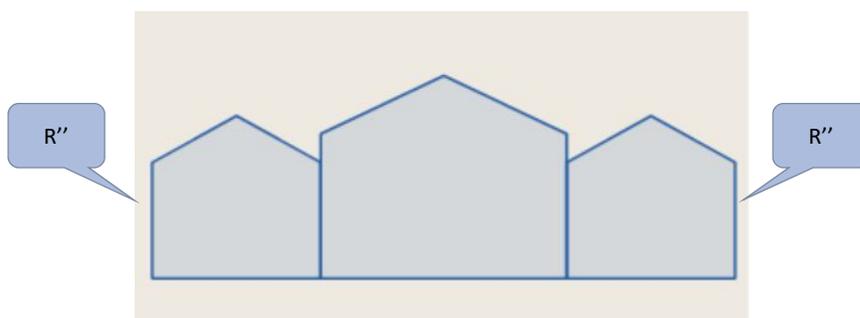
Décalage intermédiaire



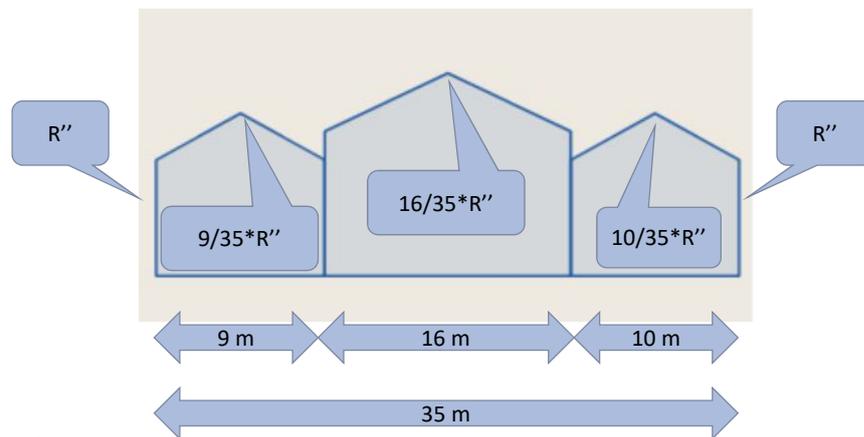
L'ensemble des ouvertures



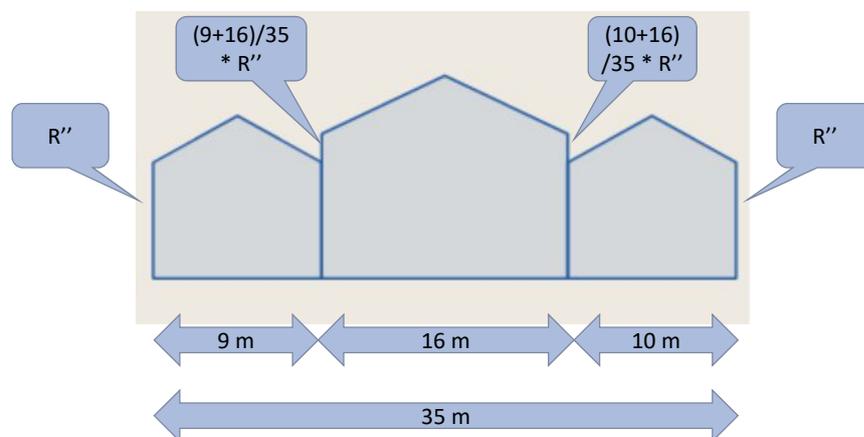
Ouvertures en long pan trois bipentes accolés



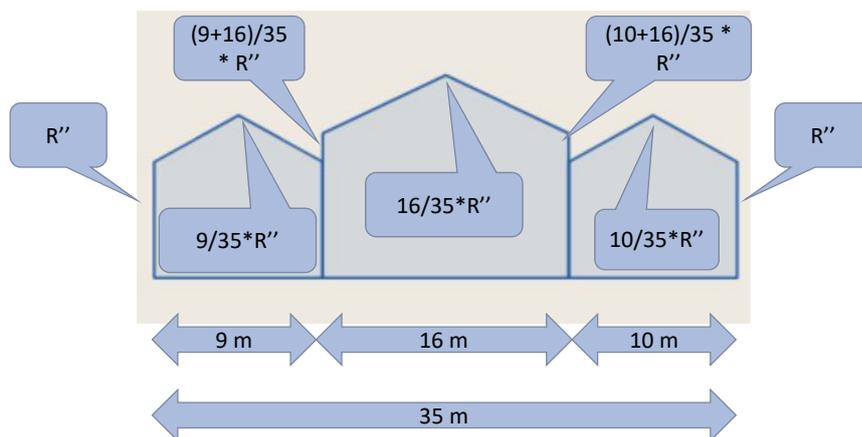
Ouvertures en faîtage trois bipentes



Décalages intermédiaires



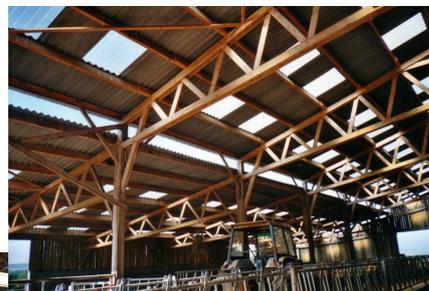
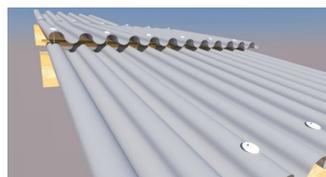
L'ensemble des ouvertures



52

Les ouvertures relais

- **Écailles**
 - 1 écaille équivaut à 6 cm/ml d'ouverture libre
- **Décalage de toiture**
- **Toiture à fentes**



Quand réaliser des ouvertures relais en toiture (dans les rampants) ?

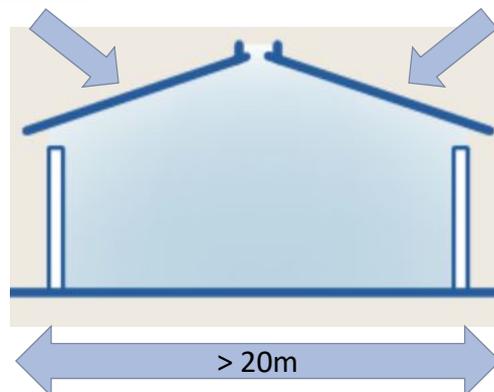
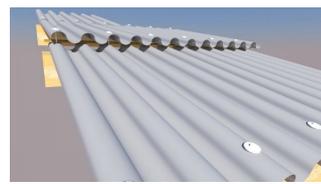
- 1. La largeur du bâtiment induit de trop fortes distances entre entrées et faîtage
 - Au dessus de 20 m de largeur on préconise un relai
- 2. La surface du faîtage ventilé est insuffisante
 - Les relais de ventilation apportent un complément pour satisfaire les « besoins en toiture »
- 3. Le décalage intermédiaire entre deux bâtiments est insuffisant
- Il y a un manque (ou une absence) d'ouverture sur un long-pan
 - Un relai de ventilation en partie basse du rampant peut améliorer la situation :
 - NON CALCULE DANS SHEL-T-AIR



1. Ouvertures relai en raison de la largeur



Et/ou



55

Combien d'écailles en toiture en fonction de la largeur du bâtiment ?

- ≤ 20 m : ce n'est pas indispensable
 - Sauf si manque de ventilation au faîtage
- De 20m à moins de 26 m
 - Une seule rangée d'écaille par rampant
- De 26 m à moins de 36 m : **LARGEUR DECONSEILLÉE**
 - Deux rangées d'écailles par rampant
- Au-delà de 36 m au moins trois rangées d'écailles : **LARGEUR FORTEMENT DECONSEILLÉE**



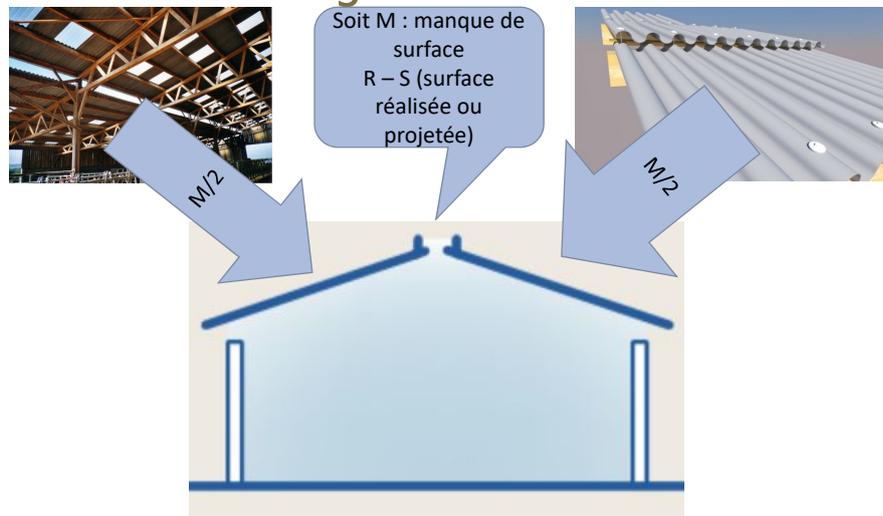
56

Un décalage de toitures de quelle hauteur en fonction de la largeur du bâtiment?

- ≤ 20 m : ce n'est pas indispensable
 - Sauf si manque de ventilation au faîtage
- De 20m à moins de 26 m
 - L'équivalent de 10 cm utiles en ouverture libre
 - Avec un brise vent : $0,06 * CM$
- De 26 m à moins de 36 m : **LARGEUR DECONSEILLÉE**
 - L'équivalent de 15 cm utiles en ouverture libre
 - Avec un brise vent : $0,12 * CM$
- Au-delà de 36 m : **LARGEUR FORTEMENT DECONSEILLÉE**
 - L'équivalent de 20 cm utiles en ouverture libre
 - Avec un brise vent $0,18 * CM$



2. Ouvertures relai en raison d'un manque d'ouverture au faîtage



58

Des relais de ventilation pour compenser le manque de surface au faîtage

- Les relais doivent permettre d'apporter en complément la surface manquante au faîtage
 - Si 7 m^2 requis au faîtage et seulement $4,5 \text{ m}^2$ disponibles
 - $2,5 \text{ m}^2$ à apporter sur les deux rampants
 - $1,25 \text{ m}^2$ par rampant
 - On divise cette surface par la longueur du faîtage
 - Résultat = hauteur minimale du décalage de toiture à réaliser (en m)
 - Résultat (ramené en cm) / 6 = nombre de rangées d'écailles à poser par rampant (on fait un **ARRONDI.SUP**)
- On ne fait pas de calcul pour les toitures à fentes
 - C'est le mode constructif lui-même qui apporte une « ventilation surfacique »



1 et 2. Des relais de ventilation pour deux raisons combinées

- **Bâtiment large et manque de surface au faîtage**
 - La détermination des besoins doit retenir le maximum requis par l'une ou l'autre des raisons

- **Exemple : bâtiment de 28 m de large avec un léger manque de surface au faîtage**
 - Une seule rangée d'écailles par rampant
 - Pour compenser le manque au faîtage
 - Deux rangées d'écailles par rampant en raison de la seule largeur
 - Décision technique = **MAX des deux**
 - Deux rangées d'écailles par rampant

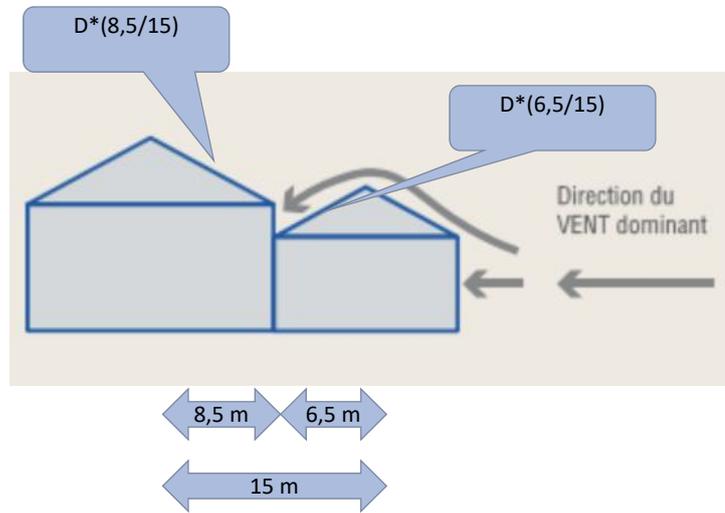


3. Possibilité de « report » d'un manque d'ouverture du décalage intermédiaire vers des ouvertures relais en toiture

- **Si le décalage intermédiaire est insuffisant** (ou absent)
 - Possibilité de « compensation » par rajout de la surface manquante à la détermination des besoins des ouvertures relais
 - Compensation dans une certaine limite
 - On peut compenser un manque équivalent à maximum 25-30 cm d'ouverture libre sur toute la longueur du bâtiment
 - Au-delà risque fort de sous-ventilation
 - Répartition de la surface manquante au prorata des deux rampants internes : exemple un rampant interne de 8m et un autre de 10m : $8/18^{\text{ème}}$ et $10/18^{\text{ème}}$



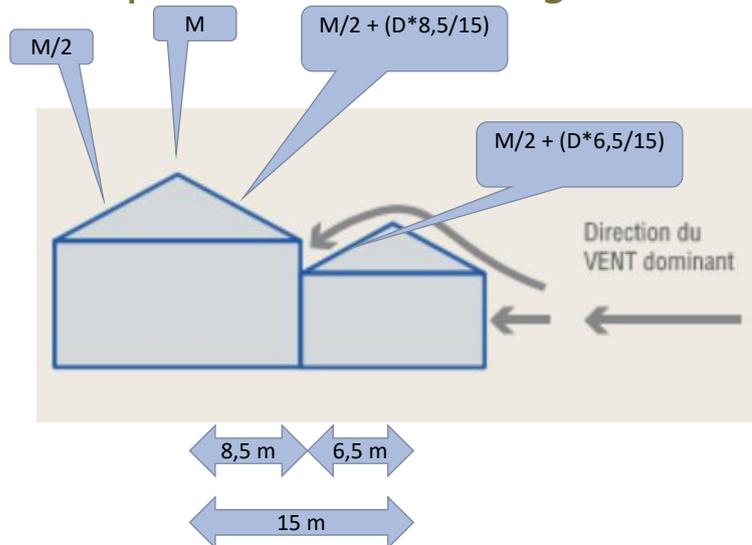
Report en toiture d'un manque de décalage **D**



Compensation sur les rampants internes



Cumul manque de surface en faitage et décalage





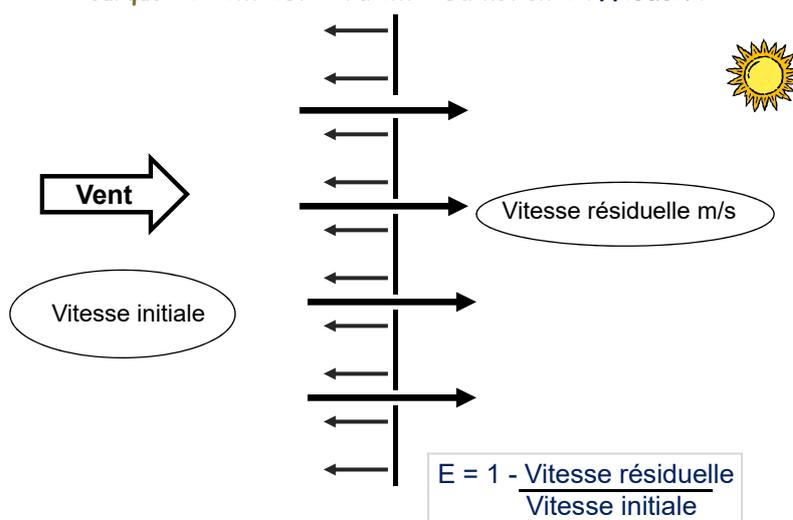
Les produits brise-vent

Comment choisir le produit adapté?

64

Produits brise vent

Pourquoi le vent est-il ralenti? La notion d'efficacité



65

Un exemple simple illustrant l'EFFICACITE

- Vitesse initiale de l'AIR à l'extérieur du bâtiment = 10 m/s (36km/h)
- Vitesse résiduelle (50 cm derrière le BV) = 2 m/s
- Efficacité du BV = $1 - (2/10) = (1 - 0,2) = 0,8$
 - *Le produit BV a une efficacité de 80%*



66

Produits brise vent

Pourquoi le débit d'air est-il réduit? La notion de **Coefficient Multiplicateur de surface (CM)**

Débit d'air obtenu derrière un bardage brise-vent

- Centre de recherches de Reading G.B



Une adaptation : Le **Coefficient multiplicateur (CM)**

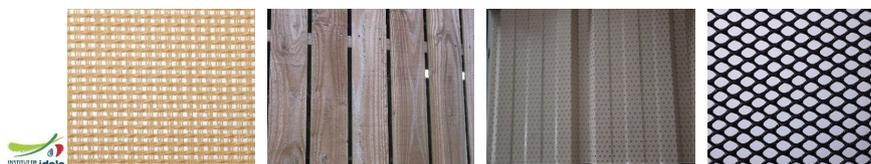
Le **CM** :

C'est la surface de BV à poser pour obtenir le **même DEBIT** qu'avec **1 m²** d'ouverture LIBRE



Critères de choix d'un brise-vent

- **L'efficacité ou capacité du brise-vent à réduire la vitesse de l'air**
- **La surface de brise-vent à poser**
 - Le coefficient multiplicateur permet le calcul de la surface à mettre en œuvre comparativement à une ouverture libre sans brise-vent
- **La résistance à l'empoussièrement, la protection contre la pluie, le coût, la résistance mécanique...**



Choix d'un brise-vent

L'efficacité E est le coefficient de réduction de la vitesse du vent :

	Bovins adultes	Jeunes animaux ou petits ruminants Efficacité plus élevée nécessaire
Brise-vent sur paroi proche des animaux	$E \geq 80\%$ min abs : 70%	$E \geq 85\%$ min abs : 80%
Brise-vent sur paroi éloignée des animaux = protection table d'alimentation	$E \geq 60\%$ min abs : 50%	$E \geq 75\%$ min abs : 65%
Brise-vent à distance du bâtiment (4 à 10 m)	$E \leq 50\%$ maximum absolu 60%	

Choix d'un brise vent : le coefficient multiplicateur de surface (CM)

Matériaux rigides - Bardages en bois ajouré (estimations)

Planches 100 mm de large - épaisseur supérieure à 22 mm			
Espace 10	Espace 15	Espace 20	Espace 25
			
Eff. au vent : 94 % Coeff. multipl. : 8	Eff. au vent : 93 % Coeff. multipl. : 6,5	Eff. au vent : 92 % Coeff. multipl. : 5,7	Eff. au vent : 89 % Coeff. multipl. : 4,0

Planches 150 mm de large - épaisseur supérieure à 22 mm				
Espace 5	Espace 10	Espace 15	Espace 20	Espace 25
				
Eff. au vent : 98 % Coeff. multipl. : 12	Eff. au vent : 97 % Coeff. multipl. : 9	Eff. au vent : 95 % Coeff. multipl. : 7	Eff. au vent : 94 % Coeff. multipl. : 6	Eff. au vent : 90 % Coeff. multipl. : 4,2



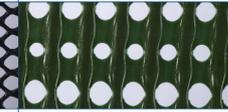
Choix d'un brise vent : le coefficient multiplicateur de surface

Matériaux rigides - Fabricant Renault-Ondex

RENOLIT PERFOLUX
Plaques perforées en PVC

Efficacité au vent : 91 % Coefficient multiplicateur : 8,6

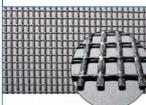
Matériaux semi-rigides - Distributeur Celloplast-Intermas

GV55 / 290121	GV85
Grille en matière plastique extrudée	Grille en matière plastique extrudée
	
Efficacité au vent : 40 % Coefficient multiplicateur : 1,2	Efficacité au vent : 88,5 % Coefficient multiplicateur : 6,6

Matériaux souples - Fabricant Agrotel

Toile WSN 1595	Toile WSN 5095	Toile WSN 6060
Toile en PVC tissé-enduit	Toile en PVC tissé-enduit	Toile en PVC tissé-enduit
		
Efficacité au vent : 89,5 % Coefficient multiplicateur : 3,5	Efficacité au vent : 88,6 % Coefficient multiplicateur : 3,02	Efficacité au vent : 65 % Coefficient multiplicateur : 1,85

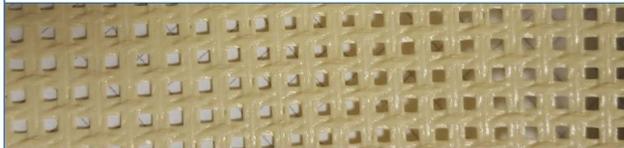
Matériaux souples - Fabricant Huesker - France

Lubratex 40/40-4	Lubratex 52.144	Lubratex 60/60-1
Toile en PVC tissé-enduit	Toile en PVC tissé-enduit	Toile en PVC tissé-enduit
		
Efficacité au vent : 28,4 % Coefficient multiplicateur : 1,03	Efficacité au vent : 84,8 % Coefficient multiplicateur : 2,21	Efficacité au vent : 96,5 % Coefficient multiplicateur : 11,6

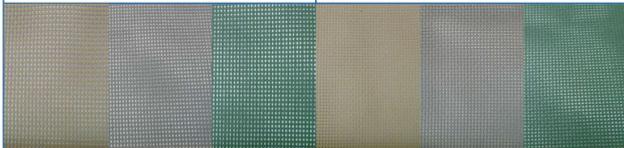
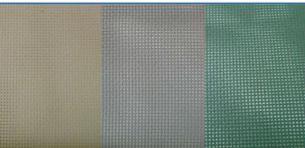


71

Matériaux souples - Distributeur Eurosom

Écran PVC Ivoire - RAL 1014
Toile en PVC tissé-enduit

Efficacité au vent : 86,7 % Coefficient multiplicateur : 3,58

Matériaux souples - Distributeur Fouquet

Toile E340 - 2016	Toile E390
Toiles en PVC tissé-enduit	Toiles en PVC tissé-enduit
	
Efficacité au vent : 83,6 % Coefficient multiplicateur : 1,84	Efficacité au vent : 92 % Coefficient multiplicateur : 4,16



72

Exercice pratique

- ❑ Vérifier la Hauteur disponible pour la pose d'un BV

ATTENTION à la hauteur des entrées l'hiver en fonction de la proximité et du type d'animaux

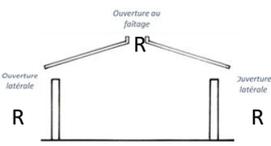
Hauteur disponible avec une panne sablière à 3,5m

$H_{disp} = \text{Hauteur sous panne de sablière} : 3,5 \text{ m} - 1,5 \text{ m de mur}$

Soit 2m de disponible



Les références usuelles



1 : Recommandation de surface d'ouverture libre (c'est-à-dire sans brise-vent) en m2/animal par ouverture

2 : Référence de volume en m3/animal

200 Chèvres *
0,03 = 6 m2

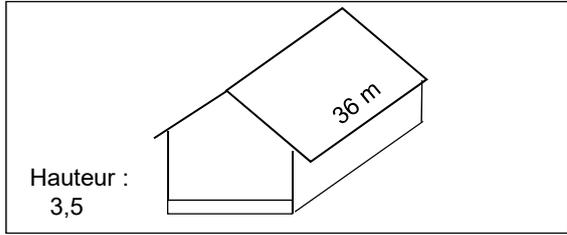
Catégorie	R Surface(1)	Volume(2)
Jument (poulinière) de trait suitée ou cheval de trait adulte	0,15	35
Vache laitière > 7000l/an	0,15	35
Jument de trait seule	0,12	30
Vache allaitante et son veau	0,12	30
Vache laitière <=7000 l/an	0,12	30
Jument (poulinière) de sang suitée ou cheval de sang adulte	0,1	25
Poulain de trait 18-24 mois	0,1	25
Taurillon d'un poids de 400 à 600 kg	0,1	25
Vache tarie	0,1	25
Génisse de 400 kg	0,08	20
Jeune bovin mâle d'un poids maxi de 400kg	0,08	20
Jument de sang seule	0,08	20
Poulain de sang 18-24 mois	0,08	20
Poulain de trait 7-12 mois	0,08	20
Poulain de sang 7-12 mois	0,06	18
Génisse de 200 kg	0,04	15
Veau de boucherie de 150 kg	0,04	15
Veau d'élevage > 120 kg dans bâtiment spécifique	0,04	15
Bélier	0,035	12
Bouc	0,035	12
Brebis viande + agneau, sevrage 4-5 mois, prolificité 1,5	0,035	12
Brebis laitière grande race, 70-80 kg	0,03	10
Brebis viande + agneau, sevrage av 2 mois, prolificité 1,5	0,03	10
Chèvre	0,03	10
Veau d'élevage > 120 kg dans le bâtiment des meres	0,03	10
Veau d'élevage 60 - 120 kg	0,03	10
Brebis laitière petite race, 50-60 kg	0,025	9
Brebis viande vide	0,025	9
Agnelle de reproduction	0,02	5
Chevrette de reproduction	0,02	5
Veau d'élevage < 60 kg	0,02	5
Agneau d'engraissement	0,01	2
Cheveau d'engraissement	0,01	2

74

❑ 1^{ère} étape : calcul des besoins en ouverture libre

Ex : pour 200 CV dans une étable ancienne de volume conforme aux recommandations -> pas de correction à apporter

Hauteur :
3,5



- besoins minimum : 6 m2 par long pan
 - Ces 6 m² sont à disposer sur 36 m de long-pan = une bande ouverte de 0,17 m de hauteur = ouverture libre

□ 2^{ème} étape : définir la hauteur à protéger avec un dispositif (brise-vent retenu)

□ Choix a priori d'un matériau

Planches 150 mm de large - épaisseur supérieure à 22 mm				
Espace 5	Espace 10	Espace 15	Espace 20	Espace 25
				
Eff. au vent : 98 % Coeff. multipl. : 1,2	Eff. au vent : 97 % Coeff. multipl. : 9	Eff. au vent : 95 % Coeff. multipl. : 7	Eff. au vent : 94 % Coeff. multipl. : 6	Eff. au vent : 90 % Coeff. multipl. : 4,2

□ Calcul de la hauteur de BV à poser

□ 17 cm * 9 soit 153 cm

□ Comme on dispose de 200 cm au maximum, **ce produit convient**