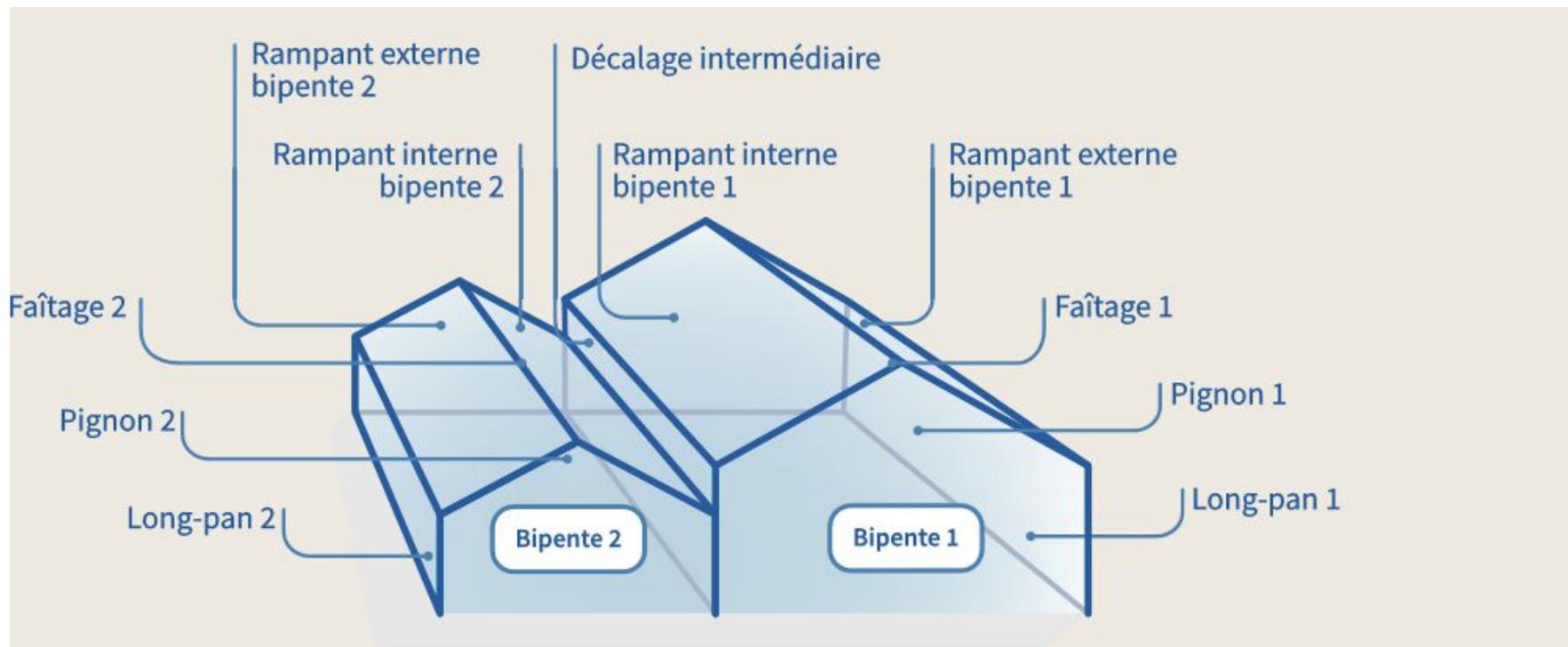




# Shelt-air : Bases de calculs



# Les ouvertures ventilantes : définition



# Shelt-air, un outil de dimensionnement des ouvertures ventilantes en ventilation naturelle



Dimensionnement et type de bardage en long pan



Dimensionnement des décalages de toitures entre bâtiments



Dimensionnement des ouvertures en faîtage

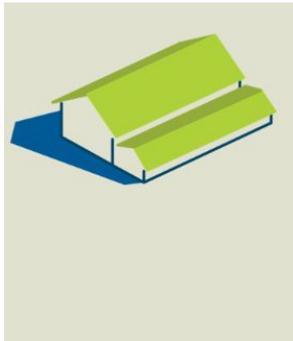


Dimensionnement des relais de ventilation

## Les ouvertures selon le type de bâtiment



Deux longs pans et une ouverture en faîtage

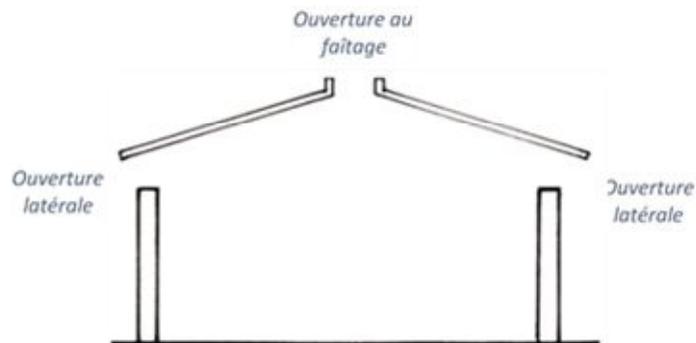


Deux longs pans, un décalage intermédiaire et deux ouvertures en faîtage



Deux longs pans, deux décalages intermédiaires et trois ouvertures en faîtage

# Les références usuelles



**1 : Recommandation de surface d'ouverture libre (c'est-à-dire sans brise-vent) en m<sup>2</sup>/animal par ouverture**

**2 : Référence de volume en m<sup>3</sup>/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
Cheveau d'engraissement	0,01	2

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

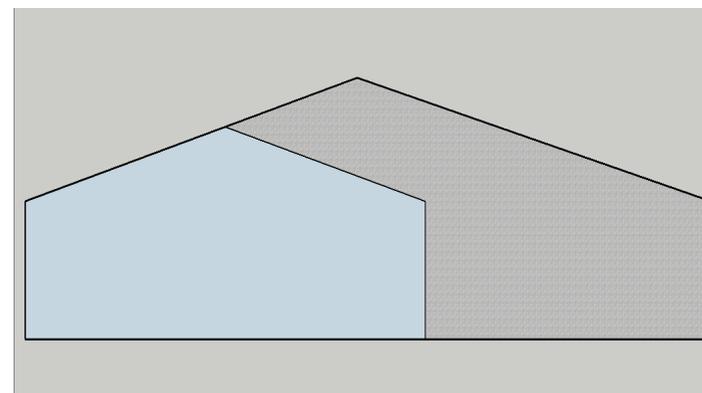
- Augmentation des ouvertures quand le bâtiment est dans un site abrité par rapport au vent
- Réduction des ouvertures en altitude
- Augmentation des ouvertures lorsque le bâtiment est utilisé l'été

Coefficient environnement du projet



- Augmentation des ouvertures quand le volume augmente

Coefficient de modulation des ouvertures en fonction du volume



## Correction apportée aux ouvertures ventilantes tenant compte de l'environnement du bâtiment

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

# Application du coefficient



Le coefficient 1 correspond à une zone de plaine et un bâtiment modérément exposé au vent. Si le bâtiment est enclavé parmi d'autres bâtiments, des talus, des plantations denses à proximité, le coefficient sera de 1,2, c'est-à-dire que dans l'exemple de 0,15 m<sup>2</sup>/vache, on multipliera **0,15 \* 1,2 soit 0,18m<sup>2</sup> d'ouverture par vache**

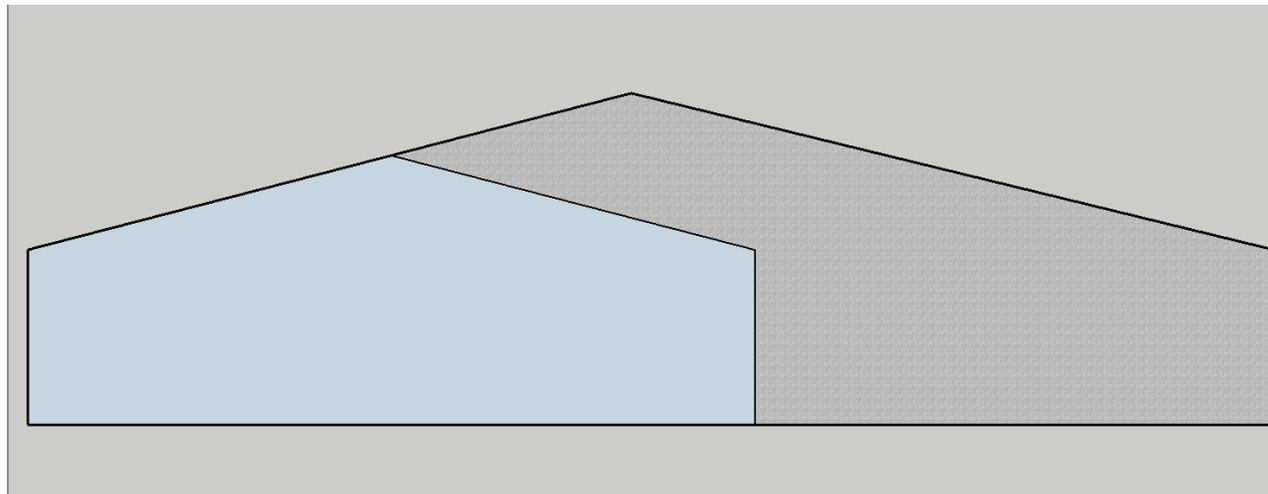
En zone de plaine, il est rarement nécessaire de considérer que le site est venté à très venté excepté pour des bâtiments situés en bordure de mer par exemple

Les zones de plateau intermédiaire correspondent à des altitudes de 500 à 900 m.



# Les dimensions du (des) bâtiments vont servir à corriger les ouvertures ventilantes en tenant 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	<b>1,25</b>	1,375	<b>1,5</b>	1,625	<b>1,75</b>	1,875	<b>2</b>



## Modulation des ouvertures en fonction du volume

Volume de référence total

3 500 m<sup>3</sup>

Volume global REEL mesuré

8 208 m<sup>3</sup>

$8208 \text{ m}^3 / 3500 \text{ m}^3 = 2,3$  de rapport de volume par rapport aux références usuelles  
Le coefficient à appliquer aux ouvertures ventilantes sera donc de 1,3 en appliquant une règle de trois.

Notre valeur de 0,18 m<sup>2</sup> (corrigée par le coefficient d'environnement du projet) sera multipliée par 1,3

L'ouverture R sera donc de 0,23 m<sup>2</sup> par vache laitière

NB : Construire un bâtiment avec un volume dépassant largement les références est systématique pour les bovins adultes.

Pour les jeunes animaux et petits ruminants, il est souhaitable de ne pas trop s'éloigner des volumes de référence pour un bon fonctionnement de la ventilation.



# Réduction exceptionnelle des ouvertures

Dans les zones climatiques « Extrêmes » soumises à des vents importants, il est possible mais uniquement de façon exceptionnelle de réduire encore davantage les ouvertures sur le long pan exposé au vent et de compenser partiellement sur l'autre long-pan

Coefficient à appliquer aux surfaces ventilantes « standard » pour une minoration ultime en raison d'une exposition hivernale à un vent froid dangereux

\* L'application de cette modulation latérale distinguant le côté « au vent » et le côté « opposé au vent » dans un site « modérément exposé au vent » a plutôt un caractère exceptionnel. En général on ne la retiendra pas.

		Niveaux d'altitude		
		Plaine	Plateau intermédiaire	Montagne
Conditions d'exposition au vent pour le site	Long-pan considéré			
Site abrité à 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 % *	117 % *
Site venté à très venté	Au vent	100 %	80 %	66 %
	Sous le vent	100 %	110 %	117 %

# Mode de calcul des ouvertures en long pan

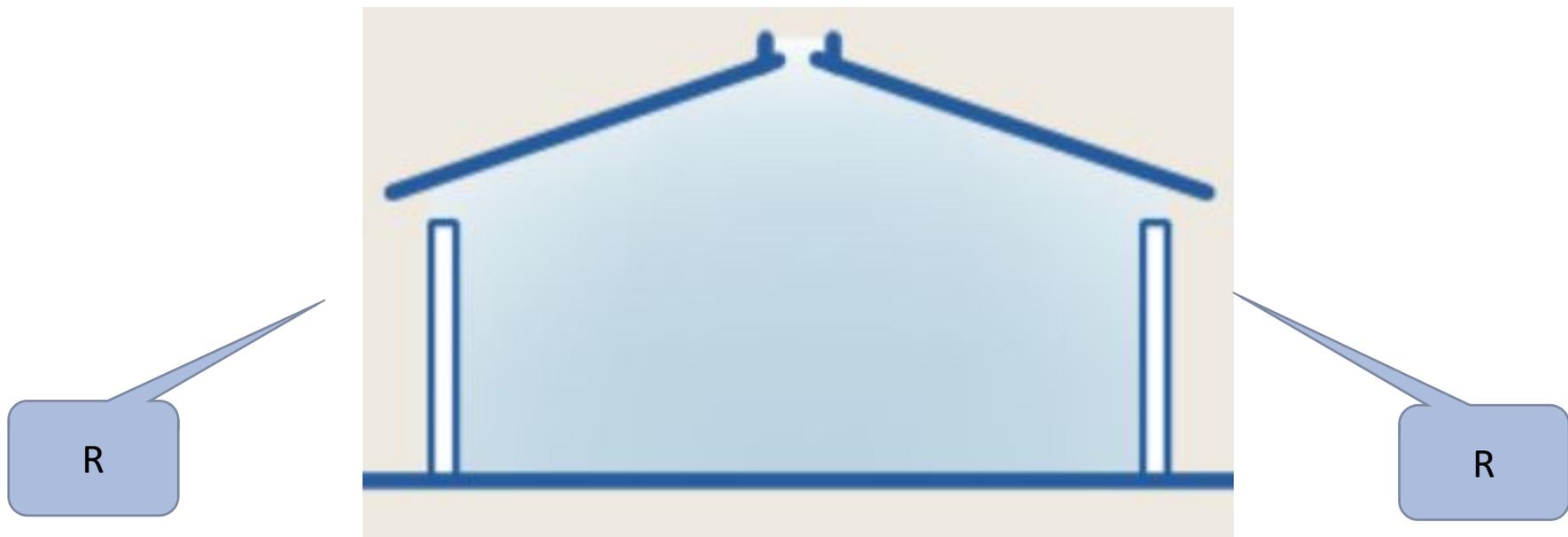


# Ouvertures en long pan : un bipente

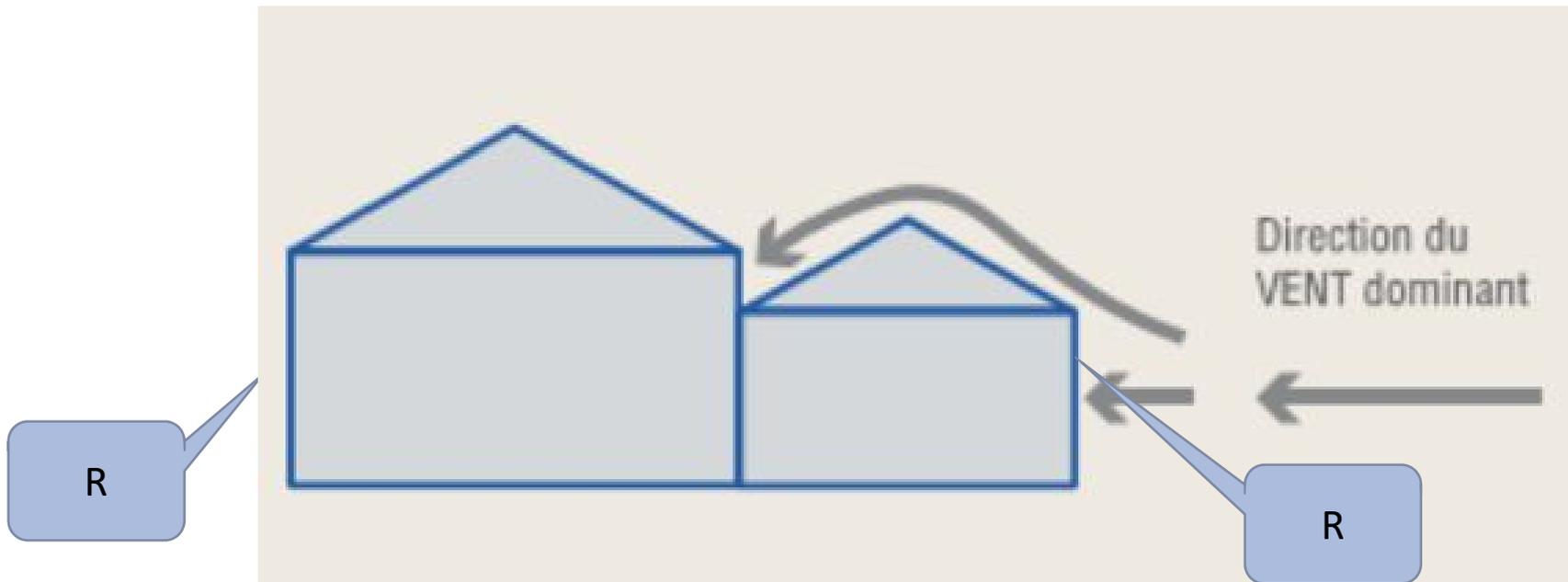
Soit **R** la référence de calcul d'ouverture, par exemple 0,15 m<sup>2</sup> pour une vache laitière produisant plus de 7000 kg.

Cette surface minimale sera ensuite modulée par le volume, et l'environnement du projet. Elle correspond à une ouverture libre c'est-à-dire non bardée.

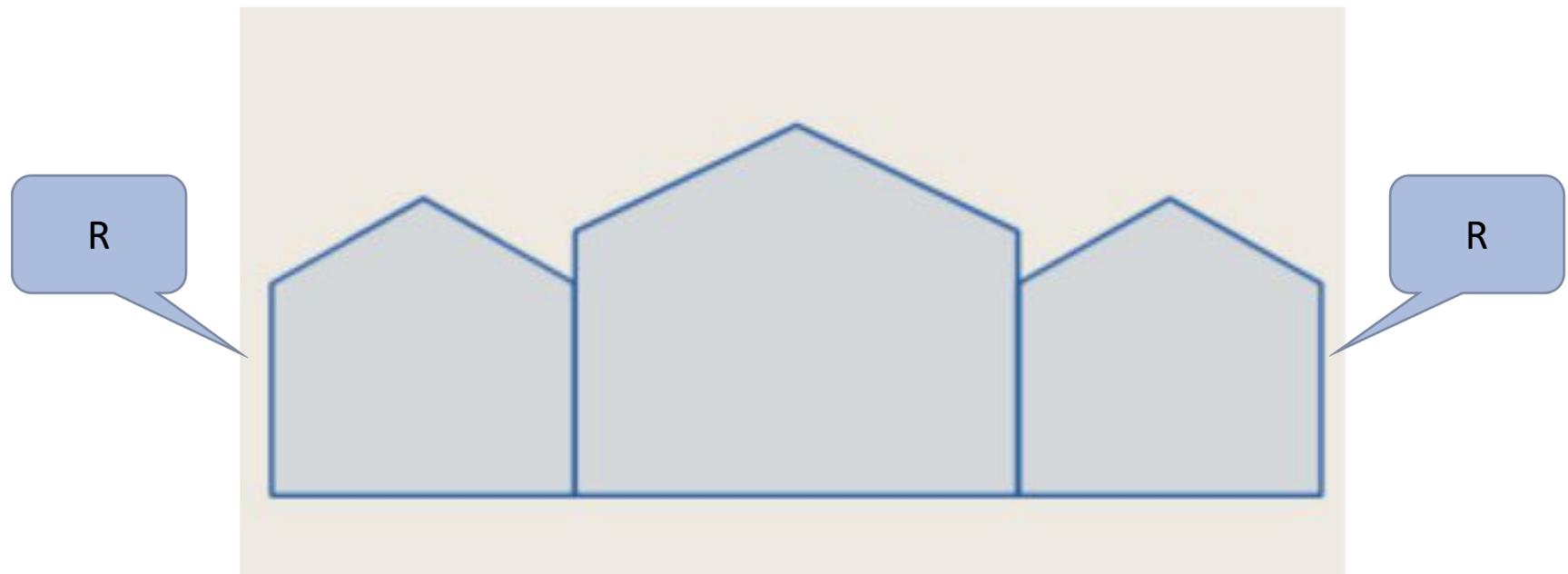
S'il est nécessaire de réduire la vitesse de l'air entrant dans le bâtiment en posant un bardage brise-vent, il faudra augmenter la surface mise en œuvre en fonction du produit choisi.



# Ouvertures en long pan : deux bipentes



# Ouvertures en long pan : trois bipentes



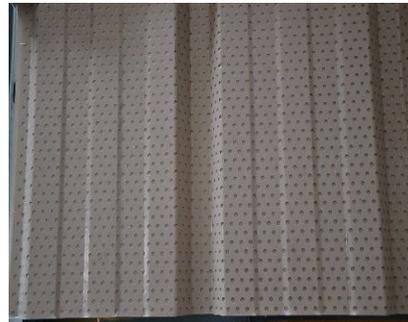
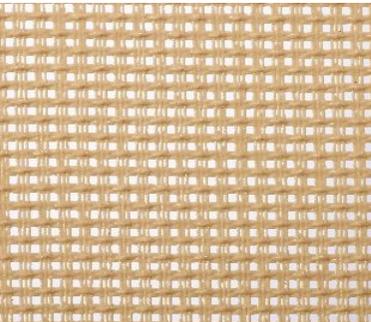
# Choix de ouvertures sur longs-pans (façades)

- Vous avez le choix entre différentes solutions techniques :
  - Des ouvertures libres, c'est-à-dire sans brise-vent
  - Des ouvertures bardées par un seul produit brise-vent
  - Des ouvertures bardées par une association de deux produits différents
- Vous choisissez les solutions dans le menu déroulant dans de liste des produits dont les performances ont été testées ou estimées :
  - Liste complète, rassemblant l'ensemble des produits connus
  - Des listes correspondant aux tests réalisés en 1998 puis en 2019
  - Une liste générique de produits dont les performances sont estimées



# 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%	

# Ressources disponibles : catalogue des brise-vent

**SYNTHÈSE**



**Choisir un brise-vent pour l'élevage**  
Catalogue de 30 produits brise-vent testés par l'Institut de l'Élevage

En hiver, pour une ambiance de qualité dans un bâtiment d'élevage, il faut « de l'air sans courant d'air ». Pour cela il est souvent nécessaire de barder les côtés du bâtiment avec des matériaux brise-vent freinant le vent. Les produits disponibles sont nombreux et le choix est délicat pour un éleveur. Ce catalogue présente les critères de choix pour les produits qui ont subi des tests normalisés.



## 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. : 4,2

## Matériaux rigides - Fabricant Renolit-Index

RENOLIT PERFOLUX
Plaques perforées en PVC

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

GV55 / 290121
Grille en matière plastique extrudée

Efficacité au vent : 40 % Coefficient multiplicateur : 1,2

## Exemple de calcul de surface de bardage en mettre en oeuvre

- Les calculs précédant tenant compte de la modulation par le coefficient d'environnement du projet et par le volume nous donne une ouverture R de 0,23 m<sup>2</sup> par vache
- Si je choisis un bardage avec un coefficient multiplicateur de surface de 6,5, nous obtenons une ouverture minimale de bardage sur chaque long pan de  $0,23\text{m}^2 * 6,5 = 1,5 \text{ m}^2/\text{vache}$

# Mode de calcul des ouvertures en faîtage



Source : UBAK

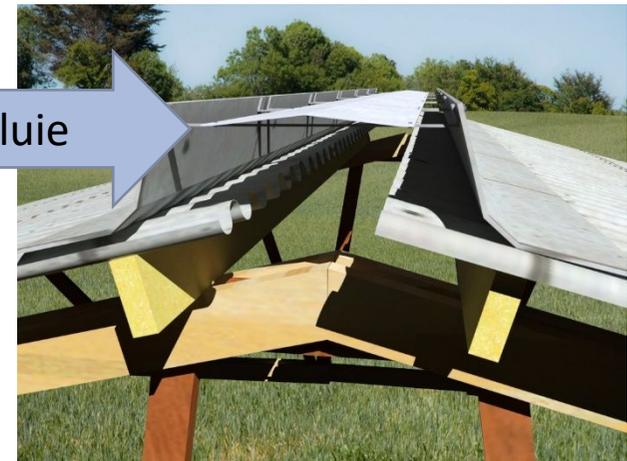
# Ouvertures en faîtage : conception de la faîtière ventilée continue

- Pour une bonne efficacité, les éléments pare-vent sont indispensables sur toute la longueur du faîtage
- La faîtière doit être ouverte sur toute la longueur souhaitée en protégeant uniquement les fermes en bois ou métalliques.
- Les éléments pare-vent doivent être positionnés avec un décalage de 7 à 10 cm entre la pliure de la tôle pare-vent et l'extrémité des tôles de couverture
- Sa protection par des éléments pare-pluie dépend de son positionnement de l'orientation des vents de pluie, du type d'animaux et du mode de couchage. Le pare-pluie est en tout cas conseillé à minima à partir de 25 cm
- Les éléments pare-pluie doivent être intégrés à l'intérieur des éléments pare-vent

Éléments pare-vent



Option pare-pluie

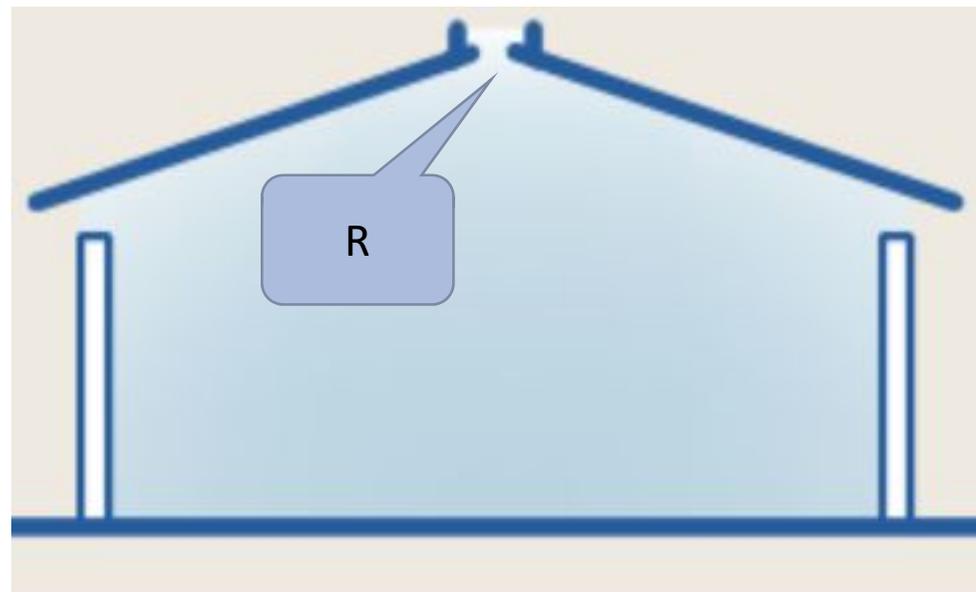


## Cas particulier faitière « UBAK »

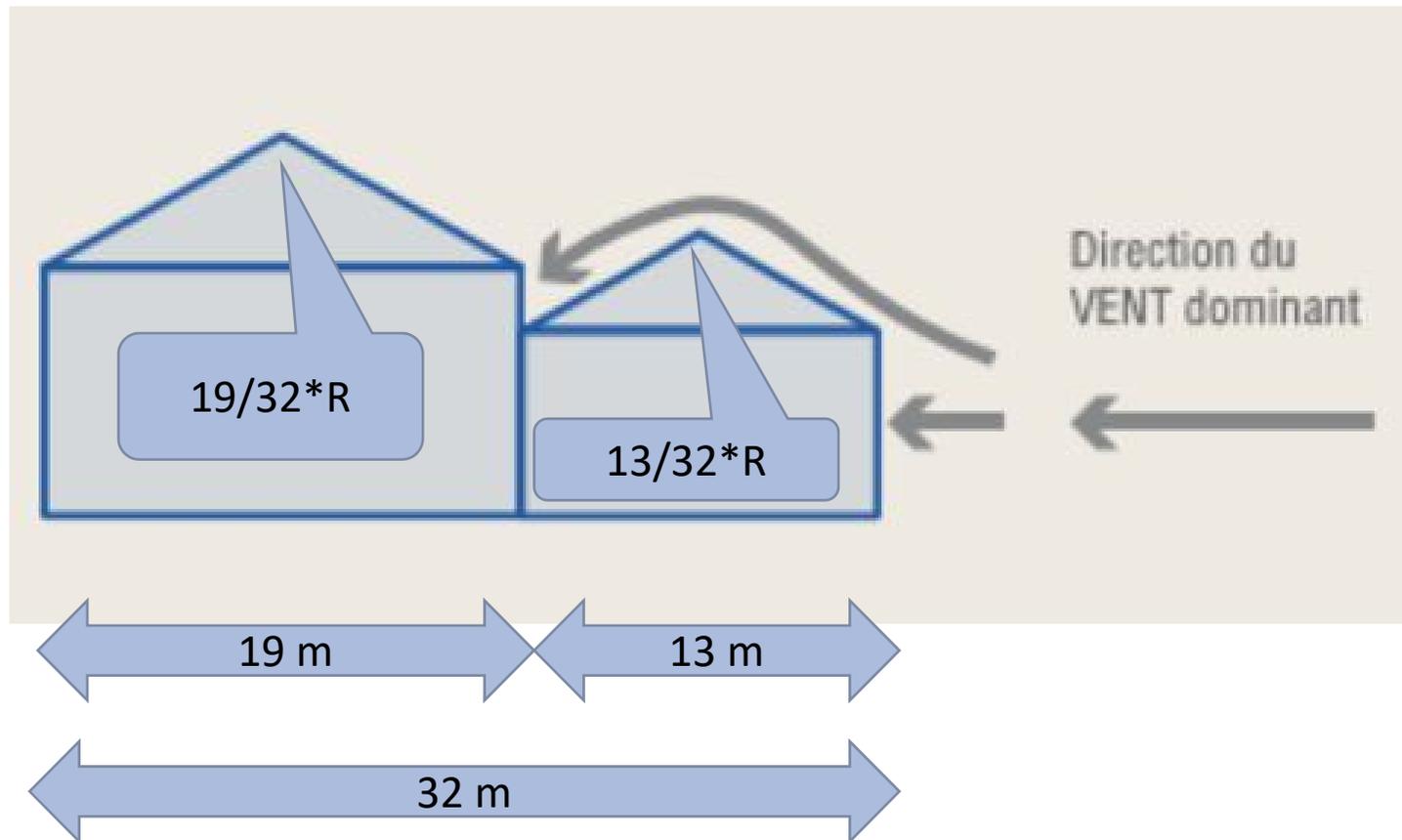
- UBAK est un système de fixation permettant de réaliser une faitière « tout en un » qui facilite la pose en intégrant le chapeau et les éléments pare-vents.
- Le dispositif comprend deux modèles, l'un correspondant à 11 cm d'ouverture libre (UBAK 500) et l'autre à 22 cm (UBAK 750)



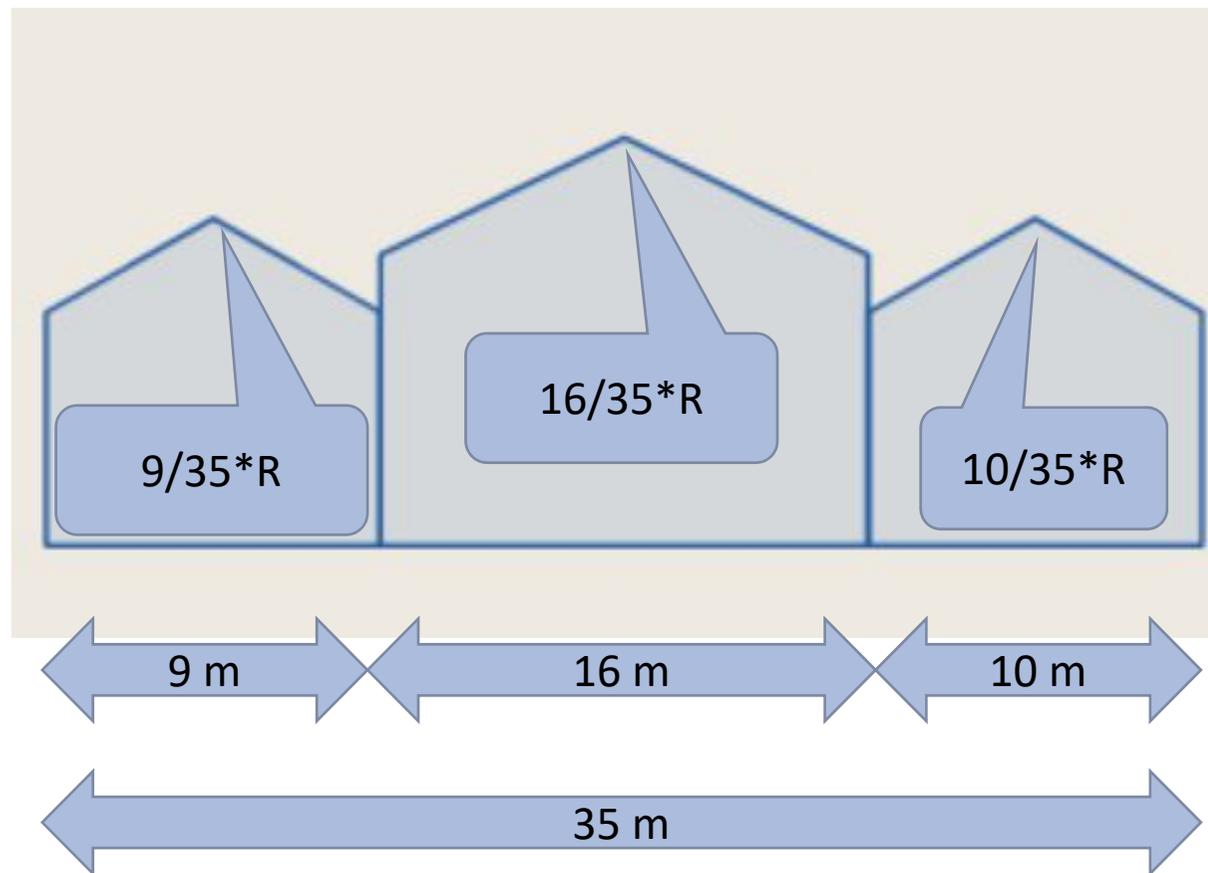
# Ouverture en faîtage un bipente



# Ouvertures en faîtage deux bipentes



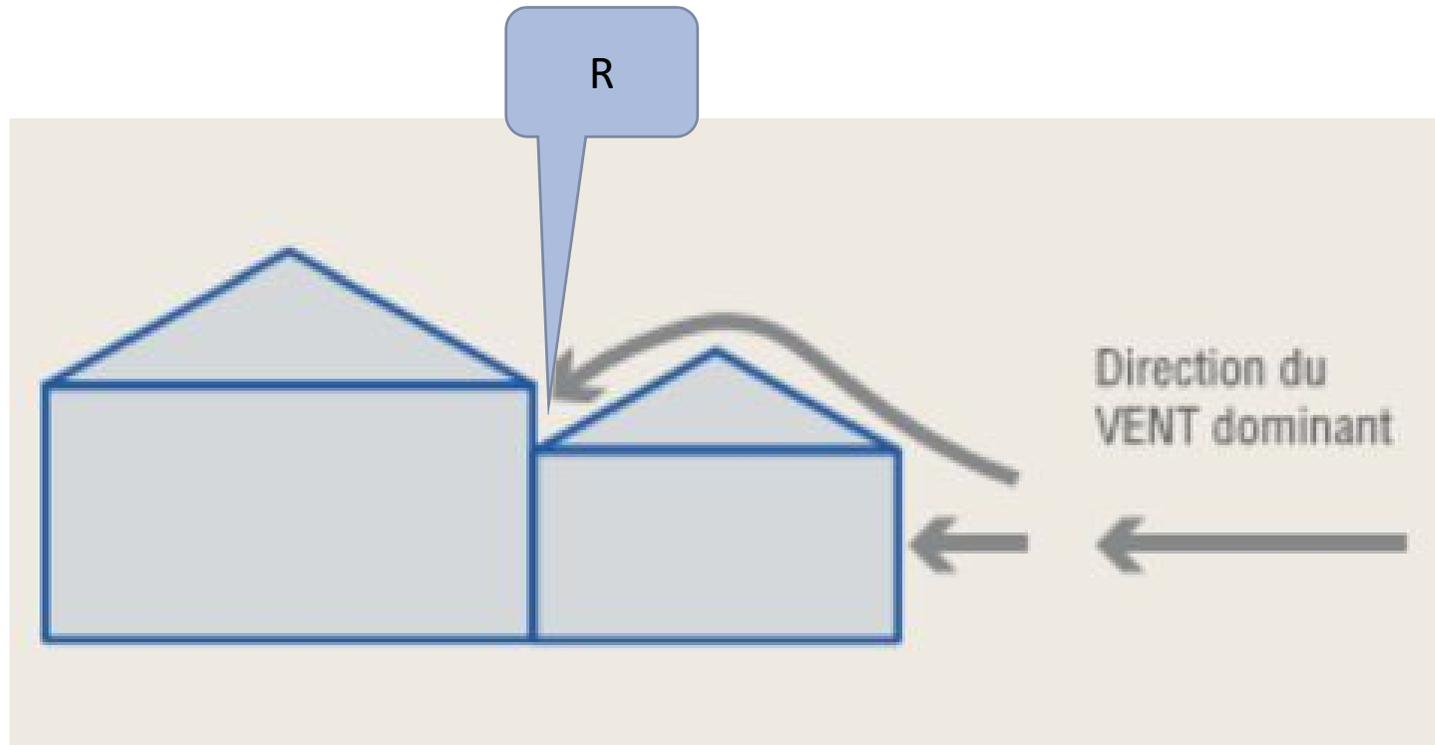
# Ouvertures en faîtage trois bipentes



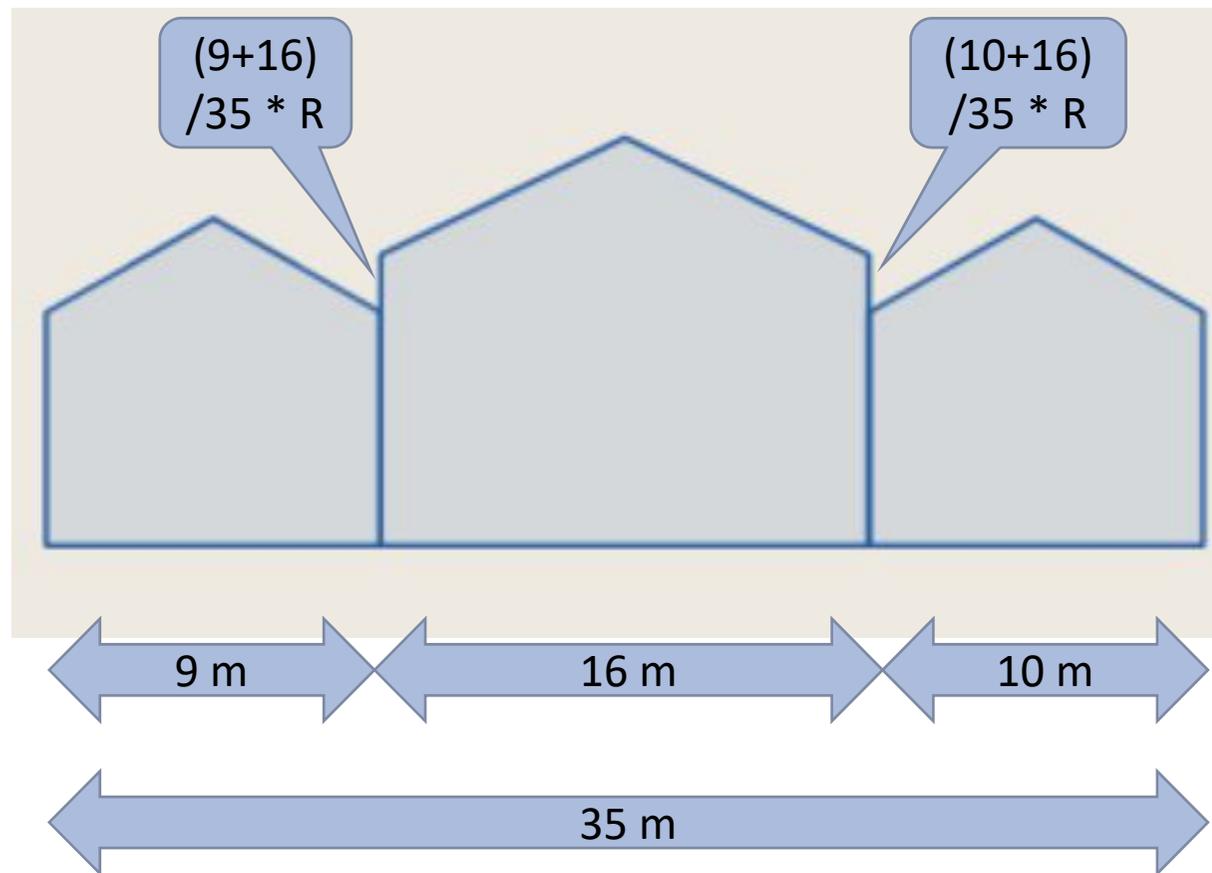
# Mode de calcul du décalage intermédiaire



# Décalage intermédiaire deux bipentes



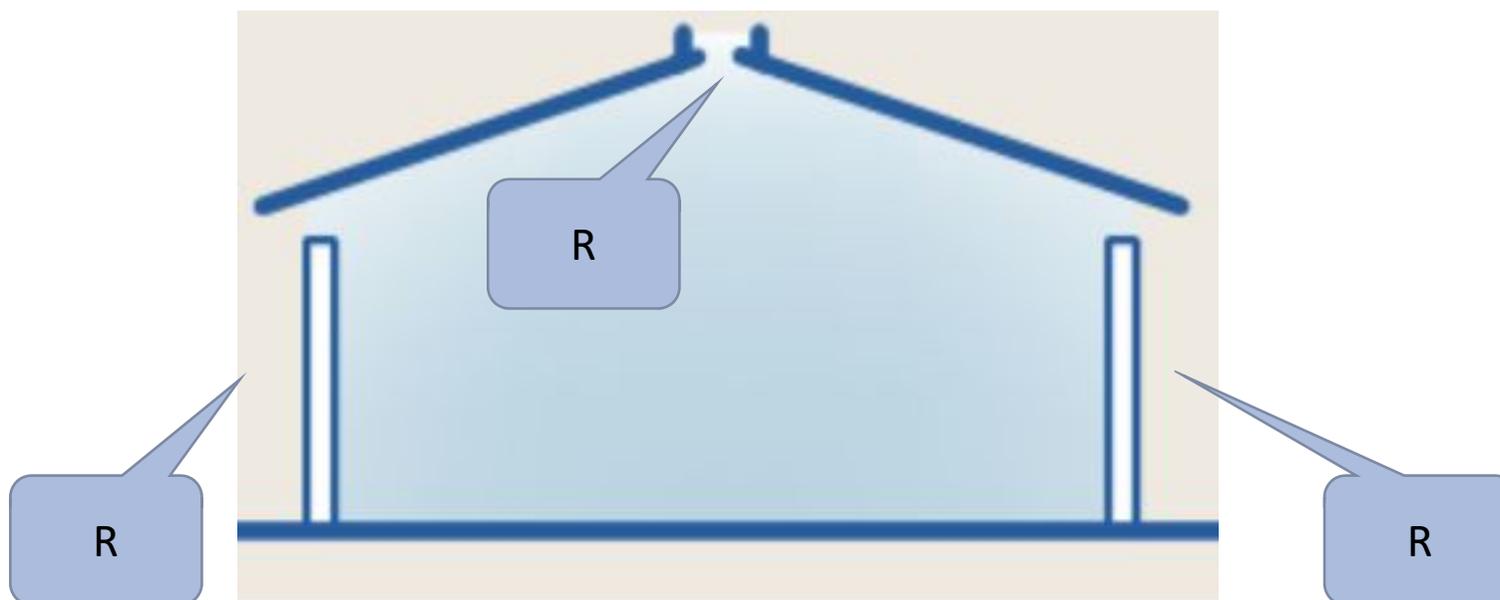
# Décalages intermédiaire trois bipentes



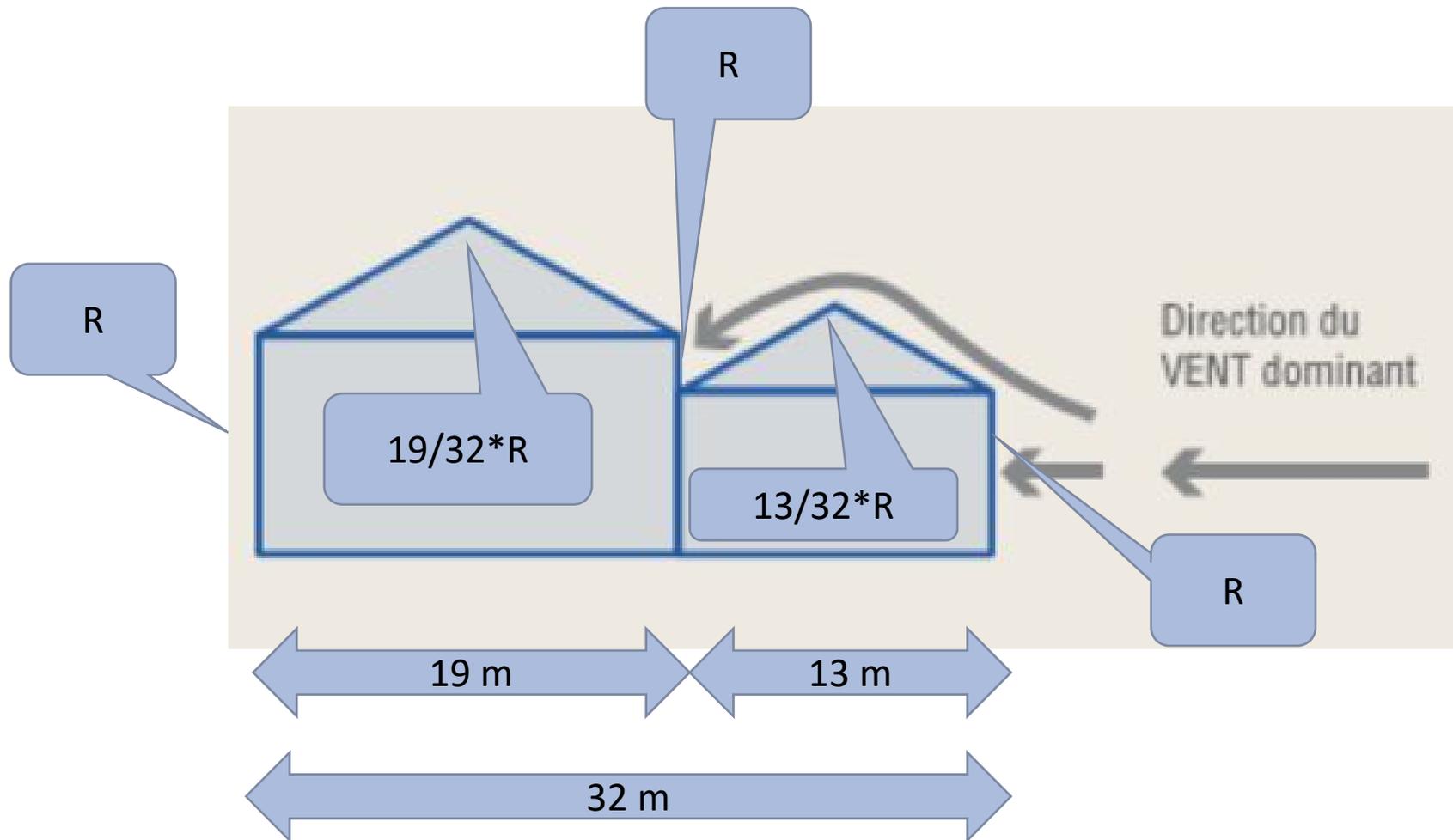
# Récapitulatif du mode de calcul des ouvertures



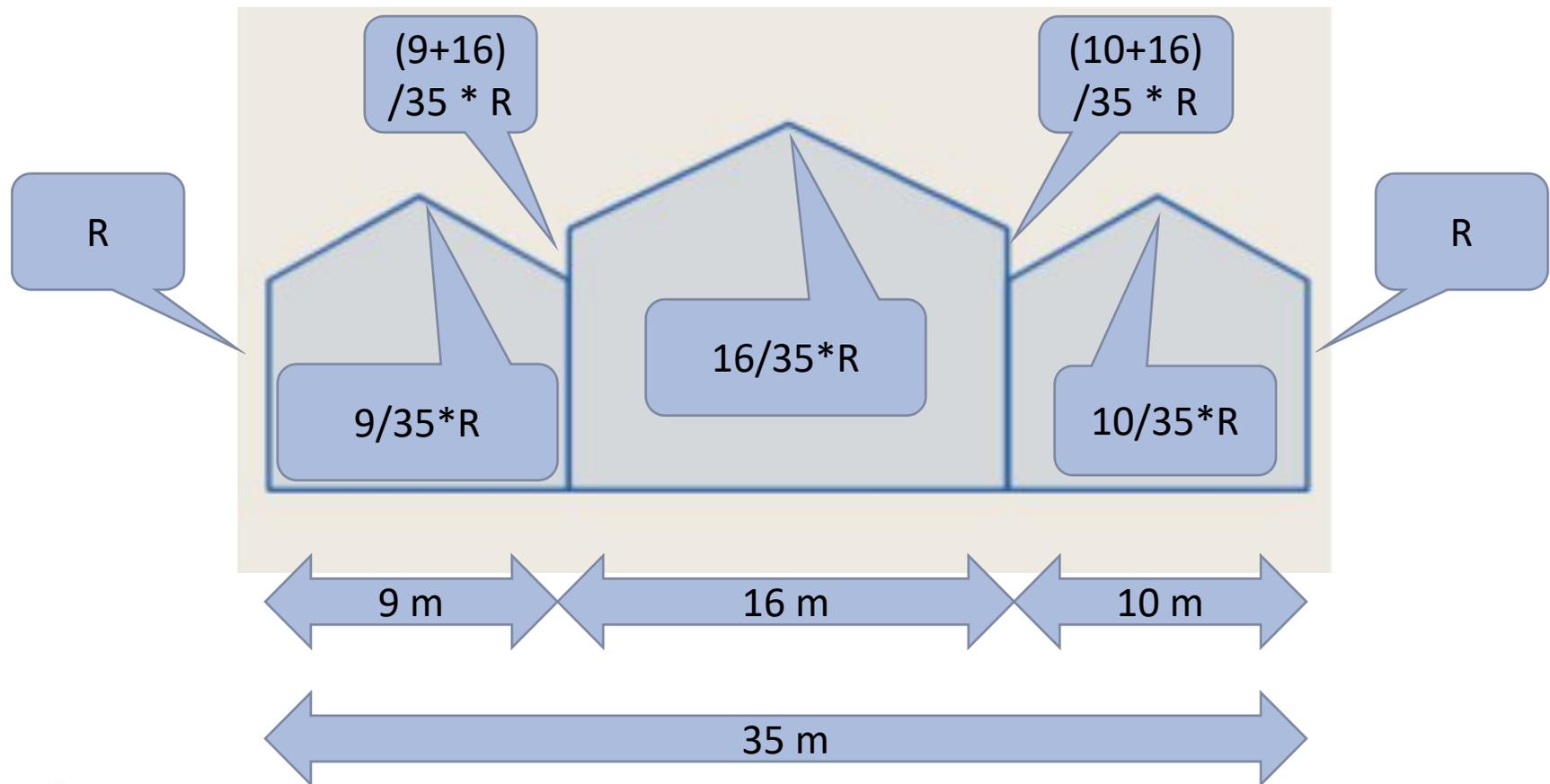
# L'ensemble des ouvertures un bipente



# L'ensemble des ouvertures deux bipentes



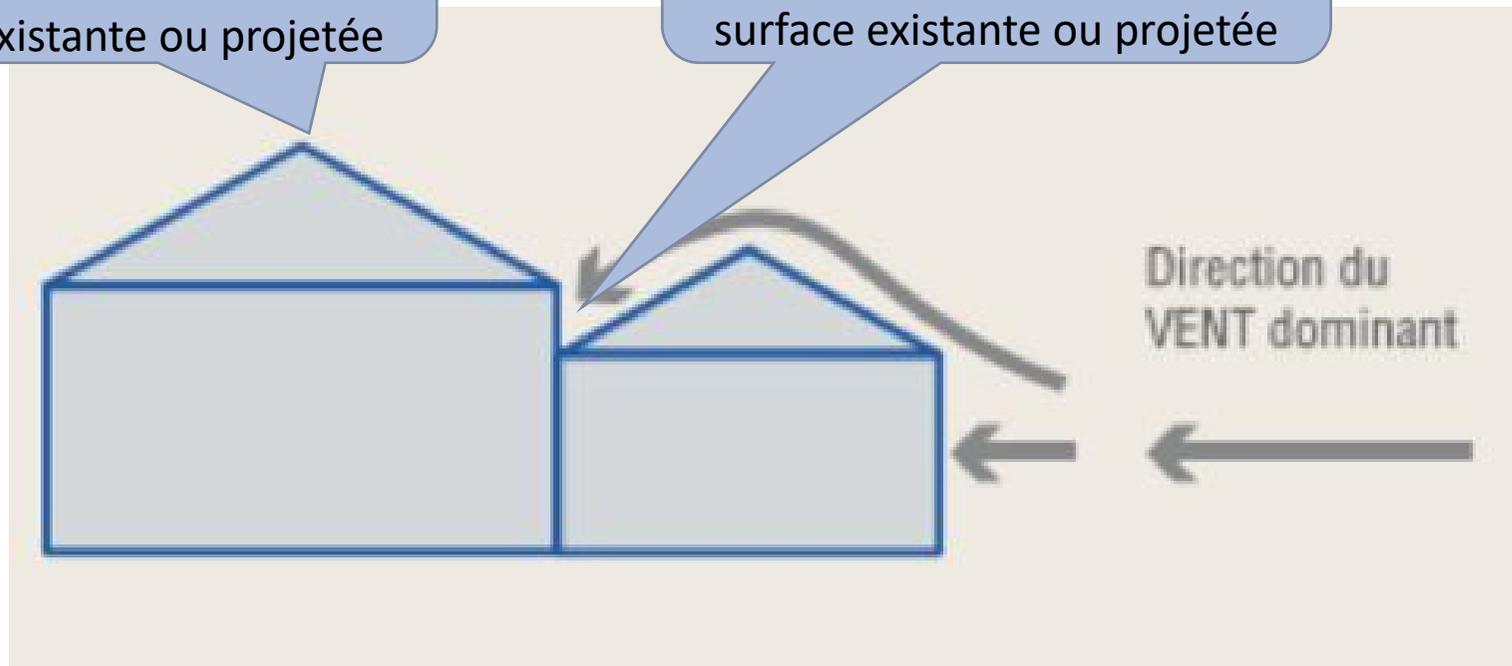
# L'ensemble des ouvertures trois bipentes



# Quelles solutions pour compenser le manque d'ouverture en faîtage ou au niveau du décalage intermédiaire ?

Soit **M** : surface  
en faîtage recommandée -  
surface existante ou projetée

Soit **D** : surface  
de décalage recommandée -  
surface existante ou projetée



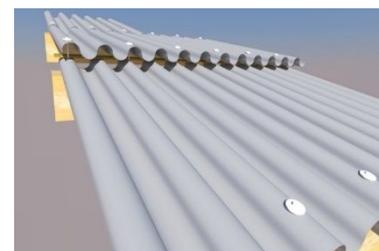
# Shelt-air propose et dimensionne aussi les relais de ventilation utiles en toiture dans trois situations :

- Trop de distances entre les ouvertures ventilantes (bâtiment large)
- Une insuffisance d'ouverture au faîtage
- Une insuffisante de décalage entre les bâtiments

## Les solutions techniques proposées :

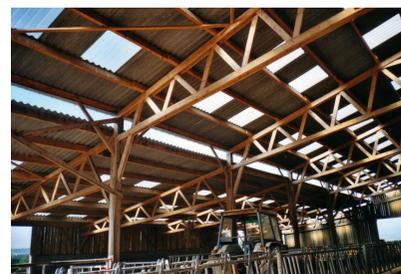
- **Écailles**

- 1 écaille équivaut à 6 cm d'ouverture libre



- **Décalage de toiture**

- Ouverture libre ou bardée

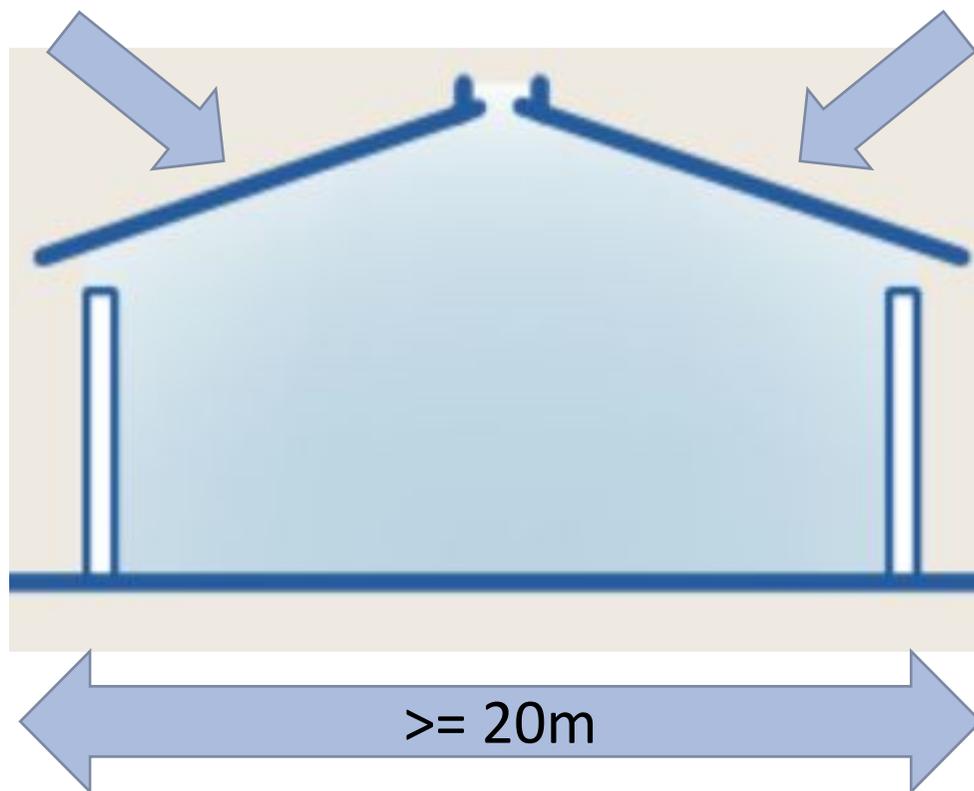
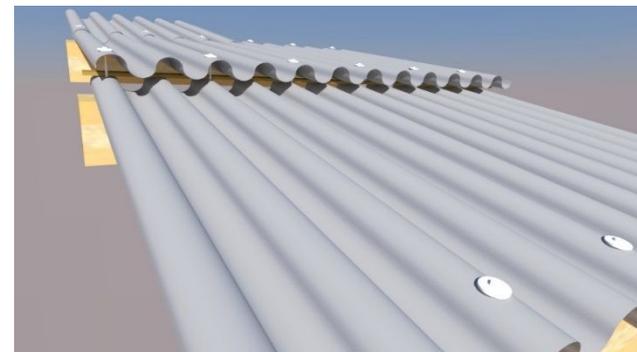
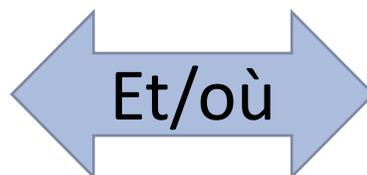


- **Toiture à fentes**

- Solution peu fréquente dans les bâtiments neufs



# Ouvertures relai en raison de la largeur



# Des relais en toiture quand le bâtiment est de grande largeur

(distance importante entre les ouvertures)

- Bâtiment bipente de plus de 20m de large avec un décalage de toiture



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

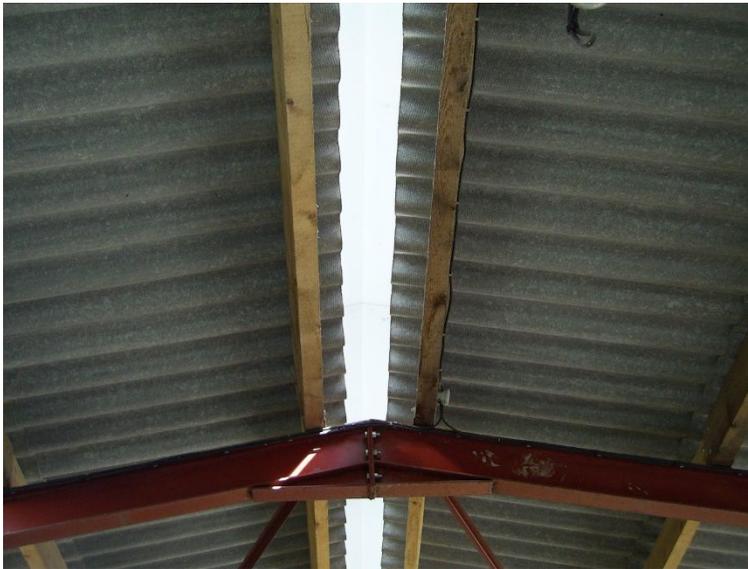
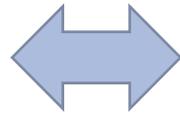
- $\leq 20$  m : ce n'est pas indispensable
  - Sauf si manque de ventilation au faîtage
- De 20m à moins de 26 m
  - Un décalage par rampant d'une hauteur libre de 10 cm
    - Hauteur à mettre en œuvre compte tenu de la conception du bâtiment (pannes) : 40 à 50 cm en réalité
- De 26 m à moins de 36 m : **LARGEUR DECONSEILLEE**
  - Un décalage par rampant d'une hauteur de 20 cm
    - Hauteur totale ~50 – 60 cm
- Au-delà de 36 m : **LARGEUR FORTEMENT DECONSEILLEE**
  - Un décalage par rampant d'une hauteur de 30 cm
    - Hauteur totale ~60 – 70 cm

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

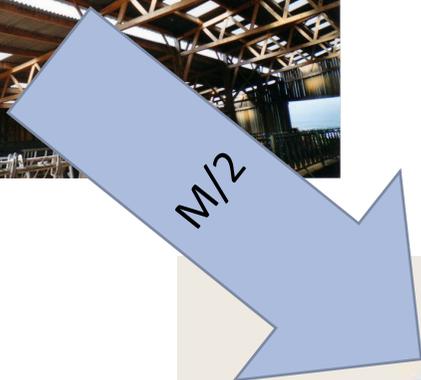
1 m d'écaille équivaut à 6 cm d'ouverture libre

- $\leq 20$  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 DECONSEILLEE**
  - Deux rangées d'écailles par rampant
- Au-delà de 36 m au moins trois rangées d'écailles : **LARGEUR FORTEMENT DECONSEILLEE**

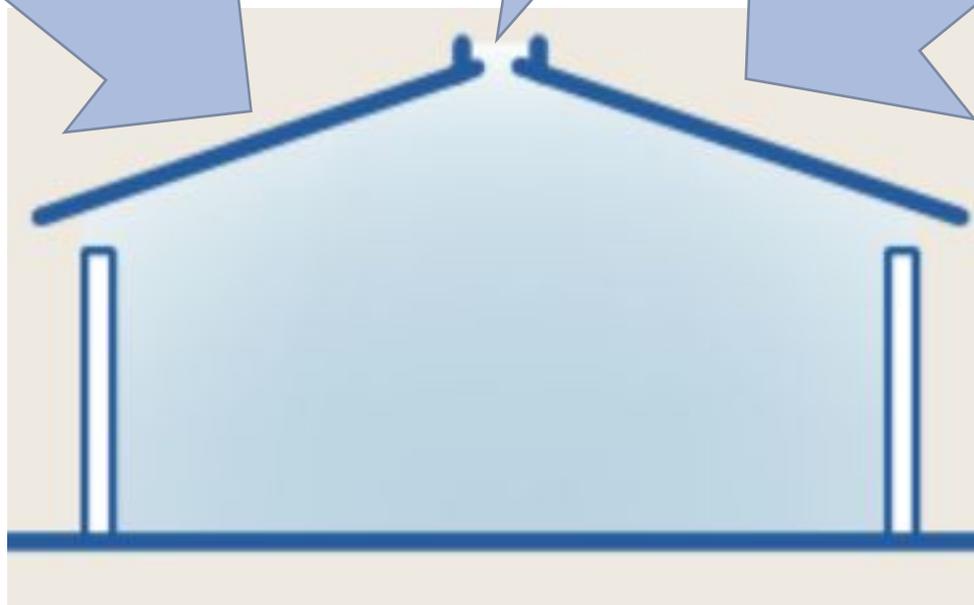
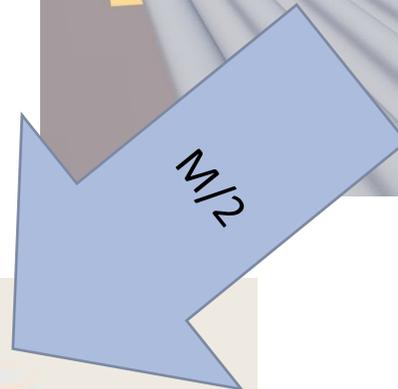
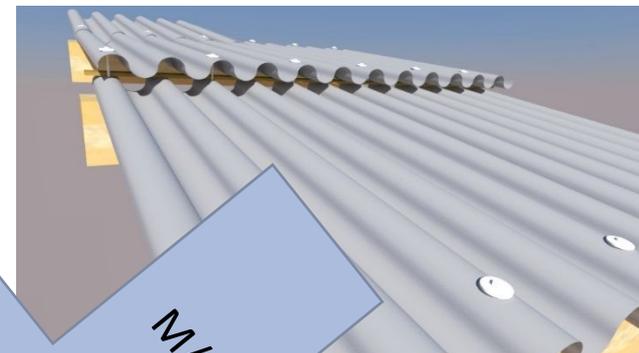
# Des relais en toiture quand l'ouverture au faîtage est insuffisante



# Ouvertures relai en raison d'un manque d'ouverture au faîtage



Soit **M** : Surface d'ouverture recommandée - surface existante ou projetée



## 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

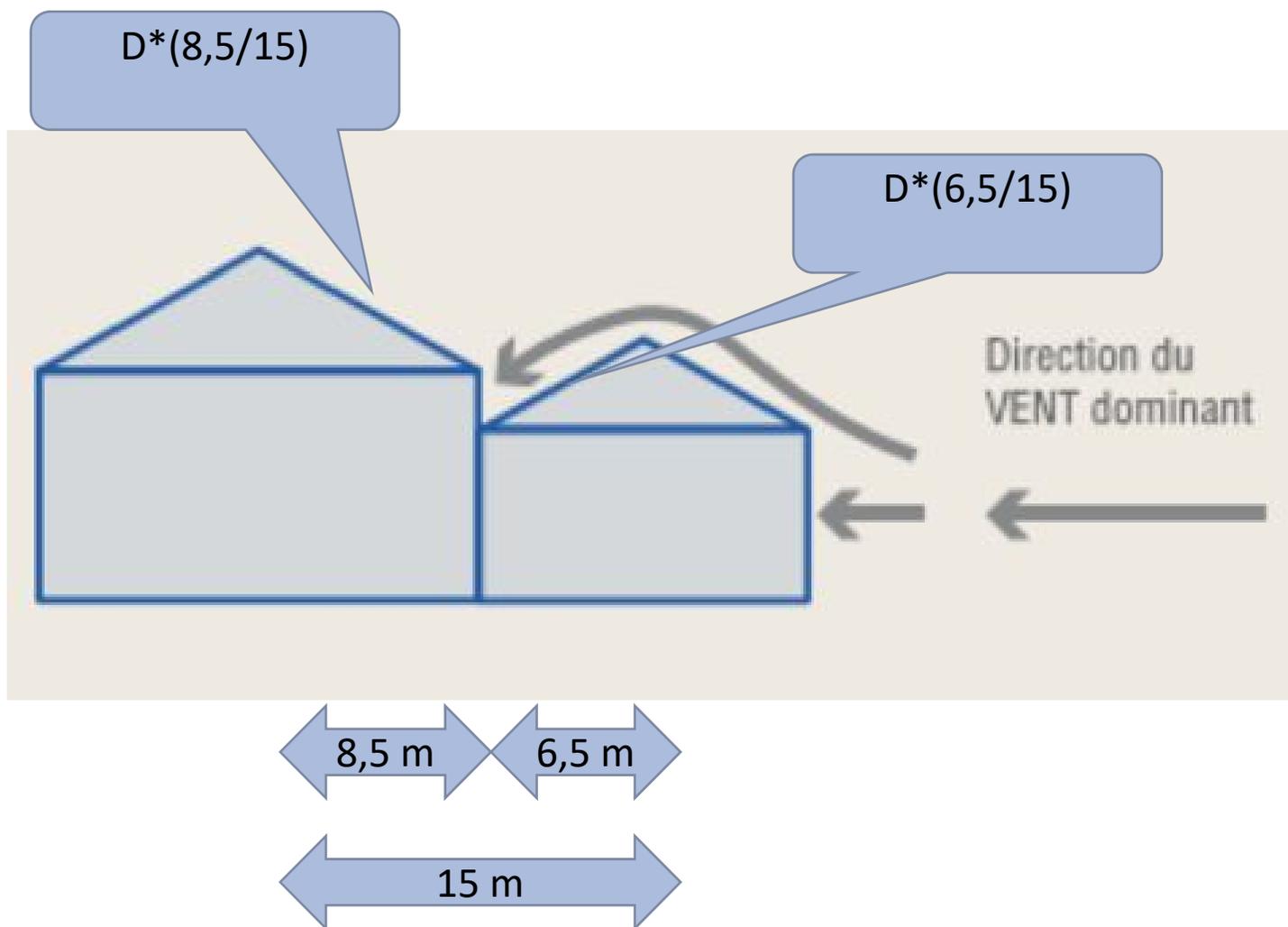
# Des relais en toiture quand le décalage intermédiaire est insuffisant



**Ecailles conseillées sur les deux rampants internes**

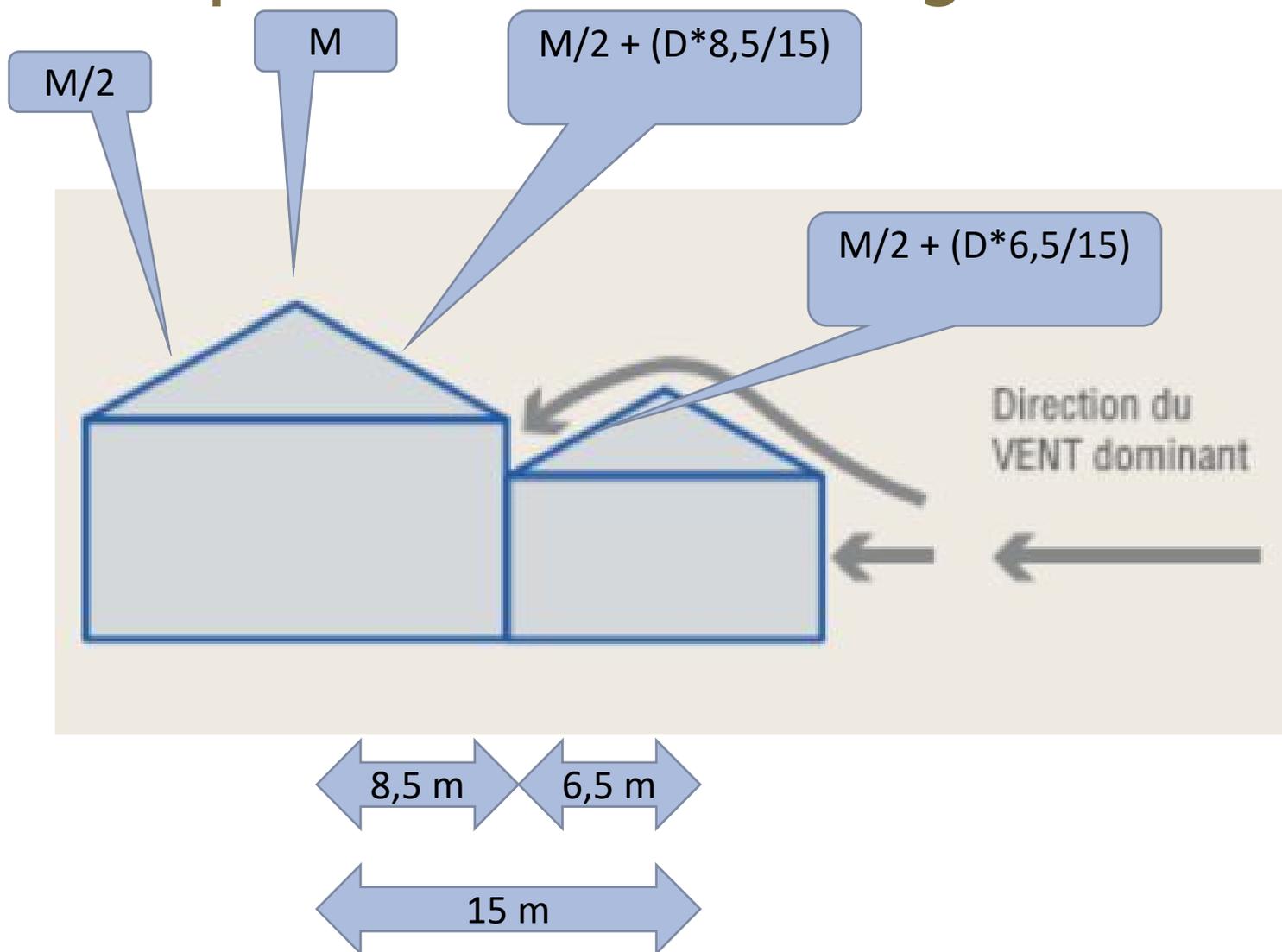
# Report en toiture d'un manque de décalage

D : Surface recommandée - surface existante ou projetée



Compensation sur les rampants internes

# Cumul manque de surface en faîtage et décalage



# Pour en savoir plus :



➤ Shelt-air <http://www.shelt-air.com>

➤ Shelt-air@idele.fr

➤ Guide pratique sur l'ambiance, Acta Editions –

<https://acta-editions.com/shop/product/la-ventilation-des-batiments-d-elevage-de-ruminants-2071?category=27&search=la+ventilation>



Issue du partenariat entre IDELE (Institut de l'Élevage) et ETERNIT France, Shelt-AIR permet de choisir très facilement les solutions techniques pour une bonne ventilation naturelle d'un bâtiment d'élevage. Que ce logement abrite des bovins, des ovins, des caprins ou des équins, toutes les références nécessaires auxquelles sont présentés et les résultats

