

# Réussir son bâtiment agricole

## avec du photovoltaïque



La production d'énergie renouvelable fait partie des nouvelles missions confiées à l'agriculture. L'installation de panneaux photovoltaïques en toiture de bâtiments agricoles, qui en est une des possibilités, est en plein développement. La recherche du rendement électrique maximum est de plus en plus souvent privilégiée au détriment de la fonctionnalité agricole du bâtiment. Toujours plus grands, toujours plus hauts, les projets atteignent aujourd'hui des dimensions atypiques sans réel lien avec l'activité de l'exploitation. Faut-il rappeler que les fonctions principales des

bâtiments agricoles sont de loger des animaux dans le respect des règles du bien-être animal, d'offrir de bonnes conditions de travail aux exploitants ou de permettre le stockage du fourrage et/ou du matériel. Enfin, ils doivent s'intégrer au mieux dans le paysage et être « liés et nécessaires à l'exploitation » conformément aux règles d'urbanisme.

L'objectif de ce document est d'apporter aux agriculteurs, et surtout aux éleveurs, des recommandations techniques pour réussir à concilier les fonctionnalités de leur projet bâtiment à la production d'électricité photovoltaïque en toiture.

### Bases zootechniques recommandées pour des bâtiments d'élevage

**La règle première est de toujours rechercher le compromis entre l'activité d'élevage et la production d'électricité. Le bâtiment doit assurer des conditions de travail correctes pour les intervenants et ne pas dégrader le bien être animal. Ne pas perdre de vue son but : construire un bâtiment fonctionnel, économique et durable.**

#### Aire de vie

Pour chaque espèce et catégorie d'animaux, des surfaces d'aire de vie à minima (Tableau 1) sont nécessaires pour assurer le bien

être des animaux et le bon fonctionnement du bâtiment (accès à l'alimentation, abreuvement, circulation, couchage, propreté...). Surdimensionner les aires de vies conduit à augmenter les frais de fonctionnement (surface et temps de raclage, curage et paillage plus importants). Cela augmente aussi les frais d'investissements (plus de terrassement, plus d'équipements intérieurs, plus de bétons au sol...). Le regroupement de tous les animaux, de surcroît d'âge différent, sous un même bâtiment, peut également engendrer des problèmes sanitaires.

**Tableau 1 :** Surface d'air de vie recommandées pour diverses catégories d'animaux et différents types de logement\*  
(Références Institut Elevage et Chambres d'agriculture)

	Type de bâtiment et aire de vie en m <sup>2</sup> / animal			Volume d'air statique optimal (m <sup>3</sup> )
	Aire paillée intégrale	Aire paillée + couloir raclé	Logettes + aire d'exercice	
Vache laitière	10,5 à 12	8,5 à 9	7,5 à 8	35
Vache allaitante + veau	11 à 12	8,5 à 10	7,5	35

\* Cette surface ne comprend pas la table d'alimentation et les locaux annexes.

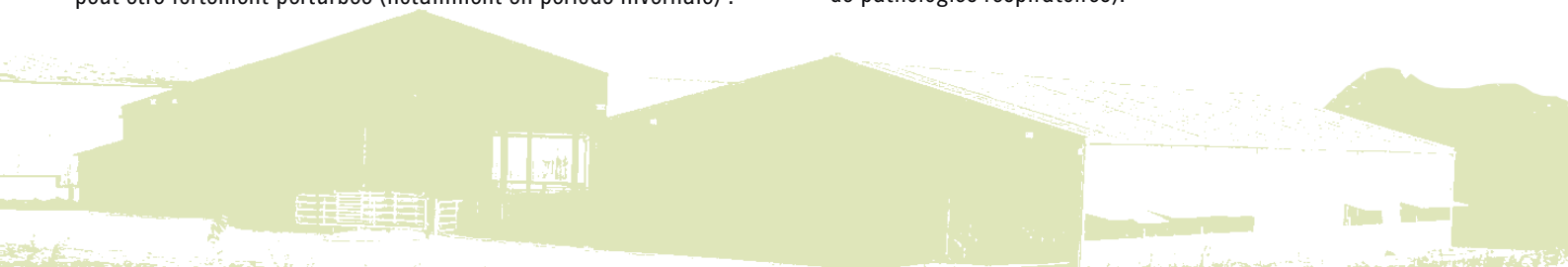
### Ambiance - Ventilation

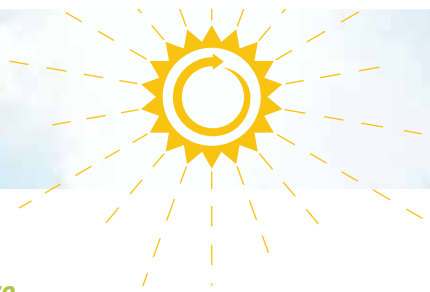
#### Volume d'air

Pour assurer le confort des animaux, un minimum de volume d'air dans le bâtiment est nécessaire et doit être adapté aux animaux qui y seront logés.

Lorsque le volume du bâtiment est surdimensionné, l'ambiance peut être fortement perturbée (notamment en période hivernale) :

- Impossible de réchauffer le bâtiment (risques de pathologie sur les animaux les plus jeunes : diarrhées...).
- Impossible d'assurer l'évacuation des gaz et de la vapeur d'eau produits par les animaux et la litière par effet cheminée (risques de pathologies respiratoires).






### Pente de toiture

Le pourcentage de pente des toitures a peu d'influence sur la production d'électricité mais en a beaucoup sur la hauteur du bâtiment et par conséquent sur son volume (Tableau 2). L'optimum du volume est atteint pour une hauteur d'environ 8 m. Il est recommandé **de ne pas dépasser des hauteurs de plus de 10 m au faîtage**.

La hauteur sous gouttière du bâtiment doit permettre de passer avec des engins (tracteurs, désileuses...) et d'assurer la ventilation. Une hauteur minimum de 3,80 m est souvent nécessaire. De plus, descendre trop bas le pan de panneaux photovoltaïques entraîne des risques d'empoussièrement accrus et peut conduire à des détériorations par projection de pierres.

 **Tableau 2 :** Incidence de la pente sur la productivité et sur la hauteur au faîtage : (source : Institut de l'Élevage, GIE Midi-Pyrénées, CRA Midi-Pyrénées, 2009)

	Satisfaisant	Pente 21 % (angle de 12°)	Pente 26 % (angle de 15°)	Pente 45 % (angle de 24°)	Pente 60 % (angle de 31°)
	Intermédiaire				
	Non satisfaisant				
<b>Variation de production photovoltaïque</b>		-1 %	0	+2 %	+4 %
<b>Hauteur au faîtage (pour une hauteur à la gouttière de 4 m)</b>	<b>Rampant de toiture 12 m</b>	6,50 m	7,10 m	9,40 m	11,20 m
	<b>Rampant de toiture 18 m</b>	7,80 m	8,70 m	12,10 m	14,80 m

Sur le rampant de 18 m prévoir impérativement un relais de ventilation à mi-toiture.

### Renouvellement d'air et ventilation

Le renouvellement d'air dans le bâtiment est primordial pour évacuer rapidement l'air vicié. L'humidité stagnante est source de nombreux problèmes sanitaires (maladies respiratoires, mammites...). L'objectif est de rendre le bâtiment le plus respirant possible pour assurer un renouvellement efficace de l'air sur toute la surface du bâtiment.

Pour permettre un renouvellement rapide de l'air, les distances entre les entrées et les sorties d'air **ne doivent pas dépasser 10 m**. Dans le cas de distances supérieures, des relais sont indispensables (toiture décalée, écailles...).

Il vaut mieux privilégier les toitures en bi-pente avec faîtage ouvert qui assurent des entrées et des sorties d'air mieux réparties.

**Les toitures mono-pentes supérieures à 12 m de large et d'un seul tenant sont à proscrire pour le logement d'animaux.**



Relais de ventilation : écailles en toiture





## Orientation

L'orientation et l'ouverture des longs pans des bâtiments ont une incidence sur la ventilation.

Idéalement, en bâtiment dit « fermé », pour favoriser une bonne ventilation, il convient d'orienter un long pan face au vent dominant. Cependant, cette orientation optimale pour l'élevage n'est pas compatible avec la production photovoltaïque (à l'exception des panneaux de silicium amorphe).

Produire de l'électricité sur un bâtiment d'élevage induit donc deux types d'orientation possibles :

- **Plein sud** pour un rendement électrique optimum. Des précautions deviennent alors nécessaires : bardage ventilant sur les 4 faces, largeur limitée du bâtiment et/ou relais de ventilation.
- **Sud est à sud/sud est**. Le rendement peut baisser de 3 à 5 % par rapport à une orientation plein sud. Selon le contexte géographique le long pan sud est peut alors rester non bardé. Cette ouverture présente plusieurs avantages : ventilation améliorée, ensoleillement de l'intérieur du bâtiment en période hivernale favorisant l'assèchement de la litière, synthèse de la vitamine D, réduction des coûts, etc.

## Matériaux de bardage

Ils doivent être à la fois perméables à l'air pour assurer la ventilation et suffisamment protecteurs contre la pluie. Il est préférable d'utiliser des matériaux à faible conductivité thermique afin de limiter les fortes variations de température et les phénomènes de condensation. Les bardages bois répondent le mieux à ces exigences.

## Luminosité

La lumière naturelle dans les bâtiments d'élevage participe à la bonne santé des animaux (reproduction, croissance, etc.).

Il faut privilégier les structures bi-pente qui permettent de disposer des translucides sur le rampant de toiture non utilisé par les panneaux photovoltaïques.

**Une répartition judicieuse des zones éclairantes sur les longs pans et sur les pignons** du bâtiment permet d'amener un complément de luminosité (haut des portails, pointes de pignons, bandeau translucides...). Un relais de ventilation par décalage de la toiture contribue aussi à l'éclairage de la stabulation.

## Champs électromagnétiques

Les panneaux photovoltaïques ne génèrent pas de champs électromagnétiques (courant continu et faible voltage). Par contre, les onduleurs dont le rôle est de transformer le courant continu en courant alternatif à 220 V ou 380 V, créent des champs électromagnétiques pouvant présenter un risque pour les animaux et les équipements électroniques.

Il convient donc d'installer les onduleurs dans un local spécifique, si possible à l'extérieur du bâtiment d'élevage et à l'écart des installations de traite. Tous les équipements doivent faire l'objet d'une mise à la terre soignée.

## Paysage

Le respect des préconisations ci-dessus (hauteur limitée, bi-pente, choix des matériaux de bardage) et l'implantation sur la parcelle conduiront à une intégration réussie du bâtiment dans son environnement.

Des abords soignés, un ensemble intégré au paysage, des volumes raisonnables, donnent une image positive auprès du public. Cette perception ne doit pas être remise en cause par de mauvais choix de matériaux.

**Attention aux dérives : éviter les grandes longueurs sans décalage de toiture et les « mono-pente » de grande largeur.**

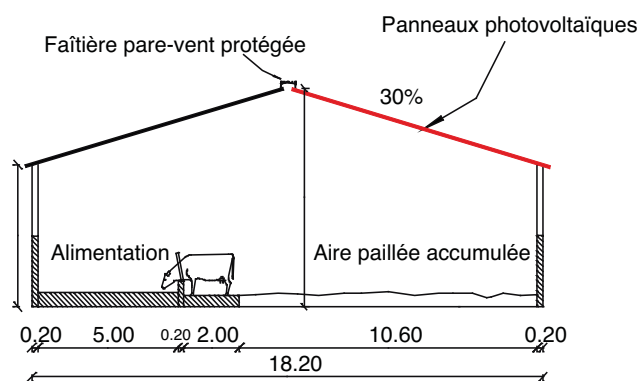


*Relais de ventilation et complément de lumière : toiture décalée*

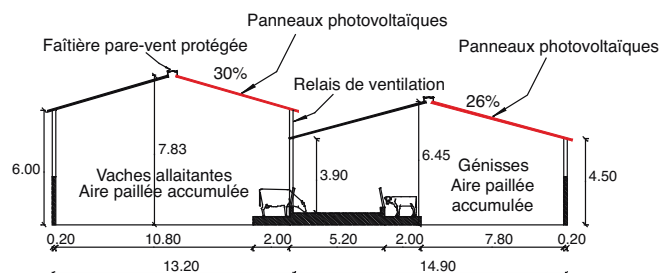




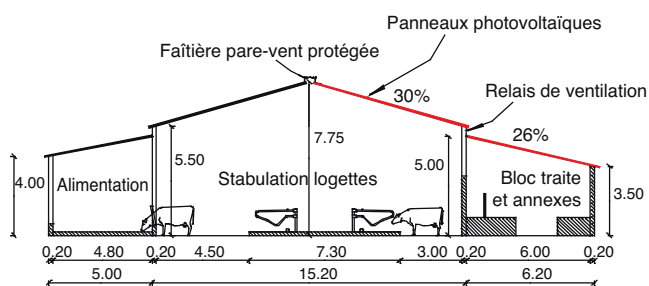
## Exemples de coupes de bâtiments d'élevage compatibles avec la production d'électricité photovoltaïque (non exhaustifs)



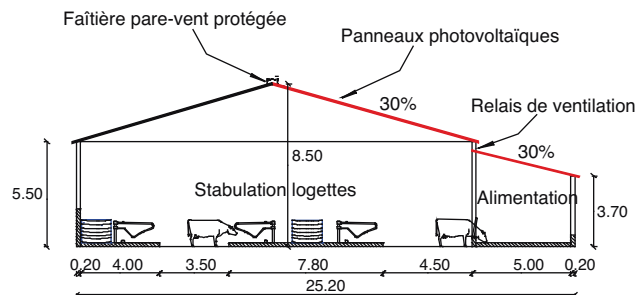
**Vaches allaitantes : aire paillée intégrale**



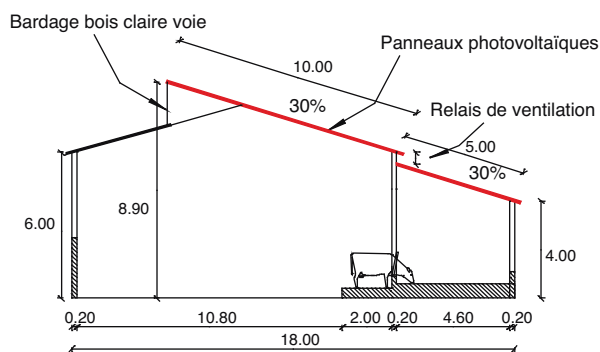
**Vaches allaitantes + génisses : aire paillée intégrale**



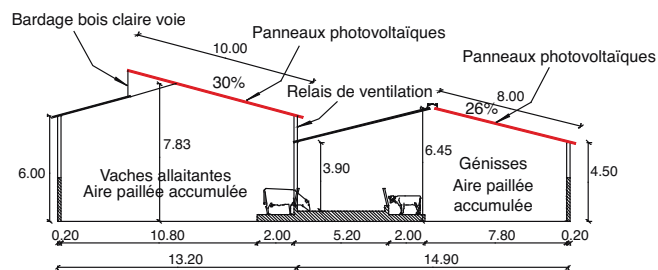
**Vaches laitières : stabulation logettes + bloc traite et annexes en long pan**



**Vaches laitières : stabulation logettes 3 rangs avec couloir de paillage**



**Vaches allaitantes + génisses : aire paillée intégrale**



**Vaches allaitantes + génisses : aire paillée intégrale**



## Bâtiments de stockage de matériels et fourrages

L'utilisation de bâtiments de stockage de matériels ou de fourrages pour la production d'électricité présente moins de contraintes en comparaison au logement d'animaux. Dans ce cas, la productivité peut être optimisée par l'orientation et la forme du bâtiment. Cependant, pour les mêmes raisons que les bâtiments d'élevage, ces constructions doivent répondre aux conditions réglementaires d'urbanisme et s'intégrer au mieux dans leur environnement. La taille de l'ouvrage doit être en rapport avec l'activité de l'exploitation.

### Orientation

Les bâtiments peuvent être orientés plein sud. Toutefois, cette orientation optimale pour la production d'électricité peut conduire à des surcoûts de terrassement, de voiries ou de réseaux selon le site d'implantation. Ces dépenses supplémentaires peuvent remettre en cause la rentabilité du projet.

### Formes des bâtiments

Pour un bâtiment de stockage fourrage, la hauteur minimale ne devrait pas être inférieure à 4 m. Cette hauteur permet au matériel d'évoluer sans risque. La hauteur du bâtiment ne doit pas non plus excéder les capacités de levage du matériel. Pour un mono-pente, le point le plus haut devrait se situer à environ 10 m (accès aux bottes de paille par exemple). Il y a aussi la sécurité des éleveurs, des intervenants et des visiteurs : plus il y a de hauteur, plus les bottes sont difficiles à mettre en place, plus elles risquent d'être instables

et donc finalement plus il y a de risques de chute provoquant des accidents parfois mortels. Le matériel est aussi plus difficile à manipuler avec des risques de dégradation de la structure du bâtiment, voire des panneaux.

Pour les hangars de stockage matériels, l'accès ne se faisant très souvent que par un seul côté, une profondeur importante (>15 m) diminue l'accessibilité du matériel entreposé au fond du bâtiment. Comme pour les hangars à fourrage, **la hauteur minimale devrait être de 4 m et la hauteur maxi de 10 m**. A titre d'exemple, une benne de semi-remorque de 22 m<sup>3</sup> atteint seulement 8 m de haut quand elle est complètement levée.

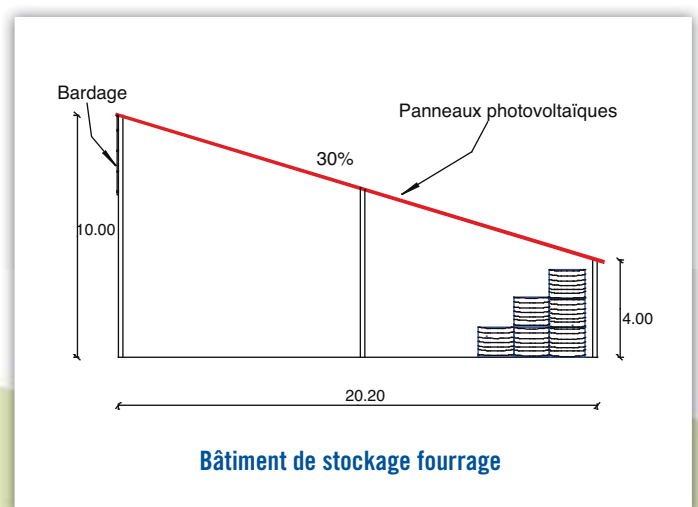
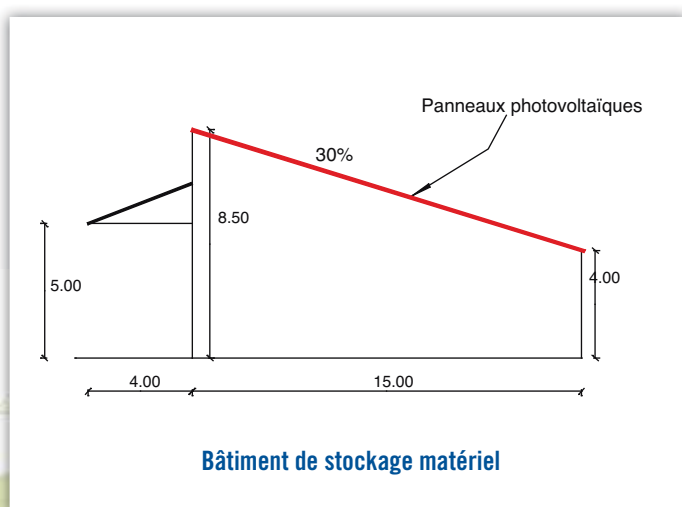
Par ailleurs, la reconversion d'un mono-pente de stockage de grande largeur en bâtiment d'élevage n'est pas envisageable.

### Choix des matériaux de bardage et paysage

Le choix des bardages permettra au bâtiment de s'intégrer dans le paysage, pour autant que son insertion ait été réfléchi en amont (emplacement du projet sur la parcelle, accès aux réseaux, voirie...). Le choix du bardage bois reste la meilleure façon d'intégrer la construction. Pour les bardages métalliques, il faut privilégier les couleurs mates et non criardes et éviter les alternances de couleur.

Les bardages peuvent être réalisés sur les quatre faces du bâtiment. Pour les bâtiments de type mono-pente orientés plein sud et ouverts au nord, il est recommandé de barder en partie haute la façade nord pour casser la hauteur.

## Exemples de coupes de bâtiments de stockage compatibles avec la production d'électricité photovoltaïque



## Evaluation technique de mon projet de bâtiment d'élevage

Des entreprises proposent de plus en plus des bâtiments couverts en panneaux photovoltaïque « clé en mains ». Ces constructions optimisées pour la production d'électricité ne répondent pas toujours aux préconisations des bâtiments d'élevage.

Afin de s'assurer que votre projet répond aux différentes exigences décrites précédemment, vous pouvez, avec l'aide de votre conseiller bâtiment, remplir ce tableau et vérifier que les conditions zootechniques soient remplies pour arriver à un bon compromis entre bâtiment d'élevage et production d'électricité photovoltaïque.

Recommandations zootechniques générales Sources : Institut de l'Élevage et Chambres d'agriculture		Avis technique sur le projet	
		Constatations sur plans	Observations
Aire de vie	m <sup>2</sup> / animal*	m <sup>2</sup>	
Volume d'air	m <sup>3</sup> / animal*	m <sup>3</sup>	
Orientation des longs pans	Optimum en semi ouvert : sud Est Optimum en fermé : sud ouest, à adapter selon le projet.		
Ventilation	Ouvertures bien réparties sur longs pans et pignons et faitage ouvert. Pour les grandes largeurs des relais sont indispensables (écailles, décalage...).		
Distance entre entrée et sortie d'air	6 à 7 m optimal 10 m maxi	m	
Matériaux de bardage	Les bardages doivent : - assurer la ventilation, - protéger contre la pluie, - être esthétiques et durables , - avoir une faible conductivité thermique.		
Luminosité	Surfaces complémentaires (pour compenser la zone photovoltaïque) : - en toiture, - en long pan, - en pignons.		
Intégration dans le paysage	Hauteur limitée à moins de 10 m. Choix et homogénéité des couleurs.		

\* Voir les références Institut de l'Élevage et Chambres d'agriculture.



### Ce document a été rédigé par le groupe « Bâtiment régional Pays de la Loire » :

Arnaud BRUEL, Chambre d'agriculture de la Sarthe.  
Stéphane COUTANT, Chambre d'agriculture de Maine-et-Loire.  
Jérôme MARY, Chambre d'agriculture de la Loire-Atlantique.  
Jean-Luc MENARD, Institut de l'Élevage.  
Jean-Marc PILET, Chambre d'agriculture de la Mayenne.  
Sophie PINETEAU, Chambre d'agriculture de la Sarthe.  
Jean-François PRUD'HOMME, Chambre d'agriculture de la Vendée.  
Philippe ROCHETEAU, Chambre d'agriculture de la Vendée.

Avec le concours financier du Conseil régional des Pays de la Loire

