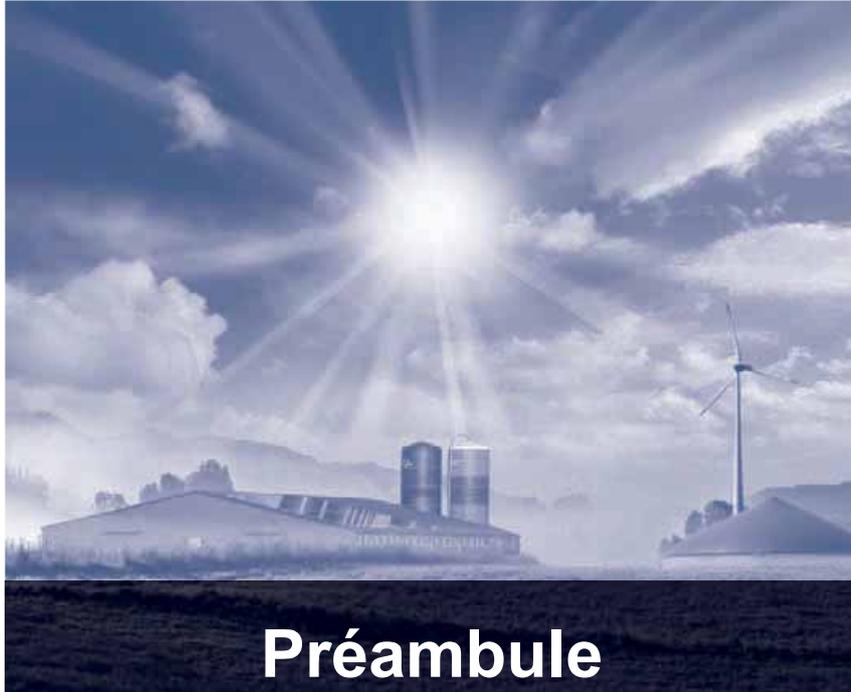




Guide du bâtiment d'élevage à énergie positive (BEBC+)

Solutions pour réduire sa consommation d'énergie
et produire des énergies renouvelables dans la filière porcine

Edition 2013



Préambule

Ce document propose des solutions permettant de réduire les consommations d'énergie dans les bâtiments d'élevage à travers des pratiques d'élevage ou des technologies nouvelles ou récentes. Il recense également les techniques de production d'énergie.

L'objectif de ce guide est avant tout de fournir les éléments permettant d'aboutir à la construction d'un bâtiment à énergie positive. Cependant, son organisation en fiches techniques permet d'adapter leurs préconisations à des bâtiments existants.

Dans ce guide, les éléments quantitatifs concernant les économies d'énergie et les coûts sont basés sur l'année 2009 qui sert ainsi de référence.

Bien que l'énergie constitue l'élément principal de ce document, les solutions présentées permettent de maintenir les performances techniques et parfois peuvent même les améliorer.

Ce guide est l'un des produits du projet « Bâtiment d'élevage à énergie positive » financé dans le cadre des appels à projet CASDAR¹ et piloté par l'IFIP-Institut du porc avec la collaboration de l'Institut de l'élevage, de l'ITAVI, des Chambres d'agriculture de Bretagne, de Bourgogne, des Pays de la Loire et de la Manche, ainsi que de la Ferme expérimentale Blanche-Maison.

1 Compte d'Affectation Spécial pour le Développement Agricole et Rural.

Sommaire

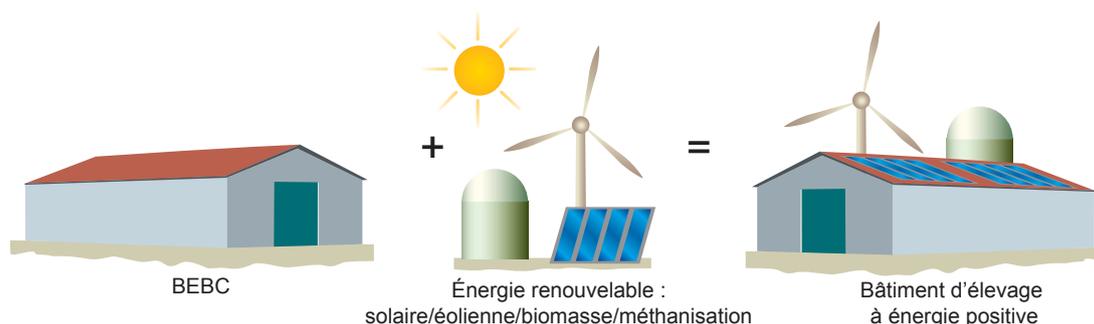
Introduction	3
Partie I : Réduction des consommations	11
Distribution de l'aliment	13
Isolation thermique	15
Pont thermique	19
Vents dominants	21
Couloirs tampons	23
Regroupement des stades chauffés	25
Solaire passif	27
Ventilation économe	29
Gestion du couple chauffage-ventilation	31
Les systèmes de chauffage	33
Positionnement des équipements de gestion de l'ambiance	35
Niches pour porcelets	37
Entretien des équipements	39
Éclairage artificiel	41
Nurserie	43
Démarrage en double densité	45
Échangeur de chaleur	47
Pompe à chaleur	49
Récupération d'énergie en préfosse	51
Mur solaire	53
Partie II : Production d'énergie	55
Le chauffe-eau solaire thermique	57
Le solaire photovoltaïque	59
L'énergie éolienne	61
Les chaudières à biomasse	63
La méthanisation	65

Introduction

Un bâtiment à énergie positive, c'est quoi ?

À l'image de la maison à énergie positive du secteur résidentiel, un bâtiment d'élevage à énergie positive est un bâtiment qui produit plus d'énergie qu'il n'en consomme. Cependant, aboutir à ce type de bâtiment nécessite deux étapes :

1. Réaliser un bâtiment d'élevage à basse consommation d'énergie (BEBC) ;
2. Compenser les consommations d'énergie restantes par la production d'énergie renouvelable en lien avec le bâtiment d'élevage.



Cette démarche concerne uniquement les bâtiments d'une exploitation agricole qui abritent des animaux d'élevage. Néanmoins, pour la filière ruminant, le périmètre de la démarche est également étendu aux hangars de stockages (matériels, fumières...) et à la salle de traite.

Les seuils pour obtenir un BEBC

Pour être BEBC, un bâtiment doit respecter une obligation de moyens avec un objectif de résultats. Ainsi, il s'agit de proposer un bâtiment d'élevage qui permette de ne pas dépasser, a priori, un seuil de consommation d'énergie (Cf. tableau ci-dessous) fixé sur la base des références des consommations de l'année 2009.

Objectifs de résultats pour obtenir un BEBC

	Consommation de référence actuelle	Consommation maximale pour obtenir un BEBC	Unité	Pourcentage d'économie à atteindre
Stade physiologique concerné	Filière porcine			
Maternité	900	540	kWh/place	40 %
Post-sevrage	85	51	kWh/place	40 %
Engraissement	40	20	kWh/place	50 %
Gestation	160	80	kWh/place	50 %
Tous stades confondus	983	491	kWh/truie présente	50 %

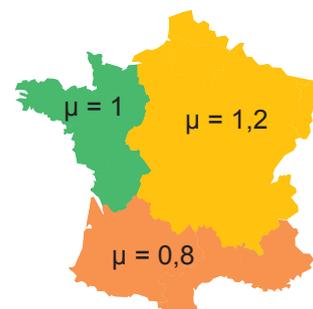
	Consommation de référence actuelle	Consommation maximale pour obtenir un BEBC	Unité	Pourcentage d'économie à atteindre
Type de production	Filière avicole			
Volailles de chair *	120	65	kWh/m ² /an	45 %
Type de bâtiment	Filière ruminant (bovin lait, bovin viande)			
Salle de traite + laiterie	49	29	Wh/litre de lait	41 %
<i>Sont pris en compte : tank à lait, eau chaude, pompe à vide, machine à traire.</i>				
Stabulation VL logettes lisier raclage	209	150	kWh/VL/an	28 %
<i>Sont pris en compte : éclairage (sans éclairage la nuit), raclage mécanisé (chaîne carrée ou câble), mélangeuse distributrice.</i>				
Stabulation VL Aire paillée	179	125	kWh/VL/an	30 %
<i>Sont pris en compte : éclairage (sans éclairage la nuit), raclage mécanisé hydraulique, curage tracteur des aires paillées, dessileuse pailleuse.</i>				
Stabulation VA Aire paillée alimentation libre-service	114	62	kWh/VA/an	46 %
<i>Sont pris en compte : éclairage (sans éclairage la nuit), raclage des couloirs + curage (tracteur), libre-service.</i>				
Stabulation VA Aire paillée alimentation distribuée	129	74	kWh/VA/an	43 %
<i>Sont en pris en compte : éclairage (sans éclairage la nuit), raclage des couloirs + curage (tracteur), tracteur chargeur.</i>				

* Attention, ce seuil est établi sur la base des références et des rotations annuelles 2008-2009 (ex : poulet standard : 6,30 ; dinde médium 2,4 ; poulets labels : 3,24 ; ...). Si la rotation est différente, il faudra en tenir compte pour pondérer le seuil visé

VL : vache laitière ; VA : vache allaitante

En raison des écarts de consommations importants liés au **climat**, il est nécessaire de pondérer ces seuils par un coefficient (μ) de correction qui permet de prendre en compte cette diversité climatique (cf. ci-contre).

Selon la zone où se trouve le bâtiment d'élevage, il faut donc multiplier le seuil (tableau 1) par le coefficient μ .



Remarque :

Pour les élevages dont les bâtiments se trouvent à plus de **1000 m d'altitude**, $\mu = 1,2$ et ce quelle que soit la zone géographique.

Situation de référence

Dans cette partie est décrite la situation de référence qui est utilisée pour calculer les économies d'énergie de la partie « Comparer » de chaque fiche.

Filière Porcine :

Dans la filière porcine, les consommations d'énergie de référence utilisées comme base de calcul pour l'ensemble des économies d'énergie sont présentées dans les fiches précisées dans le tableau suivant.

Références des consommations d'énergie par poste et par stade physiologique en production porcine

	Conso. de référence tout type confondu	Conso. de référence chauffage	Conso. de référence ventilation	Conso. de référence alimentation	Conso. de référence éclairage	Unité
Stade physiologique concerné	Filière porcine					
Maternité	900	729	90	9	72	kWh/place
Post-sevrage	85	67	12	1	5	kWh/place
Engraissement	40	0	36	3	1	kWh/place
Gestation	160	0	144	8	8	kWh/place

Il s'agit des consommations de référence pour un élevage naisseur-engraisseur total, dont la coque est composée de panneaux béton isolés (15 cm d'épaisseur), avec une ventilation en salle par salle et un plafond diffuseur de type perf-alu + 10 cm de laine de verre. L'élevage de référence ne possède aucune technique ou technologie économe en énergie et consomme uniquement de l'électricité pour le **chauffage, la ventilation, l'éclairage et l'alimentation**.

La maternité de référence possède 24 places, le post-sevrage possède 200 places, l'engraissement est également de 200 places et la verraterie-gestante est de 150 places.



Filière Avicole :

Dans la filière avicole, les consommations d'énergie de référence utilisées comme base de calcul pour l'ensemble des économies d'énergie sont précisées dans le tableau suivant :

Références des consommations d'énergie par m² et par an en production de volaille de chair

Type de production concerné	Consommations de référence				Unité
	Ensemble	Chauffage	Électricité (ventilation, éclairage, alimentation, abreuvement, ...)	Groupe électrogène et engins motorisés	
Volaille de chair	120	95	15	10	kWh/m ² /an

Le poste **chauffage** représente 80 % de la consommation totale d'énergie directe de l'atelier avicole. L'énergie la plus fréquemment utilisée est le **gaz propane**. Les principales utilisations de l'électricité sont **l'éclairage, la ventilation, l'alimentation, l'abreuvement**.



Il s'agit des consommations de référence de l'année 2009 issues des enquêtes menées en élevage par les Chambres d'agriculture du Grand-Ouest et l'ITAVI.

Filière Ruminant :

Pour concevoir une construction BEBC pour la filière ruminant, il est important de rappeler les spécificités de ces bâtiments d'élevage.

En effet, les élevages de ruminants n'utilisent aucun moyen de chauffage des locaux, à l'exception parfois d'un chauffage très localisé, par exemple en nurserie au moyen d'un radiateur infrarouge ou en salle de traite par un chauffage d'appoint. Par conséquent, les économies d'énergie directe ne peuvent pas provenir d'une meilleure isolation des locaux ou d'une optimisation des moyens de chauffage. De plus, aucune économie d'énergie n'est possible pour les dispositifs de ventilation, la très grande majorité des bâtiments pour ruminants (à l'exception des bâtiments de veaux de boucherie ou encore de quelques chèvres ou bergeries pour ovins laitiers) étant ventilés naturellement.

Les principales dépenses énergétiques sont engendrées par deux types d'activités, d'une part **l'entretien des aires de vie des animaux et l'alimentation** (fioul par les engins mobiles généralement), d'autre part toutes les opérations liées à la **traite** pour les animaux laitiers (électricité principalement).

En élevage de ruminants, l'objectif de basse consommation d'énergie sera atteint par le recours à des **matériels plus économes** (pompe à vide à débit variable par exemple), par la mise en place de dispositifs de **récupération d'énergie** (récupérateur de chaleur) ou d'une technologie **limitant la consommation d'énergie** (pré-refroidisseur de lait).

Pour les engins mobiles, on cherchera à optimiser le **couple « tracteur + outil »** pour éviter les gaspillages d'énergie liés à l'utilisation d'un tracteur beaucoup trop puissant.

L'**éclairage** des locaux est aussi un point sur lequel une diminution de la consommation est possible par le recours à des dispositifs récents « basse consommation », en particulier pour les éclairages puissants et localisés, généralement peu économes.

Pour la filière ruminant, le tableau ci-dessous rassemble les consommations d'énergie de référence utilisées comme base de calcul pour l'ensemble des économies d'énergie qui sont décrites dans les fiches de ce guide.

*Références des consommations d'énergie pour la filière ruminant
(bovin lait, bovin viande)*

Type de bâtiment	Consommation de référence « totale »	Consommation de référence du tank à lait	Consommation de référence eau chaude (ballon à accumulation)	Consommation de référence pompe à vide	Unité
Salle de traite + laiterie	49	22	17	10	Wh/litre de lait
<i>Sont pris en compte : tank à lait, eau chaude, pompe à vide machine à traire.</i>					
Type de bâtiment	Consommation de référence « totale »	Consommation de référence éclairage	Consommation de référence raclage	Consommation de référence distribution alimentation et paillage	Unité
Stabulation VL logettes lisier raclage	209	21	8	180	kWh/VL/an
<i>Sont pris en compte : éclairage (sans éclairage la nuit), raclage mécanisé (chaîne carrée ou câble), mélangeuse distributrice.</i>					
Stabulation VL Aire paillée	179	21	50	108	kWh/VL/an
<i>Sont pris en compte : éclairage (sans éclairage la nuit), raclage mécanisé hydraulique, curage tracteur des aires paillées, dessileuse pailleuse.</i>					
Stabulation VA Aire paillée alimentation libre-service	114	21	57	36	kWh/VA/an
<i>Sont pris en compte : éclairage (sans éclairage la nuit), raclage des couloirs + curage (tracteur), libre-service.</i>					
Stabulation VA Aire paillée alimentation distribuée	129	21	57	51	kWh/VA/an
<i>Sont pris en compte : éclairage (sans éclairage la nuit), raclage des couloirs + curage (tracteur), tracteur chargeur.</i>					

Parmi toutes les possibilités de combinaisons techniques en bâtiments d'élevage de vaches laitières (VL) ou de vaches allaitantes (VA), les consommations de références ont été calculées avec des combinaisons de choix techniques courants et cohérents. Le type de bâtiment de référence ne possède aucune



technique ou technologie économe en énergie, et consomme plusieurs types d'énergie : électricité pour le raclage mécanisé et pour l'éclairage, fioul pour les engins agricoles.

Pour les vaches laitières, le bâtiment d'élevage de référence loge 80 vaches en production. La première solution (stabulation VL logettes lisier raclage) est une stabulation composée de logettes, de deux couloirs, d'une distribution avec une remorque mélangeuse distributrice et, d'un raclage mécanisé (chaîne carrée ou câble) pour les déjections. La seconde solution (stabulation VL aire paillée) est une stabulation comprenant des logettes avec une aire paillée, deux couloirs, une distribution avec une dessileuse-pailleuse, un raclage mécanisé hydraulique des déjections et un curage au tracteur des aires paillées.

Pour les vaches allaitantes, le bâtiment d'élevage de référence abrite 96 vaches. La première solution (stabulation VA aire paillée alimentation libre-service) est une stabulation composée d'un couloir, d'une aire paillée en pente avec une alimentation libre-service, d'un raclage des couloirs et d'un curage de l'aire paillée au tracteur. La seconde solution (stabulation VA aire paillée alimentation distribuée) est une stabulation comprenant un couloir, une aire paillée en pente avec une alimentation distribuée par un tracteur chargeur, un raclage des couloirs et un curage de l'aire paillée au tracteur.

Partie I : Réduction des consommations

Cette première partie du document présente les fiches permettant de réduire les consommations d'énergie dans un bâtiment d'élevage. Elles concernent soit des technologies économes, soit des pratiques d'élevage économes. Ces fiches sont réalisées dans le même format et proposent toutes une évaluation du coût de la technique/technologie et du gain énergétique associé lorsque c'est possible. Des valeurs de « coût du kWh économisé » et du temps de retour sur investissement seront disponibles.

Le coût du kWh économisé est calculé sur la base du rapport du coût de l'investissement brut / kWh économisé sur la durée de vie de la technique. Par exemple, pour un échangeur de chaleur placé en post-sevrage, coûtant 3 000 €, avec une durée de vie de 10 ans et une économie d'énergie de chauffage de 30 %, le coût du kWh économisé sera de :

$$3\,000\ \text{€} / (200\ \text{places} \times 67\ \text{kWh de chauffage par place} \times 30\ \% \times 10\ \text{ans}) = 0,075\ \text{€} / \text{kWh}$$

Cet indicateur signifie que si l'éleveur paye 1 kWh électrique moins cher que le coût du kWh économisé (0,075 € dans l'exemple), l'investissement n'est pas rentable. Le coût du kWh économisé permet de prendre en compte la durée de vie du matériel contrairement au temps de retour sur investissement (TRI).

Pour un bâtiment avicole neuf BEBC de 1200 m² (coque bien isolée avec consommation de propane annuelle basée sur 5 kg/m²/an), disposant d'échangeurs de chaleur coûtant 15 000 € HT pose comprise, avec une durée de vie de 15 ans et une économie d'énergie de 30 % (économie de gaz et surconsommation électrique induites), le coût du kWh économisé sera de :

$$15\,000\ \text{€} / (1\,200\ \text{m}^2 \times 69\ \text{kWh} \times 30\ \% \times 15\ \text{ans}) = 0,04\ \text{€} / \text{kWh}$$

Cet indicateur signifie que si l'éleveur paye 1 kWh thermique plus cher que le coût du kWh économisé (0,04 € dans l'exemple, soit un prix de propane de 552 € HT), alors l'investissement est rentable.

Remarque : Pour un prix du propane à 950 €/t, le prix du kWh thermique est de 0,068 €.

En production porcine, pour l'ensemble des fiches, les calculs économiques sont basés sur un prix du kWh électrique de 0,08 €.

Plus le coût du kWh économisé est faible, plus l'intérêt de la technique est grand. **Il faut absolument que le coût du kWh économisé soit inférieur au prix d'achat moyen de l'énergie.**

L'entête de chaque fiche présente un jeu de 3 logos :



Investissement

Ce logo indique le **niveau d'investissement** nécessaire pour mettre en place la technique présentée.

Il y a 5 niveaux :



pas d'investissement ou de surcoût (ex : changement de pratique).



surcoût compris entre **0 et 33 %** du prix de base (0 à 33 € de surcoût par tranche de 100 € d'investissement de base).



surcoût compris entre **34 et 66 %** du prix de base (34 à 66 € de surcoût par tranche de 100 € d'investissement de base).



surcoût compris entre **67 et 100 %** du prix de base (67 à 100 € de surcoût par tranche de 100 € d'investissement de base).



surcoût **supérieur à 100 %** du prix de base (plus de 100 € de surcoût par tranche de 100 € d'investissement de base).



Ce logo indique le **niveau d'économie d'énergie** atteignable grâce à la technique présentée.

Il y a 3 niveaux :



économie d'énergie permettant d'atteindre **moins de 50 %** des économies à réaliser pour être BEBC.



économie d'énergie permettant d'atteindre **entre 51 et 100 %** des économies à réaliser pour être BEBC.



économie d'énergie permettant d'atteindre **le seuil pour être BEBC**.



Ce logo indique le **niveau de priorité** de la technique pour atteindre le seuil BEBC avec un coût acceptable.

Il y a 3 niveaux :



soit l'économie d'énergie atteinte grâce à la technique est **trop faible** pour être BEBC, soit la technologie est très chère.



l'économie d'énergie est **intéressante** au regard du coup de l'investissement.



la technique permet d'atteindre les seuils **BEBC** avec un investissement très faible.

Attention

Les éléments de comparaison présentés dans les fiches du guide sont issus d'une moyenne nationale et de prix moyens. Chaque élevage étant spécifique, il est nécessaire d'évaluer la rentabilité d'une technique avec des devis réalisés sur des cas concrets. **Les éléments technico-économiques sont présentés à titre indicatif** et ne sont donc pas représentatifs de l'ensemble des cas particuliers présents sur le terrain.

Partie II : Production d'énergie

Cette deuxième partie du guide concerne l'ensemble des techniques permettant de produire de l'énergie. Les fiches techniques sont rédigées sur le même format que les fiches « économies d'énergie ». Les tarifs de rachat de l'énergie renouvelable présentés dans les fiches sont basés sur l'année 2013. Selon l'évolution de la réglementation des tarifs de rachat, il faudra recalculer les éléments économiques des fiches « production d'énergie ».



Partie I : Réduction des consommations

Distribution de l'aliment

Quel intérêt ?

L'alimentation ne représente en moyenne que **4 % de la consommation d'énergie d'un élevage naisseur-engraisseur**. Cette faible part dans le bilan énergétique explique notamment que peu de leviers d'action ont été identifiés pour réduire de façon significative la part de ce poste. L'objectif de cette technique est de limiter les consommations d'énergie liées à la distribution des aliments.

Comprendre !

La réduction de la consommation d'énergie de l'alimentation peut s'envisager par un **apport manuel** de l'aliment, ou bien par l'utilisation de **systèmes automatiques** plus performants.

Dans le premier cas, c'est une économie de 100 % sur le poste alimentation. Néanmoins, l'apport d'aliment de façon manuelle n'est pas généralisable car les quantités à distribuer sont importantes et monopoliseraient la quasi-totalité du temps de main d'œuvre disponible. Quelques élevages de moins de 100 truies ont une partie du troupeau de gestantes et souvent les salles de maternité en alimentation manuelle.

La deuxième voie est l'**optimisation du processus de distribution**, via l'utilisation de systèmes offrant le meilleur couple puissance/aliment distribué. L'alimentation sèche est, à ce titre, plus performante puisqu'elle ne distribue que l'aliment par opposition à la soupe qui nécessite le transport de volumes plus importants (eau).

Pour l'alimentation sèche, l'utilisation de **spires** de plus grand diamètre permet de distribuer plus d'aliment avec moins d'énergie. Ainsi, une spire de diamètre 90 mm transporte 2 fois plus d'aliment à l'heure que celle de 75 mm avec un moteur équivalent (0,75 kW) et 5 fois plus (2,5 fois moins d'énergie) qu'une spire de diamètre 55 mm avec un moteur de 0,37 kW (tableau ci-dessous).

Débit des vis type spire en fonction du diamètre du tube

Diamètre (mm)	55	75	90
Débit (kg/heure)	520	1300	2600
Puissance (kW)	0,37	0,75	0,75
Quantité d'aliment distribuée par kWh (kg/kWh)	1400	1735	3470

Dans la pratique, les contraintes d'installation limitent l'usage des vis de grand diamètre (longueur totale moindre, inclinaison maximum réduite).

Pour l'alimentation en soupe, 3 types de pompes sont utilisés. La plus performante (kg distribués /kWh) est la **pompe centrifuge** mais elle est mal adaptée aux circuits longs.

La seule véritable alternative est d'équiper les moteurs utilisés de **variateurs** de fréquence. Cela évite les pics de consommation électrique au démarrage et permet de moduler la puissance du moteur en fonction du besoin.



Investissement



Economie d'énergie



Priorité

En pratique pour un bâtiment BEBC

Dans le cas d'une alimentation humide, seule la variation de **fréquence** peut avoir un intérêt dans le cadre de la démarche BEBC. Sinon, lorsque c'est possible et pour des raisons énergétiques uniquement, **privilégier l'alimentation en sec.**



Comparer

	kWh consommés/ porcs charcutiers	Prix du kWh économisé	Temps de retour sur investissement
Manuelle	0,00	- €	
Vis/spirale classique	0,53	- €	
Vis/spirale de grand diamètre	0,42	- €	
Soupe classique	0,64	- €	
Variateur de fréquence sur soupère	0,45	0,073 €	9,1 ans

A retenir

Le poste alimentation ne représente qu'une faible part de la consommation d'énergie et à ce titre n'est pas un axe prioritaire pour atteindre la cible BEBC.

Isolation thermique



Investissement



Economie d'énergie



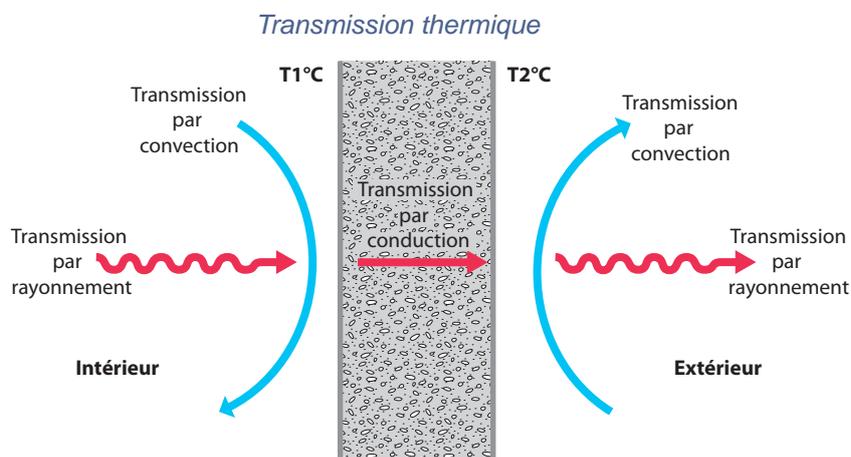
Priorité

Quel intérêt ?

Un **choix adapté des matériaux de construction** doit permettre de limiter les déperditions thermiques du bâtiment. Ainsi, il est possible de réduire la facture énergétique des bâtiments selon les stades physiologiques et les performances des matériaux.

Comprendre !

De manière générale, depuis l'intérieur de la porcherie, les calories atteignent les parois extérieures par convection et rayonnement, passent au travers de celle-ci par **conduction**, et s'échappent à nouveau par **convection et rayonnement**.

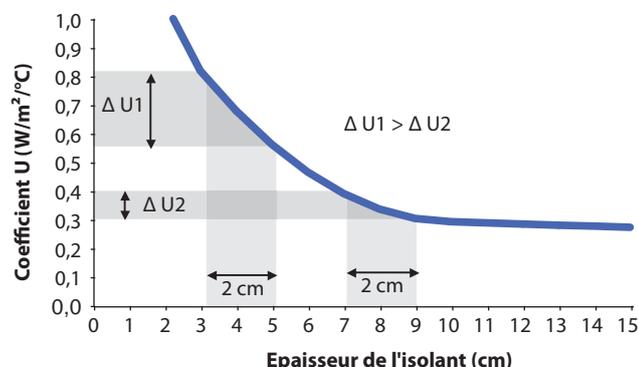


Le but de l'isolation thermique est donc de **diminuer les échanges de chaleur entre l'intérieur et l'extérieur par interposition d'un matériau** ayant la capacité de conduction la plus faible possible, c'est à dire la résistance thermique la plus forte. Les déperditions thermiques d'une paroi sont déterminées par le coefficient de transmission surfacique U en $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$. Ce coefficient indique la quantité de chaleur passant au travers d'une surface de $1 m^2$ pour $1^\circ C$ d'écart de température entre l'intérieur et l'extérieur. Plus il est faible, plus la paroi est isolante. Le coefficient U est directement transmis par le fournisseur dès lors que les matériaux sont certifiés ACERMI. Dans le cas contraire, U peut se calculer selon la formule suivante :

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e} + \frac{e}{\lambda}}$$

h_i et h_e correspondant aux résistances thermiques d'échanges superficiels intérieurs et extérieurs avec $1/h_i + 1/h_e = 0,17 m^2 \cdot ^\circ C/W$ pour une paroi et $0,14 m^2 \cdot ^\circ C/W$ pour un plafond.
 e = épaisseur du matériau en m et λ la conductivité thermique du matériau en $W/(m \cdot ^\circ C)$.

Évolution de U en fonction de l'épaisseur de l'isolant dans une paroi sandwich (polystyrène extrudé)



Le graphique ci-dessus montre que le coefficient U n'est pas directement proportionnel à l'épaisseur de l'isolant. **Augmenter de 2 cm l'épaisseur de l'isolant entre 3 et 5 cm aura plus d'impact qu'entre 7 et 9 cm.**

Le tableau ci-dessous donne quelques valeurs de U pour les principaux matériaux utilisés dans les bâtiments d'élevage :

Panneau béton isolé				
Epaisseur en mm	150	200		
U en w/(m².°C)	0,57	0,41		
Brique monolithe isolée				
Epaisseur en mm	200	300		
U en w/(m².°C)	0,44	0,38		
Mousse de polyuréthane				
Epaisseur en mm	30	40	50	60
U paroi en w/(m².°C)	0,62	0,45	0,39	0,32
U plafond en w/(m².°C)	0,75	0,55	0,47	0,39
Polystyrène extrudé				
Epaisseur en mm	30	40	50	60
U paroi en w/(m².°C)	0,78	0,61	0,49	0,42
U plafond en w/(m².°C)	0,95	0,74	0,60	0,51
Laine minérale				
Epaisseur en mm	50	75	100	200
U paroi en w/(m².°C)	0,53	0,36	0,27	0,14
U plafond en w/(m².°C)	0,64	0,44	0,33	0,17

En pratique pour un bâtiment BEBC

Selon la zone climatique et les températures extérieures minimales observées (-5°C ou -15°C), les recommandations de coefficient U varient. Par exemple, pour un bâtiment BEBC situé en Bretagne, le coefficient U minimum à respecter sera basé sur une température extérieure de -5°C.

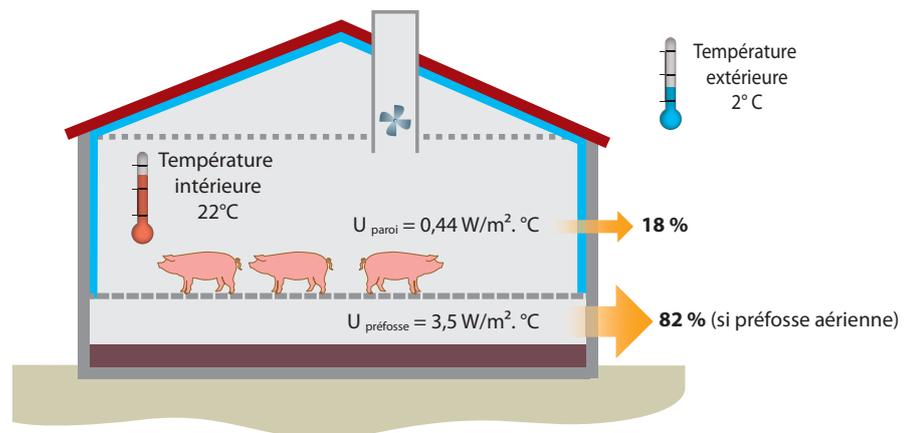
Sol	Stade physiologique	Toiture		Murs	
		-5°C	-15°C	-5°C	-15°C
Sol abondamment paillé	Maternité	1,00	0,60	1,2 à 1,5	0,80
	Post-sevrage				
	Engaïssement				
	Reproducteurs				
Gisoir bétonné et isolé + aire à déjections	Maternité	0,50	0,35	0,80	0,60
	Post-sevrage				
	Engaïssement	0,80	0,50	1,00	0,70
	Reproducteurs				
Caillebotis intégral	Maternité	0,40	0,35	0,60	0,50
	Post-sevrage				
	Engaïssement	0,60	0,40	0,80	0,60
	Reproducteurs				

Comparer

	kWh consommés en chauffage kWh / place	Coût du kWh économisé	Temps de retour sur investissement
PS avec panneaux béton 15 cm isolé	60,28	Situation de base	-
PS avec panneaux béton 15 cm non isolé	69,32	-	-
PS avec panneaux béton 20 cm isolé	59,00	0,18	45 ans
PS avec brique monolithe 20 cm isolé	59,68	0,38	95 ans
PS avec brique monolithe 30 cm isolé	59,00	0,53	133 ans
PS avec brique monolithe 20 cm isolé et préfosse 80 cm aérienne	66,00	-	-

A retenir

Une isolation de qualité permet de réduire les déperditions thermiques d'un bâtiment. A titre indicatif, une préfosse hors sol en béton banché de 1,50 m de profondeur perdra 4 à 5 fois plus de chaleur que les panneaux isolés de briques ou de béton qu'elle supporte. Dans la pratique, **il est donc important d'enterrer les fosses, de les taluter ou encore de les isoler** pour réduire ces pertes thermiques.



Pont thermique



Investissement



Economie d'énergie



Priorité

Quel intérêt ?

Limiter les consommations de chauffage par la réduction des **ponts thermiques**.

Comprendre !

Un pont thermique est une zone ponctuelle ou linéaire qui, dans l'enveloppe d'un bâtiment, présente une variation de résistance thermique, en général à la jonction de deux parois.

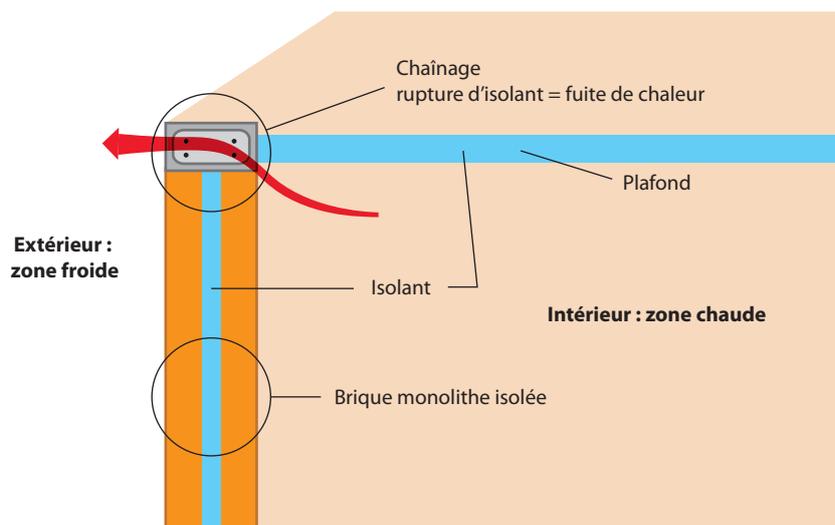
Un pont thermique est donc créé si :

- il y a changement de la géométrie de l'enveloppe,
- il y a changement de matériaux et/ou de résistance thermique.



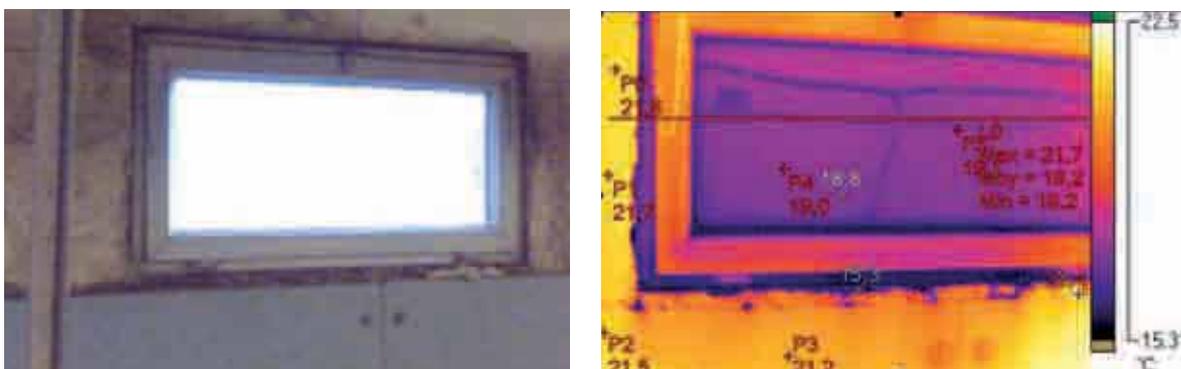
Les ponts thermiques constituent des zones de forte déperdition favorisant la condensation.

Exemple de ponts thermiques sur la zone de chaînage



En pratique pour un bâtiment BEBC

Dans des bâtiments à faible consommation énergétique, il est primordial d'avoir une forte résistance thermique pour les parois et de s'assurer d'avoir de faibles pertes de chaleur au niveau des jonctions. Pour ce faire, on peut agir dès la conception en construisant son mur avec un **matériau isolant** (panneau béton isolé et brique monomur isolée etc.). Une autre solution consiste à isoler par l'extérieur. La mise en œuvre de la ceinture en partie haute des murs en panneaux de béton est souvent à l'origine d'un pont thermique. Ce pont thermique provoque de la condensation qui peut être atténuée par la pose d'une bande d'isolant.



Comparer

Au vu des pertes thermiques liées aux ponts thermiques, les investissements nécessaires pour réaliser des ruptures de ponts thermiques dépassent les 30 ans de temps de retour sur investissement.

	Fenêtre	Porte	Panneau béton 20 cm	Brique monolithe 20 cm
U en W/m ² de surface / C° d'écart	3,25	2,9	0,41	0,44
Pertes linéiques en W/m linéaire de contours / C°	0,07	-	-	-

A retenir

Les ponts thermiques sont à l'origine de moins de 5 % des pertes thermiques des bâtiments isolés.

C'est pourquoi, sur un bâtiment en panneaux béton isolé ou en brique monolithe isolée, le traitement des ponts thermiques ne trouve **aucune rentabilité** et n'est donc pas une action prioritaire.

Vents dominants



Investissement



Economie d'énergie



Priorité

Quel intérêt ?

Réduire les déperditions thermiques liées à l'exposition du bâtiment aux vents dominants.

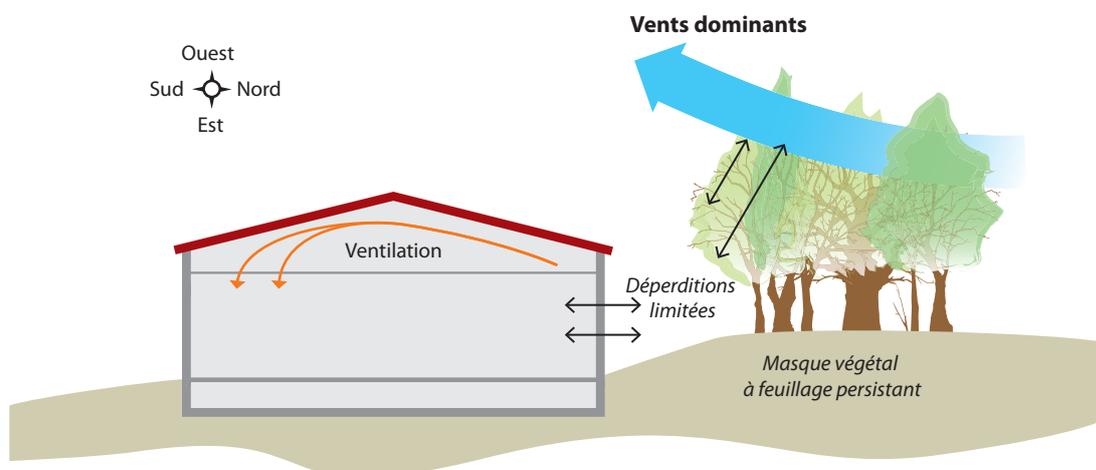
Comprendre !

Les vents dominants d'hiver sont une source importante de déperdition thermique à travers les parois exposées. Par effet de convection et, dans certains cas par infiltration, ils contribuent au refroidissement des bâtiments et impactent la facture énergétique de ces derniers. L'implantation et l'orientation du bâtiment doivent donc être réfléchies pour limiter son exposition aux vents dominants.

En pratique pour un bâtiment BEBC

Dans le cadre de la conception d'un bâtiment BEBC, un certain nombre de préconisations sont à respecter :

- Eviter l'implantation du bâtiment sur un relief fortement exposé (haut d'une colline) ;
- Valoriser le bâti existant pour protéger les bâtiments chauffés des vents dominants tout en respectant la chaîne de bâtiment (évacuation air vicié) ;
- Privilégier une orientation des pignons face aux vents dominants (exemple en Bretagne : Ouest-Est) ;
- Prévoir la création d'espaces tampons sur les zones les plus exposées (cf.fiche « Couloirs tampons ») ;
- Prévoir la valorisation ou la création de masques végétaux persistants selon l'origine du vent ;
- Optimiser la compacité du bâtiment pour réduire la surface exposée aux vents ;



Comparer

Avec une forte exposition aux vents dominants, les déperditions thermiques par les parois augmentent de 10 % ce qui correspond à 3 % de la facture de chauffage.

	kWh consommés / place	Prix du kWh économisé	Temps de retour sur investissement
PS normalement exposé	60,28	- €	
PS faiblement exposé	58,47	- €	
PS fortement exposé	62,09	- €	

PS : post-sevrage

Couloirs tampons



Investissement



Economie d'énergie



Priorité

Quel intérêt ?

Limiter les déperditions thermiques à travers les parois verticales pour les stades chauffés. En effet, la mise en place de couloirs tampons permet de réduire le nombre de parois en contact direct avec l'extérieur. Ainsi, l'objectif est ici de penser le bâtiment de façon à permettre d'isoler les salles de maternité et de post-sevrage de l'extérieur.

Comprendre

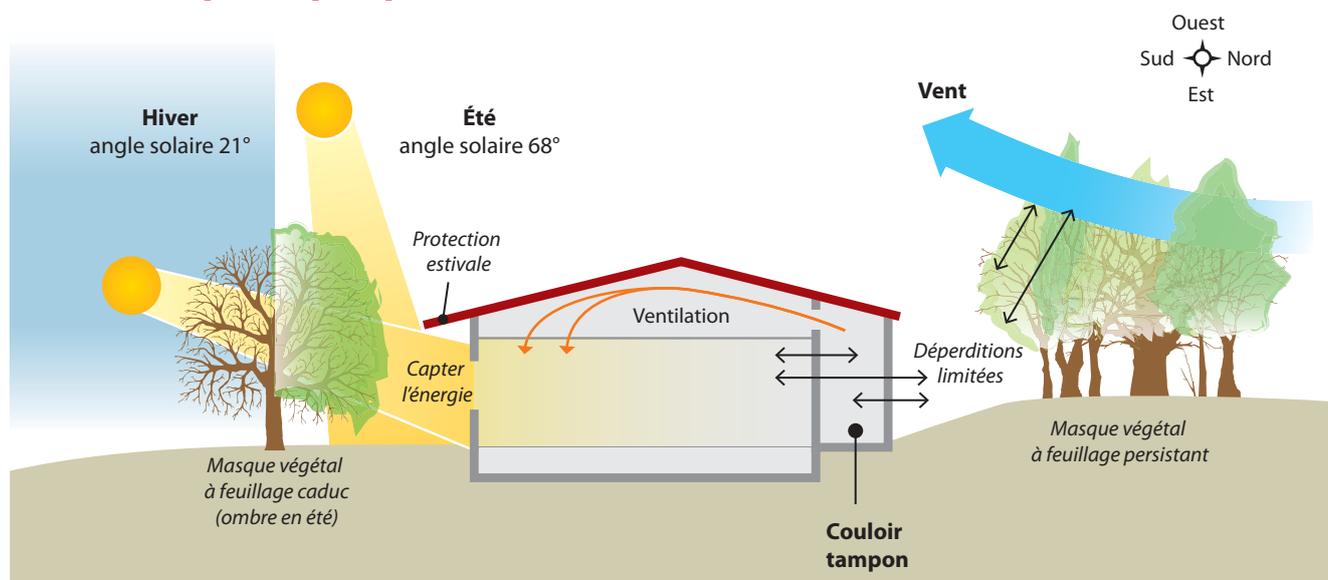
Le chauffage est le premier poste de dépense en énergie puisqu'il représente à lui seul 46 % des consommations d'un élevage de type naisseur-engraisseur. Plusieurs solutions existent pour limiter les consommations liées au chauffage. La mise en place d'un couloir tampon constitue l'une d'elles.

Les besoins en chauffage sont générés par le renouvellement d'air et par les déperditions à travers les parois. Or, la chaleur perdue par les parois dépend :

- de la nature des matériaux qui composent la paroi,
- de la surface de la paroi,
- de l'écart de température entre les faces intérieure et extérieure de la paroi (ΔT°).

La mise en place d'un couloir tampon agit sur le ΔT° . Ainsi, les pertes de chaleur sont réduites.

En pratique pour un bâtiment BEBC



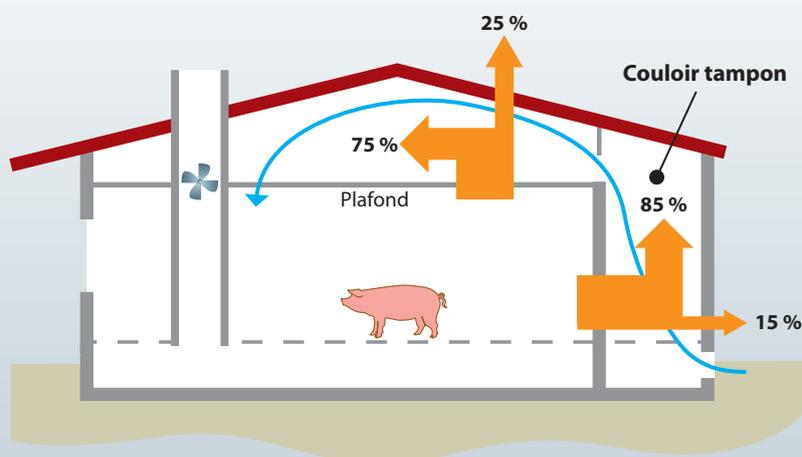
Mettre en place un couloir tampon pour que les salles chauffées n'aient pas de parois directement en contact avec l'extérieur. Ce type de couloir est d'autant plus efficace qu'il se situera face aux vents dominants et/ou du côté nord du bâtiment.

Comparer

Dénomination	kWh consommés/ place de PS	Prix du kWh économisé	Temps de retour sur investissement
PS sans couloir tampon	60,28 kWh	Situation de base	
PS avec couloir tampon	58,71 kWh	0,20 €/kWh	62 ans

A retenir

Les économies d'énergie sont très faibles au regard d'autres solutions. Cette fiche est à consulter en lien avec la fiche « Regroupement des stades chauffés ». Toutefois cette technique de construction possède un double intérêt. En effet, si l'entrée d'air s'effectue par prise directe dans le couloir tampon, il y a une économie d'énergie supplémentaire liée à la récupération (à hauteur de 85 %) des calories perdues à travers la paroi donnant sur le couloir. De la même façon, près de 75 % de la chaleur perdue à travers le plafond est récupérée lorsque l'entrée d'air se fait à travers celui-ci.



Le choix de la mise en place de couloirs tampons ne doit donc pas être uniquement lié à la question énergétique et doit surtout prendre en compte les besoins de circulation des animaux et des animaliers.

Regroupement des stades chauffés



Investissement



Economie d'énergie



Priorité

Quel intérêt ?

Limiter les déperditions thermiques à travers les parois verticales pour les stades physiologiques chauffés. En effet, leur regroupement permet de réduire le nombre de parois en contact direct soit avec l'extérieur, soit avec des salles non chauffées. L'objectif est ici de penser le bâtiment de façon à privilégier une organisation permettant de placer les salles de post-sevrage et de maternité à proximité immédiate.

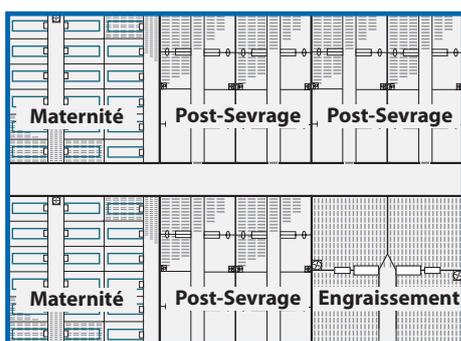
Comprendre !

Le chauffage est le **premier poste de dépense en énergie** puisqu'il représente à lui seul 46 % des consommations d'un élevage de type naisseur-engraisseur. Plusieurs solutions existent pour limiter les consommations liées au chauffage. Le principe du regroupement des stades chauffés constitue l'une d'elles.

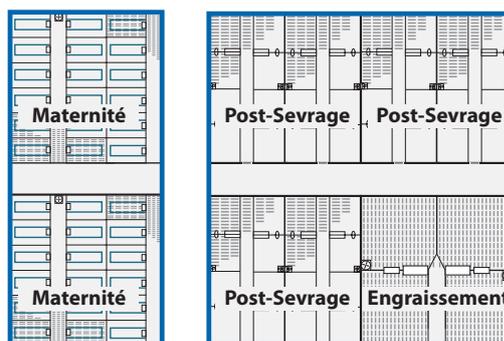
Les besoins en chauffage sont générés par le renouvellement d'air et par les déperditions à travers les parois. Or, la chaleur perdue par les parois dépend :

- de la nature des matériaux qui composent la paroi ;
- de la surface de la paroi ;
- de l'écart de température entre les faces intérieure et extérieure de la paroi (ΔT°).
- Le regroupement des stades chauffés agit sur le ΔT° pour réduire les pertes de chaleur.

Pour un même nombre de place, il y a près de 40 % de surfaces déperditives en plus.



255 m² de parois déperditives



360 m² de parois déperditives

En pratique pour un bâtiment BEBC

Privilégier les configurations de bâtiments où les salles de maternité et de post-sevrage sont accolées afin de réduire les consommations de chauffage.

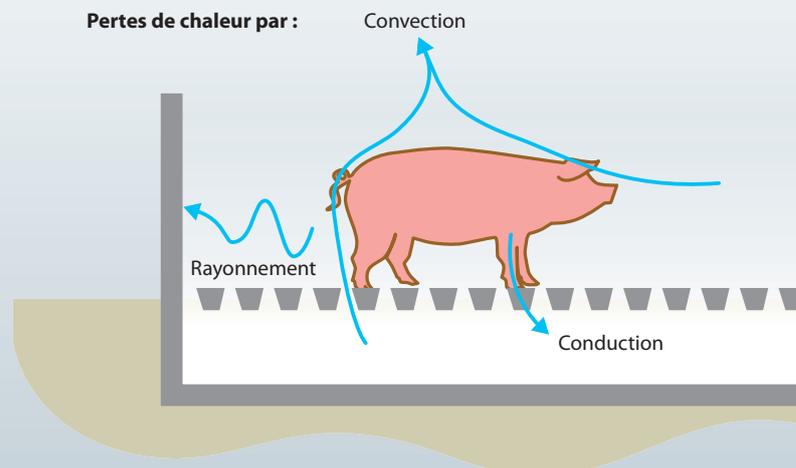
Comparatif

	Consommation par place	Prix du kWh économisé	Temps de retour sur investissement
PS entre une maternité et un PS	60,28	- €	-
PS entre 2 Eng	60,69	- €	-
PS entre 1 Eng et 1 PS	60,45	- €	-
PS entre 2 PS	60,29	- €	-

Eng : engraissement

A retenir

Les économies d'énergie sont très faibles au regard d'autres solutions. Cette fiche est à consulter en lien avec la fiche « Couloirs tampons ». Au-delà des économies d'énergie, cette technique permet d'éviter les effets de parois froides (perte de chaleur par rayonnement, condensation...) et donc de limiter les risques de dégradation des performances techniques.



Comme le montre le schéma, l'animal perd de la chaleur par rayonnement à proximité d'une paroi froide.

Solaire passif



Investissement



Economie d'énergie



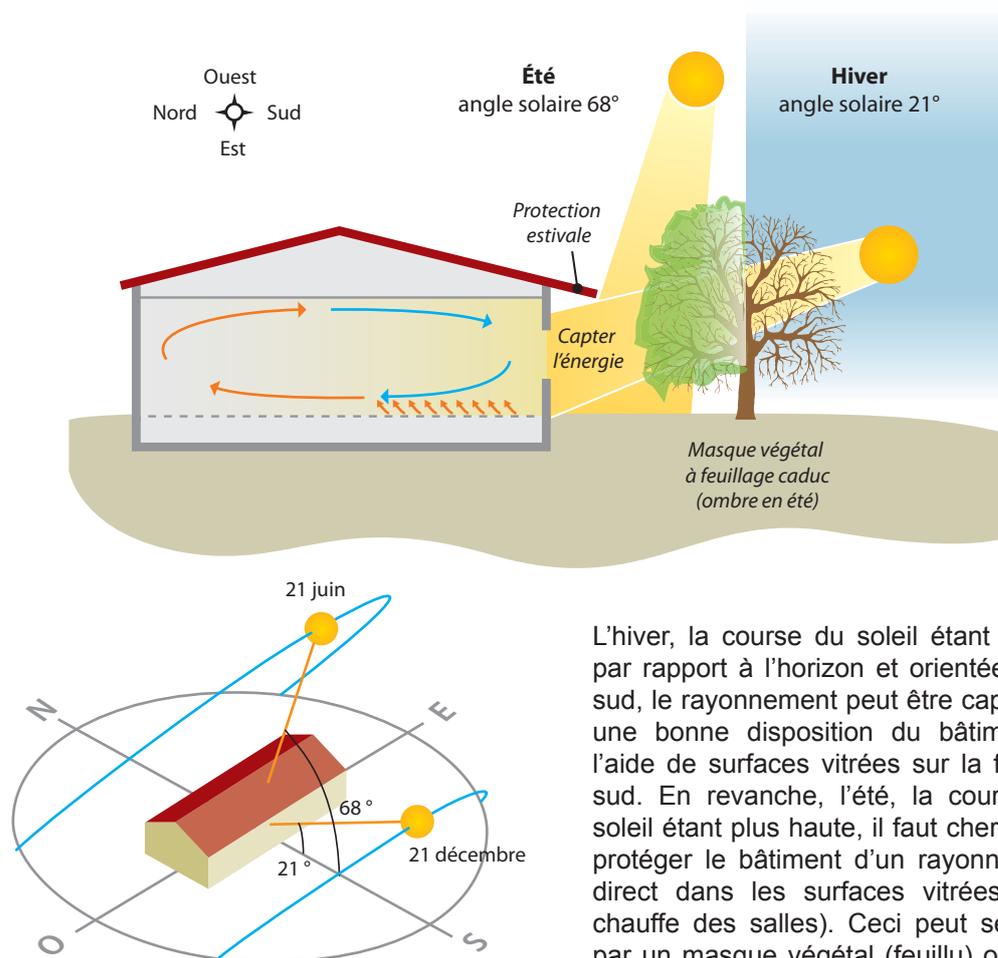
Priorité

Quel intérêt ?

Réduire les consommations d'énergie par la valorisation de l'énergie solaire gratuite.

Comprendre

L'énergie solaire passive est une énergie abondante et non polluante qui suppose une conception spécifique des bâtiments et la mise en place de composants de construction appropriés (architecture bioclimatique) afin d'utiliser l'énergie solaire pour l'éclairage naturel et le chauffage des locaux logeant les animaux (principe de la baie vitrée).



L'hiver, la course du soleil étant basse par rapport à l'horizon et orientée plein sud, le rayonnement peut être capté par une bonne disposition du bâtiment à l'aide de surfaces vitrées sur la façade sud. En revanche, l'été, la course du soleil étant plus haute, il faut chercher à protéger le bâtiment d'un rayonnement direct dans les surfaces vitrées (surchauffe des salles). Ceci peut se faire par un masque végétal (feuillu) ou bien un débord de toiture.

En pratique pour un bâtiment BEBC

- **Optimiser la course du soleil** dans la conception du bâtiment en orientant les surfaces vitrées plein sud ;
- **Prévoir un masque d'été** pour limiter les rayonnements en périodes chaudes.

Comparer

L'évaluation des gains d'énergie liés à la mise en place d'une conception « bioclimatique » ne peut être réalisée qu'au cas par cas avec des mesures de terrain.

Pour en savoir plus

Fiche en relation étroite avec les fiches « Solaire thermique » (partie II) et « Couloirs tampons ».

Ventilation économe



Investissement



Economie d'énergie



Priorité

Quel intérêt ?

Réduire les consommations d'énergie liées à la ventilation. En effet, ce poste compte à lui seul **39 % des consommations d'énergie** d'un élevage moyen. En engraissement et en verraterie-gestante, la ventilation représente 90 % de l'énergie consommée. Ainsi, la mise en place d'une ventilation économe doit être prioritaire pour les stades physiologiques non chauffés. Cette technique constitue **l'une des rares solutions** pour atteindre les objectifs d'un bâtiment BEBC pour l'engraissement et la verraterie-gestante.

Comprendre !

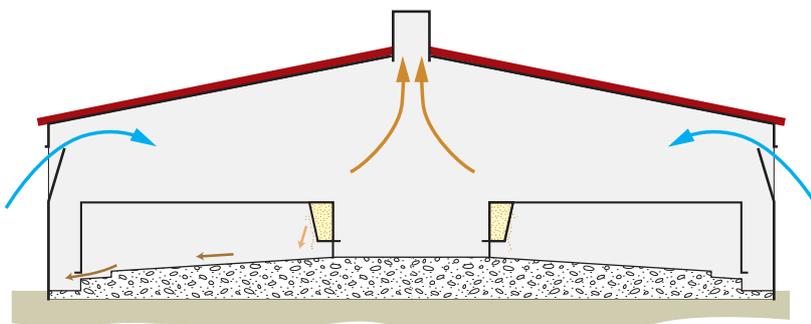
La ventilation économe peut prendre plusieurs formes. Il ne s'agit pas de réduire les débits de ventilation mais bien de limiter les consommations d'énergie occasionnées par les ventilateurs.

Pour ce faire, il faut distinguer 3 voies :

- Mise en place d'une **ventilation naturelle** ;
- Mise en place d'une **ventilation centralisée** ;
- Mise en place de **ventilateurs dit « économes »**.

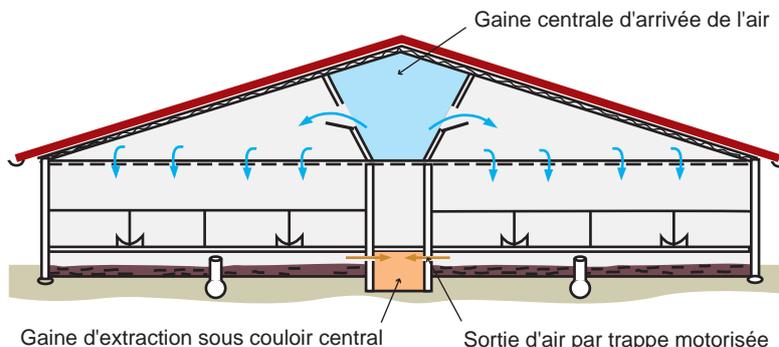
Dans le premier cas, c'est une économie de 100 % sur le poste ventilation. Si l'engraissement est en ventilation naturelle, l'objectif BEBC de 20 kWh / place est largement atteint avec une consommation qui sera de l'ordre de 4 kWh / place.

La ventilation naturelle



Néanmoins, ce type de ventilation ne constitue pas la norme et la gestion de l'ambiance est plus délicate. Avec une ventilation naturelle, les résultats techniques de l'élevage risquent d'être dégradés. Dans le cas des élevages de porcs charcutiers sur paille, cette solution est souvent choisie, mais les consommations d'énergie liées à la manutention de la paille sont en moyenne équivalentes à celles générées par la ventilation...

La ventilation centralisée



La ventilation centralisée est une autre possibilité pour faire des économies d'énergie. En effet, les turbines utilisées dans ce type de ventilation sont moins gourmandes en énergie par m³ d'air extrait. De plus, la régulation par variation de fréquence utilisée pour ce type de ventilation est nettement plus économe que les systèmes « Triac » conventionnels.

Enfin, la ventilation économe en salle par salle constitue l'une des meilleures solutions, avec des ventilateurs permettant jusqu'à 90 % d'économie par rapport à l'existant. Hormis une modification de la motorisation, de l'aérodynamisme des pales ou du type de courant nécessaire au fonctionnement du ventilateur, la mise en place de ventilateurs économes se fait à l'identique des solutions de ventilation déjà existantes.

En pratique pour un bâtiment BEBC

Il s'agit de mettre en place une des solutions de ventilation économes en énergie. Cette fiche est obligatoire pour être BEBC pour les stades physiologiques non chauffés (engraissement et verraterie-gestante).

Comparatif

Type de ventilation	Stade physiologique	kWh consommé par place	Prix du kWh économisé	Temps de retour sur investissement
Naturelle	Maternité	0,00	- €	-
	Post-sevrage	0,00	- €	-
	Engraissement	0,00	- €	-
	Gestantes	0,00	- €	-
Classique salle/salle	Maternité	90,00	- €	-
	Post-sevrage	12,75	- €	-
	Engraissement	36,00	- €	-
	Gestantes	144,00	- €	-
Centralisée	Maternité	36,00	0,040 €	10,0 ans
	Post-sevrage	5,10	0,062 €	15,4 ans
	Engraissement	14,40	0,044 €	10,9 ans
	Gestantes	57,6	0,024 €	5,9 ans
Ventilateurs « économes »	Maternité	13,50	0,033 €	4 ans
	Post-sevrage	1,91	0,055 €	6,9 ans
	Engraissement	5,40	0,029 €	3,6 ans
	Gestantes	21,60	0,015 €	2 ans

Gestion du couple chauffage-ventilation



Investissement



Economie d'énergie



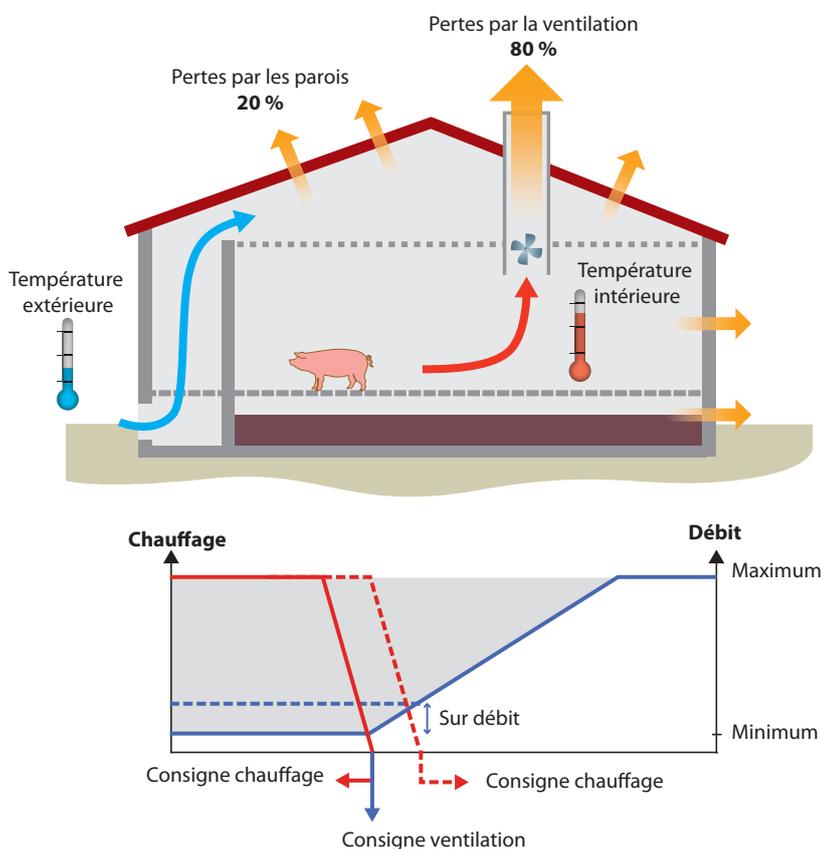
Priorité

Quel intérêt ?

Réduire le gaspillage d'énergie par une gestion optimisée du couple chauffage-ventilation.

Comprendre !

Dans les bâtiments correctement isolés, les pertes de chaleur liées à la ventilation sont toujours supérieures à celles des parois, même en hiver quand la ventilation est réduite. La gestion de la ventilation, en relation étroite avec le chauffage, est essentielle pour maîtriser la facture énergétique.



La température de consigne de chauffage est la température à partir de laquelle le chauffage s'arrête. En dessous de cette température, il fonctionne à pleine puissance (à la différence de la plage près). Le chauffage s'arrête dès que la consigne est atteinte. Si les consignes de ventilation et de chauffage sont identiques, le ventilateur commence à accélérer une fois le chauffage coupé. L'application d'une consigne de chauffage supérieure à celle de la ventilation génère de fortes pertes de chaleur. En effet, la ventilation ne sera plus au minimum alors que le chauffage continuera de fonctionner (Cf. Schéma).

En pratique pour un bâtiment BEBC

Pour économiser l'énergie, il n'est pas souhaitable de continuer à chauffer lorsque le ventilateur accélère. Il sera préconisé une température de consigne de chauffage égale à celle de la ventilation (ou un décalage de chauffage nul).

Comparer

Type de matériel	kWh consommés en chauffage par place	Prix du kWh économisé	Temps de retour sur investissement
PS avec consignes chauffage/ventilation identiques	46,50	- €	
PS avec consigne de chauffage 0,5°C de plus que la ventilation	60,28	Situation courante	
PS avec consigne de chauffage 1°C de plus que la ventilation	76,34	- €	

A retenir

Selon l'état sanitaire et le comportement des animaux au repos, la gestion du couple chauffage-ventilation doit être adaptée. Ainsi :

- **la présence d'animaux couchés sur le flanc** signifie que la température est satisfaisante,
- **la présence d'animaux couchés les uns sur les autres** signifie que la température est trop basse, liée à un chauffage insuffisant et/ou un renouvellement d'air trop important (gaspillage d'énergie).



Les systèmes de chauffage



Quel intérêt ?

Utiliser des appareils de chauffage qui consomment le moins possible. Les deux stades physiologiques concernés sont la maternité et le post-sevrage, pour lesquels les consommations liées au chauffage représentent 80 % des consommations.

Comprendre !

Les appareils de chauffage fonctionnent majoritairement à l'électricité. Cependant, certains fonctionnent grâce à l'eau chaude, ce qui permet d'envisager des sources d'énergie différentes : pompe à chaleur ou chaudière biomasse.

Quelques exemples en photo :

Plaque eau chaude



Radiant IRC



Ailettes



Le tableau ci-dessous décrit les différents types de chauffage existants, ainsi que leurs principales caractéristiques.

Dénomination	Type de chauffage	Stade concerné	Caractéristiques	Avantages	Inconvénients
Lampes infrarouges (rayonnement)	Electrique	Maternité	Régulation possible en faisant varier la tension 150 à 250 W Hauteur de la lampe : 60 cm à la mise-bas, puis 80 cm	Chauffage localisé Adapté pour des animaux avec des exigences thermiques différentes	Hauteur de la lampe à adapter au comportement des porcelets Fragiles Contribuent à chauffer la salle
Plaques chauffantes (conduction)	Eau chaude ou électricité	Maternité	110 W / case 35 °C nécessaires pour une bonne fréquentation juste après la naissance	Chauffage localisé Adapté pour des animaux avec des exigences thermiques différentes	Une unique sonde pour l'ensemble des plaques Pas d'indication de fonctionnement
Plaques chauffantes (conduction)	Eau chaude ou électricité	Post-sevrage	15-20 W / porcelets 32 °C nécessaires pour une bonne fréquentation juste après la naissance	Chauffage localisé	Une unique sonde pour l'ensemble des plaques Pas d'indication de fonctionnement

Dénomination	Type de chauffage	Stade concerné	Caractéristiques	Avantages	Inconvénients
Radiants (rayonnement)	Electrique ou gaz	Post-sevrage	Radiant classique : résistance (300 à 700 °C) Radiant IRC : lampe halogène (700 à 900 °C)	Chauffage localisé	Prix des radiants IRC Remplacement des lampes halogènes plus coûteux
Ailettes ou tuyaux d'eau chaude (convection)	Eau chaude	Post-sevrage	Température de l'eau : 40 à 60 °C Ailettes : tuyaux de faible diamètre (22 mm) munis de 3 ailettes et placés sous le plafond de la salle Tuyaux : gros diamètre (50 mm) placés en périphérie de salle	<ul style="list-style-type: none"> • Multiples sources d'énergie possibles (chaudières, PAC...) • Les déperditions peuvent contribuer au réchauffement des couloirs • Pas de matériel à démonter et nettoyer 	<ul style="list-style-type: none"> • Coût d'installation • Puissance de la chaudière de 15 à 20 % supérieure par rapport à un chauffage électrique rayonnant (déperditions)
Aérothermes	Eau chaude, électricité ou gaz	Post-sevrage	Ventilateur soufflant l'air sur un corps chauffant (résistance, serpentín d'eau chaude, sur le brûleur)	<ul style="list-style-type: none"> • Multiples sources d'énergie possibles (chaudières, PAC...) • Installation et déplacement simples 	<ul style="list-style-type: none"> • Soufflage d'air chaud souvent perpendiculaire aux boucles d'air circulant en l'absence de chauffage • Gradient de température

Afin d'optimiser ces systèmes de chauffage, quels qu'ils soient, il est primordial d'utiliser de bons équipements de régulation. Le choix des types de sondes installées est ainsi essentiel. Par exemple, en système infra-rouge, l'utilisation d'une sonde avec boule noire permet d'optimiser le chauffage en prenant en compte le rayonnement lors de la mesure de la température.

En pratique pour un bâtiment BEBC

Il est préconisé, d'une part de choisir les matériels les plus récents, ayant des consommations énergétiques moindres, et de respecter les bonnes pratiques de positionnement et d'entretien de ces appareils. Le choix du type de sonde et son positionnement sont également très importants (cf. fiche « Positionnement des équipements de gestion de l'ambiance »). De plus, en plus d'un chauffage localisé, existent des équipements complémentaires, permettant d'améliorer nettement le niveau de consommation : il s'agit notamment de l'installation de niches (cf. fiche « Niches pour porcelets »). Enfin, dans le cadre d'une réflexion sur une construction ou une rénovation importante, il est nécessaire de se poser la question de la source de chaleur, en envisageant l'installation d'une chaudière à biomasse ou d'une pompe à chaleur par exemple. Dans ce cas, les types d'équipements à installer découlent des choix effectués.

Comparatif

Il est difficile de faire une comparaison stricte de ces équipements, car une utilisation optimale dépend autant de l'appareil choisi que de son dimensionnement, de son positionnement, de son entretien, de la sonde qui le pilote...

A retenir

Cette fiche est une synthèse sur les systèmes de chauffage et ne présente pas d'équipements économes spécifiques.

Positionnement des équipements de gestion de l'ambiance



Investissement



Economie d'énergie



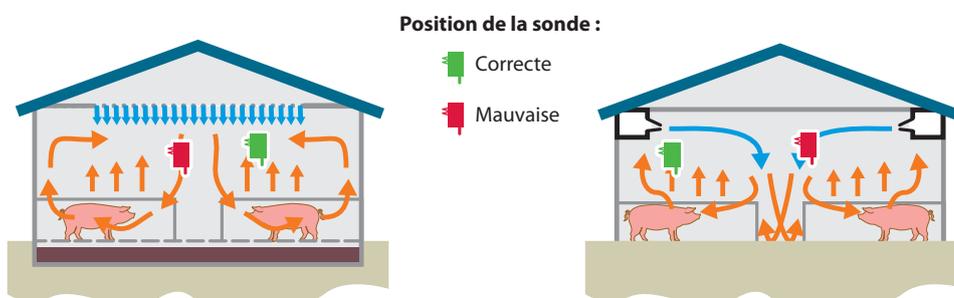
Priorité

Quel intérêt ?

Eviter de sur-consommer par un mauvais positionnement des appareils de chauffage et/ou des sondes de régulation.

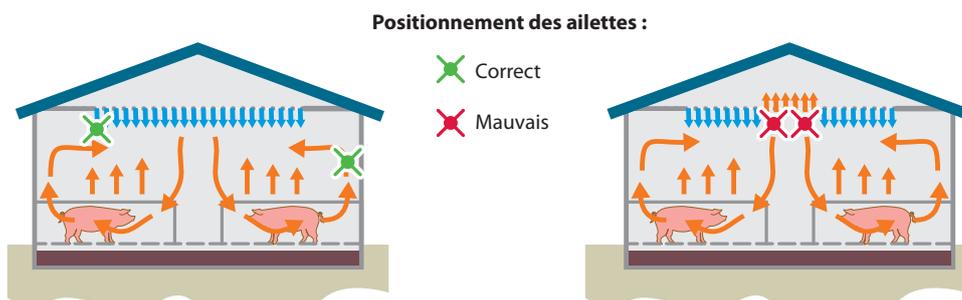
Comprendre !

La sonde de régulation du chauffage doit être positionnée pour que la valeur indiquée corresponde bien à la température au niveau des animaux. Pour cela, il faut déterminer le circuit d'air et placer la sonde dans un flux provenant de l'ambiance à proximité des porcs.



Si la sonde est placée dans le flux d'air entrant, la température de la salle est sous-estimée et le chauffage fonctionne inutilement.

En ce qui concerne les appareils de chauffage passifs de type ailettes ou tubes d'eau chaude, il est important de les positionner pour que les mouvements d'air convectifs accompagnent le circuit d'air principal induit par le système d'entrée d'air. Dans le cas contraire, le circuit d'air est perturbé et peut amener de l'air non réchauffé sur les animaux.



En pratique pour un bâtiment BEBC

Il est important de vérifier que la sonde de régulation du chauffage ne sous-estime pas la température par un mauvais positionnement.

Comparer

	kWh consommés en chauffage par place	Prix du kWh économisé	Temps de retour sur investissement
PS avec bon positionnement	60,28	- €	Immédiat
PS avec positionnement qui affiche 1°C de moins	133,00	- €	

A retenir

Il est tout aussi important de vérifier l'étalonnage de la sonde de régulation des appareils de chauffage (cf. fiche « Entretien des équipements »).

Niches pour porcelets

Quel intérêt ?

Réduire très nettement les consommations d'énergie liées au chauffage grâce à la mise en place de niches à porcelets en post-sevrage et en maternité.

Comprendre

Le chauffage est le **premier poste de dépense en énergie** puisqu'il représente à lui seul 46 % des consommations d'un élevage de type naisseur-engraisseur. Le principe de la niche à porcelets est de réduire le volume à chauffer, en ne chauffant plus toute la salle mais uniquement le volume sous la niche. La niche permet également de concentrer les animaux dans une même zone pour maximiser l'apport gratuit de calories par ces derniers. En maternité, ces systèmes permettent également d'améliorer l'ambiance pour les truies en réduisant la température de consigne dans la salle.

Figure 1 : Détail de l'aménagement au niveau d'une niche en PS



Figure 2 : Détail de l'aménagement au niveau d'une niche en maternité



En pratique pour un bâtiment BEBC

Il s'agit d'installer des niches pour porcelets dans les stades chauffés. Les économies d'énergie obtenues par la mise en place de cette technique permettent, à elles seules, d'atteindre le seuil BEBC. Il faut noter qu'en post-sevrage, la température de ventilation doit être autour des 20°C pour optimiser les performances de la niche.

Comparatif

	kWh consommé / place	Prix du kWh économisé	Temps de retour sur investissement
PS sans niche	60,28	- €	
PS avec niche	37,70	0,88 €	11,1 ans
PS avec niche + régulation infra-rouge	15,07	0,66 €	8,3 ans
Maternité sans niche	729,00	- €	
Maternité avec niche	425,25	0,49 €	6,2 ans
Maternité avec niche + régulation infra-rouge	255,15	0,54 €	6,8 ans

A retenir

En post-sevrage, les niches sont énergétiquement intéressantes mais elles se heurtent à la manutention du tapis qui rend plus difficile les opérations de nettoyage. De plus, pour un bon fonctionnement, il faut conduire la salle avec une température de 22°C maximum.

En maternité, en plus des économies d'énergie, ce système permet d'avoir à la fois une ambiance pour les porcelets et une autre pour les truies. Des améliorations des performances techniques des animaux sont à prévoir. Enfin, le choix de l'équipement doit pouvoir maintenir des conditions de travail acceptables (surveillance des animaux, lavage...).

Entretien des équipements



Investissement



Economie d'énergie



Priorité

Quel intérêt ?

Avant de faire des investissements coûteux dans le but de réaliser des économies d'énergie, il est nécessaire de partir de l'existant et de réfléchir aux pratiques. En effet, un certain nombre de changements dans les habitudes peuvent permettre d'obtenir des gains substantiels. L'un d'eux est l'entretien des équipements.

Comprendre !

Le principe est d'optimiser le fonctionnement des équipements existants, consommateurs d'énergie : matériels de chauffage, sondes de régulation, ventilateurs, entrées d'air... Un entretien régulier (dépoussiérage, étalonnage, modification du positionnement...) permet en effet de les maintenir en bon état le plus longtemps possible.



Pour les éleveurs investissant dans des systèmes de récupération de la chaleur (échangeur par exemple), un entretien régulier est également préconisé afin de maintenir les performances annoncées dans la durée.

En pratique pour un bâtiment BEBC

L'entretien de tous les équipements à l'origine d'une consommation énergétique est préconisé **au moins une fois par an**. Non seulement leur durée de vie en sera allongée, mais le niveau de performance sera également maintenu sur une période plus importante.

Pour les équipements permettant de réaliser des économies d'énergie (échangeur, PAC...), un entretien régulier permet le maintien des performances initiales annoncées.

Comparer

Très peu d'éléments sont disponibles pour réaliser un comparatif exhaustif des gains liés à un bon entretien des équipements. Cependant, il est à noter que les équipements de chauffage de type radiants fortement empoussiérés ont une perte d'efficacité de l'ordre de 10 %, ou encore, le rendement d'un échangeur de chaleur peut chuter de plus de 50 % si un nettoyage en profondeur (biofilm) n'est pas régulièrement réalisé (6 mois).



Éclairage artificiel



Quel intérêt ?

Diminuer les consommations d'énergie dues à l'éclairage par des équipements spécifiques.

Comprendre !

Le principe est de remplacer l'éclairage artificiel classique par des luminaires économes en énergie, tout en conservant un confort d'éclairage au moins identique, voire meilleur.

Le type d'éclairage est tout d'abord à raisonner en fonction des tâches à accomplir dans le bâtiment. Ainsi, plus les tâches sont minutieuses, plus l'éclairage doit être de bonne qualité. En outre, dans les salles d'élevage accueillant des animaux, l'éclairage doit également être défini en fonction de la réglementation concernant le bien-être. Enfin, les lampes à incandescence et halogènes étant progressivement retirées du marché, il est nécessaire de se tourner vers d'autres types de luminaires, plus économiques.

Des économies peuvent également être réalisées grâce à des systèmes de régulation de l'éclairage.

	Lampe à incandescence		Lampe à décharge		LED de forte puissance
	Lampe à incandescence	Halogène à haute efficacité	Lampe fluo compacte	Tube fluorescent haut rendement (T8)	
Efficacité lumineuse (lm/W)	10 à 15	15 à 24	20 à 32	44 à 70	60 à 250
Durée de vie (h)	1 000	2 000 à 4 000	4 000 à 15 000	8 000 à 20 000	50 000
Usage	Eclairage domestique, éclairage à forte intermittence	Eclairage domestique, éclairage général indirect	Eclairage domestique, circulations communes, bureaux, intérieur ou extérieur	Secteur tertiaire, bureaux, grands volumes, ateliers, industries	Balisage, éclairage urbain, éclairage domestique
Rendu des couleurs	Excellent	Bon	Bon à excellent	Bon à excellent	Bon à excellent
Economie d'énergie (par rapport à la lampe à incandescence)	0	30 à 40 %	80 %	30 à 40 %	80 à 90%
Coût de la lampe	€	€€	€€ à €€€	€€	€€€€

En pratique pour un bâtiment BEBC

Utiliser de préférence des luminaires permettant une consommation moindre d'électricité. Les principales solutions proposées sont :



■ **L'éclairage LED (diode électroluminescente).** Les LED émettent de la lumière lorsqu'elles sont parcourues par un courant électrique et ne produisent qu'une couleur qui dépend du type de gaz utilisé. Les LED existent en plusieurs formats.

■ **L'éclairage fluorescent (néon) avec ballast électronique.** Ils contiennent des gaz, le plus souvent des vapeurs de mercure à basse pression ou de l'argon, qui émettent une lumière ultraviolette invisible. La paroi intérieure est recouverte d'un mélange de poudres fluorescentes qui réémettent cette lumière dans le domaine visible en s'approchant du blanc. Aujourd'hui, la forme peut changer et l'électronique qui les contrôle permet un rendement encore amélioré. Ces lampes dites à économie d'énergie peuvent remplacer avantageusement les lampes classiques.

■ **Les lampes fluo compactes :** il s'agit d'une adaptation du tube industriel à un usage domestique. C'est un tube fluorescent miniaturisé émettant de la lumière, plié en deux, trois ou quatre, ou encore enroulé, doté d'un culot contenant un ballast électronique.

L'utilisation de détecteurs de présence (par exemple dans les couloirs), de détecteurs de luminosité est également à étudier au cas par cas, car elle peut permettre des économies importantes.

Comparer

Cf. Tableau de la partie « Comprendre » de cette fiche.

A retenir

L'éclairage est important puisque la réglementation bien-être oblige à un minimum de 40 lux pendant 8 heures dans les bâtiments. Le manque de lumière naturelle peut alors être compensé par un éclairage artificiel, engendrant des consommations énergétiques.

Nurserie

Quel intérêt ?

Limiter les consommations de chauffage en mettant en place une nurserie. En effet, plus les volumes (dimensions) des salles sont adaptés à l'âge et au poids des animaux, plus les besoins en chauffage sont limités.

Comprendre !

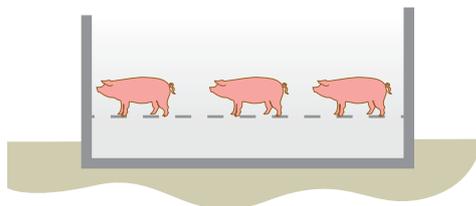
Le chauffage est le premier poste de dépense en énergie puisqu'il représente à lui seul 46 % des consommations d'un élevage de type naisseur-engraisseur. Plusieurs solutions existent pour limiter les consommations liées au chauffage. La mise en place d'une nurserie constitue l'une d'entre elles.

Les besoins en chauffage sont générés par le renouvellement d'air et par les déperditions à travers les parois. La mise en place d'une nurserie permet de mieux adapter le volume de la salle, les débits d'air et la surface des murs à la taille du porcelet. En effet, la norme impose des surfaces par animal en fonction de leur poids de sortie. Or, dans un post-sevrage classique, les animaux entrent à 7 kg et sortent à 30 kg ou plus. A plus de 30 kg, il faut 0,4 m²/place. Ainsi, l'animal de 7 kg se retrouve avec un volume moyen de 1 m³ d'air. Dans une nurserie, les animaux restent généralement 20 jours et atteignent ainsi un peu moins de 20 kg. Il faut alors seulement 0,2 m²/place divisant ainsi le volume à chauffer par 2, d'autant plus que les besoins en chauffage pour le porcelet sont concentrés sur les 3 premières semaines après le sevrage.

De plus, dans une salle de post-sevrage classique, la ventilation doit permettre de ventiler 30 m³/h/place au maximum et devrait ventiler 3 m³/h/place au minimum. Or, dans la réalité, les ventilateurs sur le marché permettent d'atteindre un rapport allant de 1 à 5 entre le minimum et le maximum. Ainsi, il est courant d'avoir un débit de 6 m³/h/place dès lors que les freinages d'air ne sont pas bien gérés.

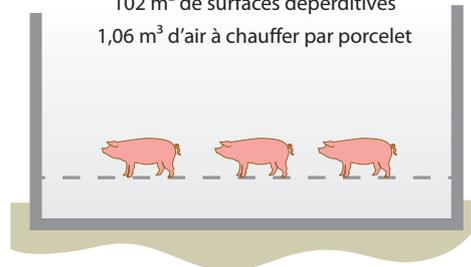
Nurserie de 200 places :

51 m² de surfaces déperditives
0,53 m³ d'air à chauffer par porcelet



PS de 200 places :

102 m² de surfaces déperditives
1,06 m³ d'air à chauffer par porcelet



Avec la mise en place d'une nurserie, les besoins maximum de ventilation sont réduits et le ventilateur peut ainsi facilement atteindre le débit minimum recommandé de 3 m³/h/ animal, induisant des économies d'énergie en chauffage importantes.



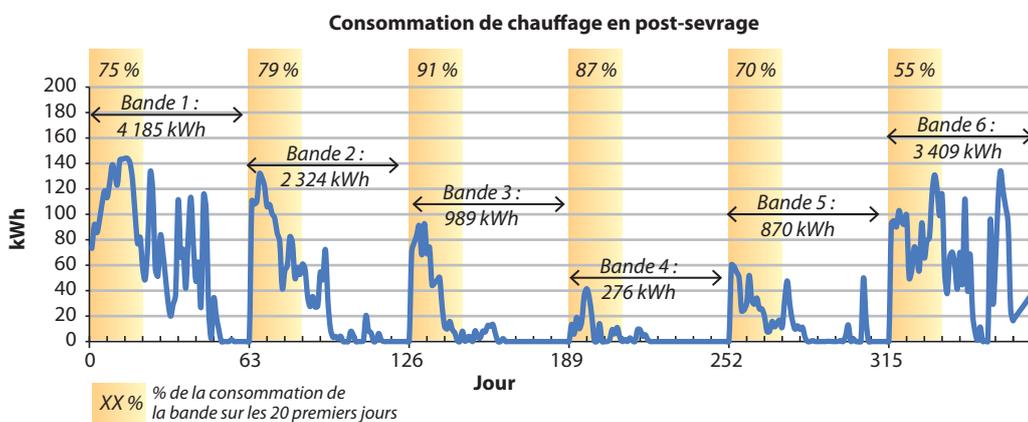
Investissement



Economie d'énergie



Priorité



Comme le montre le graphique, l'essentiel des consommations d'énergie de chauffage pour une salle de 200 porcelets se fait sur les 3 premières semaines de post-sevrage (bande jaune sur le graphique). Sur un total de 12 000 kWh de consommés, c'est près de 60 % des consommations qui sont réalisées durant les 3 premières semaines. Ainsi, la mise en place d'une nurserie permet d'optimiser les consommations de chauffage sur les périodes les plus consommatrices.

En pratique pour un bâtiment BEBC

Mettre en place une nurserie avant le post-sevrage ou se référer à la fiche « Démarrage en double densité ».

Comparatif

Configuration des salles chauffées (20 premiers jours)	kWh consommés en chauffage/place	Prix du kWh économisé	Temps de retour sur investissement
PS classique (mini à 7 m ³ /h/place)	78,77 kWh	Surconsommation de 30 %	NA
PS classique (mini à 5 m ³ /h/place)	60,28 kWh	Situation de base	NA
PS avec trappe vortex permettant d'atteindre 3 m ³ /h/place de renouvellement minimum	13,94 kWh	0,07	1 an
Nurserie	5,87 kWh	<0	Immédiat

A retenir

Les économies d'énergie sont très importantes et sont essentiellement dues à la meilleure adaptation du débit de ventilation aux besoins des animaux. La mise en place d'une nurserie est très économique dans le cas d'une construction neuve puisque, au-delà des économies d'énergie importantes, elle permet d'économiser sur le coût du bâtiment. Ainsi, pour un élevage NE de 200 truies, il y aurait 36 000 € d'économie sur le bâtiment et près de 2 880 € d'électricité par an. Toutefois, la mise en place d'une nurserie entraîne des opérations de transfert supplémentaires et nécessite également des opérations de lavage supplémentaires. Cette fiche est en lien avec le démarrage en double densité et la mise en place de trappes vortex pour réguler le débit d'air.

Démarrage en double densité



Investissement



Economie d'énergie



Priorité

Quel intérêt ?

Réduire les consommations en chauffage et en ventilation par le doublement du nombre d'animaux en post-sevrage lors des 20 premiers jours.

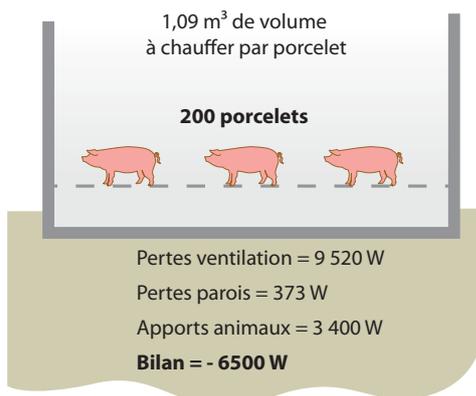
Comprendre !

La conduite en double densité consiste à loger temporairement une bande sevrée dans une seule salle de PS ; le taux de chargement de cette salle est alors doublé (tout en respectant les normes de surface préconisées par la réglementation bien-être). Cette pratique permet de limiter le volume d'air à chauffer par animal, tout en augmentant la quantité globale de chaleur (ramenée au volume de la salle) fournie par les animaux, réduisant ainsi les besoins de chauffage. La mise en œuvre de cette option suppose de disposer de salles de post-sevrage plus nombreuses de capacité correspondant à une demi-bande (en fin de période).

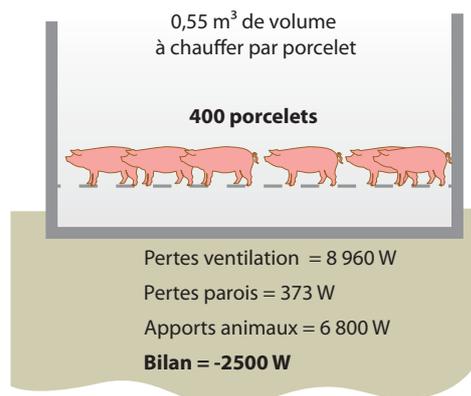
Outre les économies d'énergie permises, le démarrage en double densité peut également être une solution aux problèmes de ventilation. En effet, dans une salle de post-sevrage classique, la ventilation dynamique assure à la fois les besoins minimum de ventilation en hiver et les besoins maximum en été. Or, les ventilateurs disponibles sur le marché ont un débit minimum toujours supérieur aux besoins des animaux, ce qui se traduit par une sur-ventilation, donc aussi une surconsommation de chauffage.

Bilan thermique avec 0°C extérieur et une consigne de 28°C à l'entrée des animaux

Sans double densité



Avec double densité



Il y a donc **2,5 fois plus de besoins thermiques** dans une salle qui n'est pas en double densité.

En pratique pour un bâtiment BEBC

Mettre en place un démarrage en double densité pour réduire les consommations en chauffage au niveau du post-sevrage.

Comparatif

	kWh consommés/ place de PS	Prix du kWh économisé	Temps de retour sur investissement
PS classique (5 m ³ /h/animal)	60,28	- €	
PS avec trappe vortex (3 m ³ /h/animal)	13,94	0,07 €	1 an
PS double densité	8,83	0,02 €	4 mois

A retenir

Les résultats sont intéressants sur le plan énergétique avec une réduction de plus de 75 % de la consommation pour le chauffage. Il faut cependant noter qu'elle s'applique plutôt à des élevages qui disposent de salles de PS correspondant à des demi-bandes. Cette technique nécessite aussi un transfert d'animaux supplémentaire. Néanmoins, contrairement à une nurserie (économies d'énergie similaires), elle n'entraîne pas d'opération supplémentaire de nettoyage-désinfection.

Il importe aussi de rester vigilant sur l'accès à l'eau et aux nourrisseurs dans les cases qui accueilleront deux fois plus d'animaux.

Échangeur de chaleur



Investissement



Economie d'énergie



Priorité

Quel intérêt ?

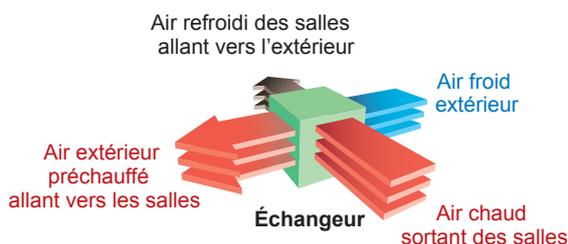
Réduire les consommations en chauffage par la mise en place d'un échangeur-récupérateur d'énergie.

Comprendre !

Il existe aujourd'hui plusieurs types d'échangeurs thermiques. On distinguera en production porcine trois grands principes :

■ les échangeurs de type air-air

Le principe de fonctionnement consiste à récupérer de la chaleur sur l'air vicié extrait du bâtiment. L'échangeur de type air-air est en réalité une structure fonctionnant en double flux croisé sans contact entre l'air neuf et l'air vicié. Il peut être composé soit de plaques en aluminium anodisé, soit de plaques ou tubes en PVC.



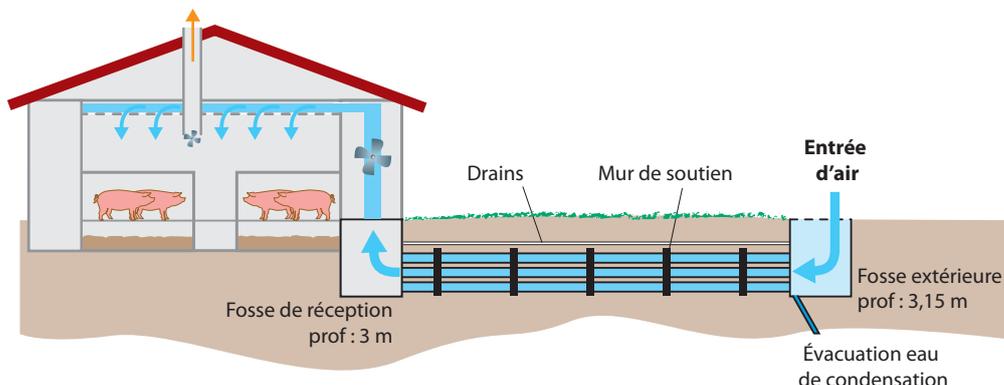
■ les échangeurs de type air-eau

Dans la conception de l'échangeur de type air-eau, des plaques ou tubes sont placés dans la gaine d'extraction centralisée. L'eau de chauffage circule dans ces tubes ou plaques et récupère les calories à partir de l'air vicié extrait du bâtiment. L'eau circule ensuite, en circuit fermé, jusqu'à un système de diffusion qui restitue l'énergie calorifique directement dans les combles ou qui alimente une PAC (cf. fiche « Pompe à chaleur »).



■ les échangeurs de type air-terre

Le principe de fonctionnement des échangeurs air-terre, aussi dénommés puits canadiens, repose sur la capacité du système à utiliser les propriétés thermiques d'un sol, notamment son inertie. Les variations thermiques du sol diminuent avec sa profondeur, et sa température moyenne est corrélée négativement à celle des saisons. Par conséquent, ce système présente un double avantage : la récupération des calories du sol en hiver et la capacité à rafraîchir l'air en été.



En pratique pour un bâtiment BEBC

Mettre en place un des types d'échangeur pour récupérer les calories perdues dans l'air vicié ou présentes dans le sol.

Comparatif

	kWh consommés/ place	Prix du kWh économisé	Temps de retour sur investissement
PS sans échangeur	60,28	- €	
PS avec échangeur salle/salle	44,17	0,093 €/kWh	11,6 ans
PS avec échangeur en centralisé	24,26	0,083 €/kWh	10,4 ans

Les échangeurs air-air en ventilation centralisée ont des performances meilleures qu'en salle par salle dans la mesure où l'échangeur récupère les calories des stades physiologiques fortement excédentaires (Engraissement) pour les transférer ensuite aux stades déficitaires (PS).

Les échangeurs de type air-eau sont généralement couplés à une pompe à chaleur. Il est alors difficile d'évaluer leur performance seule. Dans le cas d'une utilisation sans PAC, les rendements peuvent être comparés aux performances des échangeurs air-air à condition de disposer d'une surface d'échange suffisante.

A retenir

Les résultats sont intéressants (pour les échangeurs air/air) au plan énergétique avec une réduction allant de 35 % à 65 % sur la consommation pour le chauffage. Un échangeur en ventilation centralisée permet de plus fortes économies mais la rentabilité sans aides est supérieure à 10 ans. De plus, les échangeurs peuvent permettre d'améliorer l'ambiance induisant alors un bénéfice technique qui n'est pas pris en compte dans le tableau comparatif. Trop peu de données existent concernant les échangeurs air/terre et air/eau, c'est pourquoi aucune information n'est spécifiée.

Il est important de noter que l'échangeur n'est pas un système de chauffage, il intervient en complément.

Pompe à chaleur



Investissement



Economie d'énergie



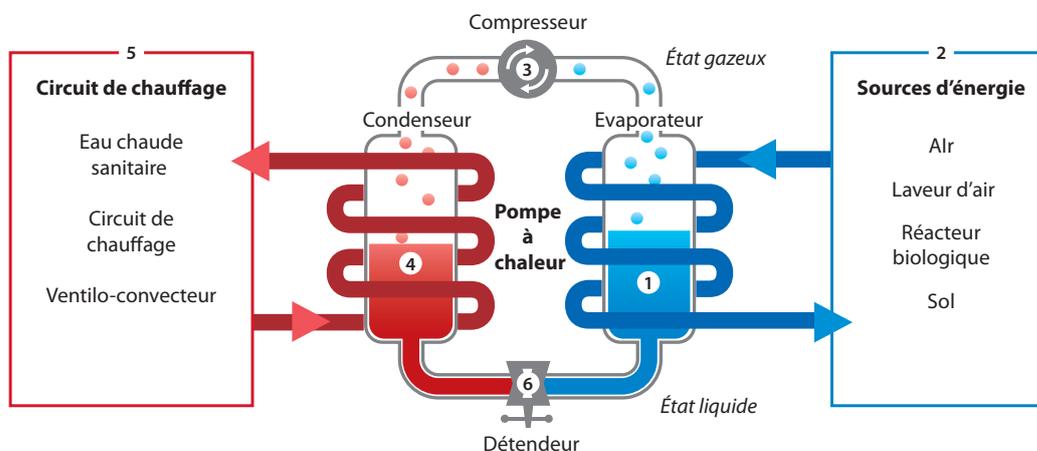
Priorité

Quel intérêt ?

La mise en place d'une pompe à chaleur permet de réduire les consommations de chauffage des bâtiments. Ces systèmes sont donc adaptés aux stades chauffés que sont les maternités et le post-sevrage, pour lesquels le chauffage représente environ 80% des consommations énergétiques.

Comprendre !

La pompe à chaleur puise des calories dans un milieu (le sol, l'eau, le lisier, l'air...) pour les transférer au bâtiment à chauffer via un fluide caloporteur. C'est le principe d'un réfrigérateur inversé. Ce fluide se déplace en circuit fermé (cf. schéma) : au niveau de l'évaporateur (1), le fluide frigorigène se vaporise en prélevant la chaleur dans le milieu (2). Le compresseur électrique (3) aspire alors et augmente la pression du fluide vaporisé ce qui a pour effet d'élever sa température. Au niveau du condenseur (4), le gaz, en passant de l'état gazeux à liquide, libère l'énergie prélevée au profit du circuit de chauffage (5). Un détendeur (6) permet ensuite de réduire la pression à l'entrée de l'évaporateur (amorce de la vaporisation) et le cycle peut alors recommencer. L'objectif est que la chaleur ainsi récupérée alimente un circuit de chauffage type boucle d'eau chaude.



Il existe quatre types de pompes à chaleur utilisées à ce jour en élevage de porcs : les PAC sur eaux de lavage d'air, les PAC géothermales, les PAC sur lisier et les PAC air-eau.

Selon les installations, la PAC peut permettre de réduire la consommation de chauffage de 60% à 70%. Pour 1 kWh électrique consommé, elle restitue alors entre 2,5 kWh et 3,5 kWh au réseau de chauffage.

Les meilleurs rendements sont obtenus quand le captage des calories se fait dans un milieu indépendant des conditions climatiques (eau du laveur d'air, lisier, sol).

La PAC permet un chauffage centralisé à l'eau chaude (dalles en maternité ; ailettes, aérothermes, panneaux rayonnants en post-sevrage).

En pratique pour un bâtiment BEBC

Dans le cas de constructions neuves, pour les stades chauffés, l'installation d'une pompe à chaleur doit être envisagée dès la construction des bâtiments. En effet, son choix détermine notamment le type de matériel qui sera utilisé pour le chauffage. En outre, l'efficacité de 60 à 70% d'économies d'énergie sur la partie chauffage permet à elle seule d'atteindre les objectifs fixés dans le cadre du BEBC, pour les stades concernés.

Comparatif

	kWh chauffage consommés / place	Prix du kWh économisé	Temps de retour sur investissement
Maternité sans PAC	729,00	- €	
Maternité avec PAC	255,15	0,089 €	11,1 ans
PS sans PAC	60,28	- €	
PS avec PAC	21,10	0,10 €	12,8 ans

A retenir

Les différences les plus marquantes entre PAC concernent l'origine des calories. Ainsi, les PAC sur lavage d'air ou réacteur biologique auront tout au long de l'année une source d'approvisionnement en calories qui variera peu en température, contrairement aux PAC air-eau, plus dépendantes du climat. Pour les PAC géothermales, c'est surtout la surface nécessaire ou le nombre de forage qui constitue un frein.

Récupération d'énergie en préfosse



Investissement



Economie d'énergie



Priorité

Quel intérêt ?

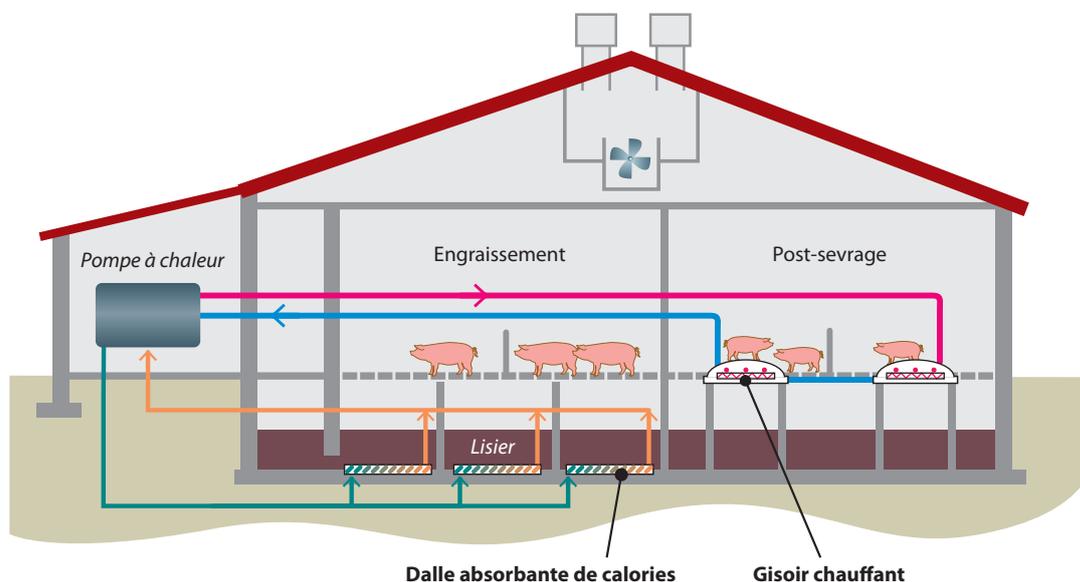
Il s'agit de limiter les consommations liées au chauffage par la mise en place d'un système de récupération de chaleur au niveau des préfosse, à l'intérieur du bâtiment.

Comprendre !

Le chauffage est le premier poste de dépense en énergie puisqu'il représente à lui seul 46 % des consommations d'énergie d'un élevage de type naisseur-engraisseur. Les élevages tels que nous les connaissons possèdent des puits de calories très importants qui, bien valorisés, permettent de réduire la facture de chauffage. Le lisier stocké en préfosse en est un.

L'installation consiste en un réseau d'eau glycolée (ou autre fluide) installé en fond de fosse et de préférence coulé dans une dalle isolée. Ce réseau capte les calories du lisier, qui se trouve à température ambiante de la salle, par contact direct ou indirect avec ce dernier. Ces calories peuvent ensuite servir de source chaude pour alimenter une pompe à chaleur ou plus simplement un échangeur eau / air ou encore chauffer directement un gisoir.

Système de récupération en préfosse associé à une pompe à chaleur avec chauffage d'un gisoir



En pratique pour un bâtiment BEBC

Il s'agit de mettre en place une récupération d'énergie en préfosse afin de valoriser des calories destinées à être perdues.

Comparer

Actuellement, la technologie est trop récente pour fournir des éléments fiables concernant ses performances et les coûts éventuels.

A retenir

A l'entrée des animaux dans les salles, les pré-fosses sont vides. Une salle ne peut donc pas fonctionner en autonomie indépendamment des autres. Pour être efficace, l'installation doit pouvoir reposer sur plusieurs catégories d'animaux d'âges différents afin de disposer toujours d'un volume de lisier suffisant nécessaire à son fonctionnement.

Mur solaire



Investissement



Economie d'énergie



Priorité

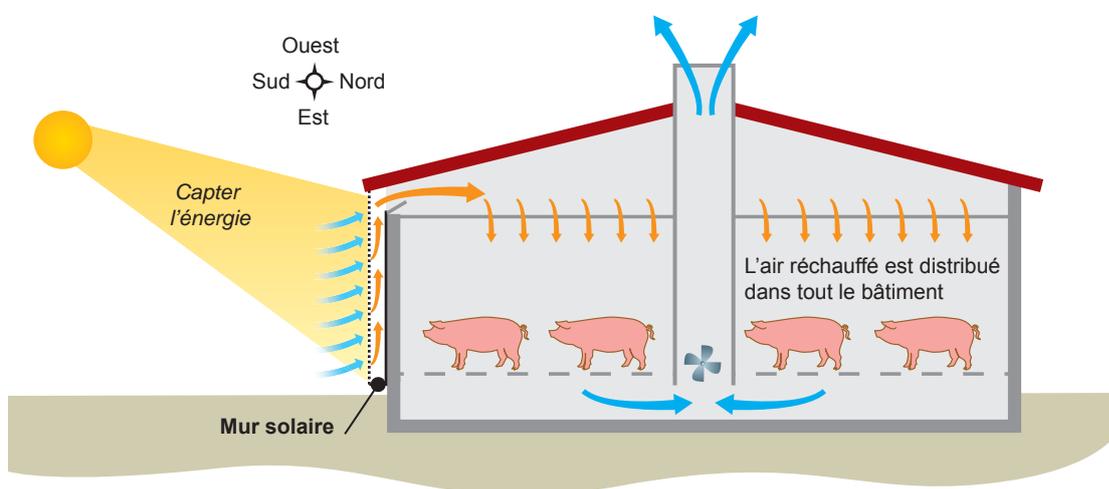
Quel intérêt ?

Il s'agit de réduire les consommations d'énergie par un préchauffage de l'air neuf entrant dans le bâtiment suite au passage de l'air à travers une tôle perforée constituant le mur solaire.

Comprendre !

Le mur solaire consiste en un mur à double paroi en tôle (aluminium ou acier) de couleur noire, dont la surface supérieure perforée est chauffée par le rayonnement solaire. Le système fonctionne de la façon suivante : la tôle noire perforée est chauffée par la radiation solaire. Les ventilateurs à l'intérieur du bâtiment créent une dépression entre le mur solaire et l'intérieur du bâtiment entraînant l'infiltration de l'air à travers les perforations. L'air est ainsi chauffé par convection. Il remonte jusqu'aux combles du bâtiment.

En remontant le long du mur du bâtiment, il récupère également la chaleur perdue par les parois du bâtiment en hiver. Orienté au sud pour une efficacité optimum, le mur solaire comprend un système de by-pass permettant de shunter l'installation quand il fait suffisamment chaud.



En pratique pour un bâtiment BEBC

Mettre en place un mur solaire en pignon ou en façade pour valoriser l'énergie solaire gratuite.

Comparer...

Actuellement aucune installation en élevage n'a été expérimentée en France. Il est donc difficile de statuer sur la rentabilité de ce système. Le coût d'un mur solaire avec pilotage de l'équipement (by-pass, régulation sur la ventilation existante) se situe autour de 250 €/m² pose incluse.

A retenir

Cette technique provient des pays nord-américains. Elle demande à être adaptée à la problématique énergétique des élevages français mais reste potentiellement une solution technique intéressante à suivre.



Partie II : Production d'énergie

Le chauffe-eau solaire thermique



Investissement



Economie d'énergie



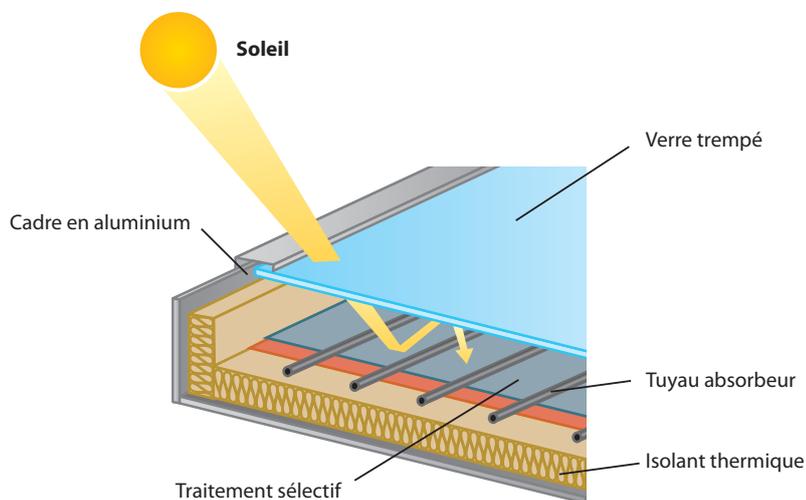
Priorité

Quel intérêt ?

Il s'agit de réduire les consommations d'énergie par l'installation d'équipement permettant de valoriser l'énergie solaire pour chauffer de l'eau.

Comprendre !

Un **capteur solaire thermique** est un dispositif conçu pour recueillir l'énergie provenant du soleil sous forme de chaleur (rayonnement) et la transmettre à un fluide caloporteur (liquide).



On distingue plusieurs familles de capteurs solaires thermiques :

- ☒ **les capteurs non-vitrés (ou capteurs moquette)**, d'une structure très simple (réseau de tubes plastiques noirs, le plus souvent en EPDM [caoutchouc vulcanisé au peroxyde]) utilisés essentiellement pour le chauffage de l'eau des piscines, en été ;
- ☒ **les capteurs non-vitrés à revêtement sélectif**, à irrigation totale, en acier inoxydable, utilisés essentiellement pour le préchauffage d'eau chaude sanitaire, le chauffage basse température de plancher chauffant et le chauffage des piscines ;
- ☒ **les capteurs plans vitrés** : le fluide caloporteur, très souvent de l'eau mélangée à un anti-gel alimentaire, de type mono-propylène glycol, passe dans un serpentin plaqué en sous face d'une feuille absorbante, le tout placé derrière une vitre, dans un caisson isolé de laine minérale et/ou de mousses composites polyuréthanes ;
- ☒ **les capteurs à tubes sous vide** : le fluide caloporteur circule à l'intérieur d'un double tube sous vide. Le principe est le même que pour les capteurs plans vitrés, l'isolation étant simplement assurée par l'absence de molécules d'air (vide).

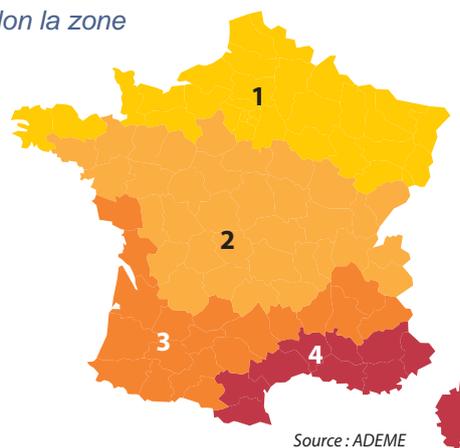
La plupart des capteurs solaires thermiques approchent des rendements d'absorption optique de 80 %. Les différences de performances et les progrès réalisés se font essentiellement sur la réduction des pertes par convection (isolation) et par rayonnement (optimisation des corps absorbants et des verres). C'est la notion de productivité au mètre carré qui doit faire référence.

En élevage de porc, l'évaluation de l'intérêt de ce type d'équipement pour le chauffage des jeunes animaux est à l'étude. Ce type d'équipement peut néanmoins produire l'eau chaude sanitaire de l'élevage.

Dans tous les cas, l'apport solaire ne couvre pas la totalité des besoins. Un complément doit être assuré par une autre source d'énergie (pompe à chaleur, chauffage au bois, électricité, fioul, gaz...). Les surfaces de capteurs à mettre en place et le degré d'autonomie solaire diffèrent suivant la zone géographique. C'est en période hivernale et de nuit que les besoins en énergie complémentaire sont les plus importants.

Surface de panneaux solaires et autonomie selon la zone

	Surface de panneaux solaires pour un volume de ballon de			Autonomie solaire
	100 à 250 litres	250 à 400 litres	400 à 550 litres	
Zone 1	2 à 3 m ²	3 à 5,5 m ²	4 à 7 m ²	40 à 50 %
Zone 2		2,5 à 4,5 m ²	3,5 à 6,5 m ²	45 à 55 %
Zone 3	2 à 2,5 m ²	2 à 4 m ²	3 à 5,5 m ²	50 à 65 %
Zone 4		2 à 3,5 m ²	2,5 à 4,5 m ²	55 à 80 %



Source : Idèle

Source : ADEME

Par ailleurs, une installation solaire surdimensionnée (couple « surface des capteurs et volume du ballon ») verra sa productivité diminuer en été.

Pour un élevage de porc avec chauffage des porcelets en maternité, la couverture annuelle des besoins est estimée au maximum à 50 % avec des pointes à 100 % sur les mois de juin, juillet, août. La dimension précise du ballon tampon et le choix de l'appoint sont essentiels à la performance de l'installation.

De telles couvertures des besoins en eau chaude sont néanmoins obtenues moyennant un investissement élevé par rapport à un autre équipement de chauffage de l'eau. Des aides financières incitatives existent. Enfin, une durée de fonctionnement de 20 ans est envisageable pour une installation entretenue.

En pratique pour un bâtiment BEBC

Mettre en place des panneaux solaires thermiques afin de valoriser l'énergie gratuite du soleil pour la production d'eau chaude (sanitaire, buvée, chauffage).

Comparer !

Type de matériels	Economie d'énergie	Coût	Temps de retour sur investissement
CESI- porc (maternité) Entre 0,75 et 1 m ² de panneau par place de maternité	50 % maximum des besoins en chauffage	800 €/m ²	Entre 15 et 25 ans

Le solaire photovoltaïque



Investissement



Economie d'énergie



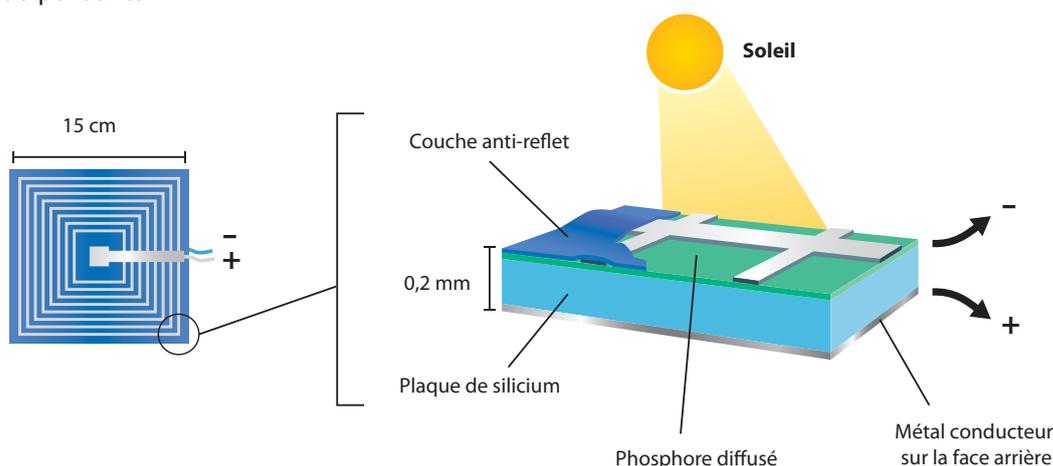
Priorité

Quel intérêt ?

Utiliser l'énergie solaire pour produire de l'électricité dans le but de la revendre. Dans quelques années, lorsque le coût de production sera proche du coût d'achat de l'électricité, il deviendra intéressant de consommer l'énergie produite.

Comprendre !

L'énergie solaire est non polluante, économique, facilement disponible, renouvelable. Les panneaux solaires destinés à la fabrication d'énergie électrique sont composés de matériaux semi-conducteurs généralement à base de silicium cristallin. Les cellules photovoltaïques des panneaux convertissent directement le rayonnement solaire en électricité, sous forme de courant continu, le tout sans pièce mécanique, sans bruit et sans production de polluants.



Plusieurs types d'installation peuvent être envisagés :

- ☒ **Installation de moins de 9 kWc** (60 m²) : l'installation doit être « intégrée au bâti », c'est à dire que les panneaux assurent l'étanchéité parfaite du bâtiment qui doit être clos et couvert. Ce type d'installation n'est pas possible sur un hangar ouvert. Le tarif de rachat est analogue à celui pratiqué sur des maisons domestiques.
- ☒ **Installation de 9 à 100 kWc** : l'installation est dite « non intégrée au bâti ». Les panneaux remplacent la toiture existante. Ils sont fixés sur des bacs acier, du voligeage bois ou des rails spécifiques. Si l'installation est inférieure à 36 kWc, le prix de vente de l'électricité sera légèrement plus élevé que si elle se situe entre 36 et 100 kWc. Le coût de raccordement sera aussi nettement plus élevé au-delà de 36 kWc (10 à 25 000 €). Ce peut être un élément dissuasif du projet.

En ce qui concerne la revente de l'électricité sur le réseau, depuis le 1^{er} juillet 2011, les tarifs sont révisés chaque trimestre en fonction du nombre de projets déposés le trimestre précédent. Le prix de vente ne peut chuter de plus de 20 % par an. Du 1^{er} avril au 30 juin 2013, les tarifs étaient les suivants : 30,77 c€/kWh pour une installation de moins de 9 kWc, 16,81 c€/kWh entre 9 et 36 kWc et 15,97 c€/kWh entre 36 et 100 kWc. Ces prix sont majorés de 10 % si la production est réalisée par des panneaux « européens ».

Les contrats de rachat sont établis sur une durée de 20 ans au tarif en vigueur au moment de la demande complète de contrat de raccordement. Ce tarif bénéficie d'une légère actualisation au cours des 20 ans.

Le parc solaire photovoltaïque français raccordé au réseau électrique atteint 3 126 MW en France métropolitaine fin décembre 2012.

En pratique pour un bâtiment BEBC

L'utilisation de l'énergie solaire photovoltaïque permet, dans la majorité des cas, de produire de l'électricité qui est alors vendue sur le réseau. L'idéal étant de produire au moins autant que ce qui est consommé par ailleurs au niveau du bâtiment d'élevage concerné par le projet.



Comparer...

Il faut compter en moyenne 7 m² de panneaux pour obtenir 1 kWc, équivalent à une production de 1 050 kWh/an en Bretagne. Le niveau d'investissement requis est de l'ordre de 60 000 € pour une installation de 36 kWc et de 150 000 € pour 100 kWc (hors raccordement). La durée de vie des installations photovoltaïques raccordées au réseau est d'au moins 25 ans. Les onduleurs sont par contre à remplacer tous les 10 ans. Le retour sur investissement varie selon le prix d'achat des panneaux, le tarif de rachat de l'électricité produite et l'ensoleillement. Il se situe en moyenne autour de 12 à 15 ans en Bretagne.

A retenir

L'installation de panneaux photovoltaïques est généralement réalisée sur des bâtiments annexes de l'élevage. En effet, pour des questions d'assurance, d'empoussièremment, ou de corrosion (ammoniac), la mise en place d'une toiture photovoltaïque sur les bâtiments accueillant des animaux (porcs, volailles...) reste minoritaire.

Il est important de nettoyer les panneaux et de faire un contrôle du bon fonctionnement de l'installation photovoltaïque au moins une fois par an.

L'énergie éolienne



Investissement



Economie d'énergie



Priorité

Quel intérêt ?

Utiliser la puissance du vent pour produire de l'électricité destinée à être autoconsommée ou vendue.

Comprendre !

Le principe de cette énergie renouvelable repose sur la capacité du vent à provoquer la rotation de pales, dont l'énergie mécanique est transformée en énergie électrique par une génératrice. Les pales sont toujours orientées face au vent par un système de gouvernail pour le petit éolien et par une gestion électronique pour les éoliennes de grande dimension. L'électricité produite est, soit utilisée directement, soit stockée dans des batteries ou encore injectée sur le réseau.

Le dimensionnement de l'installation doit être fait par des spécialistes, à partir des données du site (vitesse et fréquence du vent) issues d'une campagne de mesures sur une année et des courbes de puissance des éoliennes. L'éolienne peut ainsi être dimensionnée pour couvrir les besoins minimum en électricité de l'élevage. Cela permet de valoriser le maximum de l'électricité produite.

Une demande de permis de construire doit être déposée à la mairie si la hauteur du mât dépasse 12 m. Dans les autres cas, une déclaration de travaux suffit. Si la production de l'éolienne est destinée à l'autoconsommation, c'est le maire qui délivre le permis de construire.

Si elle est destinée à la vente, c'est le préfet.

Il existe deux catégories d'éoliennes : les aérogénérateurs domestiques (jusqu'à 36 kW de puissance) et les grandes éoliennes généralement raccordées au réseau électrique. Ces dernières, les plus fréquemment installées, font jusqu'à 2 MW.

Dans les élevages, les éoliennes de petite ou moyenne puissance (inférieure à 36 kW) peuvent être montées sur des mâts de 10 à 35 m. Il est fortement conseillé de les installer sur des mâts de 18 m, voire 24 m. A cette hauteur, les vents sont moins perturbés et plus réguliers. La production d'électricité d'une éolienne est estimée à 20 000 kWh pour 10 kW de puissance installée en très bonnes conditions. Cependant, cette production peut vite chuter si les conditions ne sont pas réunies (vent insuffisant, obstacles naturels...). Une étude de faisabilité est donc indispensable.

La production d'électricité de l'éolienne n'étant pas corrélée aux besoins en électricité de l'élevage (chauffage, ventilation, alimentation, éclairage ...), l'énergie produite peut être stockée dans des batteries d'accumulateurs. Cependant, à ce jour, le coût de ces équipements reste prohibitif. Une autre solution consiste à utiliser l'électricité excédentaire de l'éolienne pour produire de l'eau chaude. C'est une autre façon de stocker de l'énergie.

Economiquement, le coût de production du kWh éolien reste nettement plus élevé que le prix de l'électricité d'origine nucléaire vendue par EDF en 2013. Il sera temps, lors des augmentations à venir, de vérifier l'intérêt économique d'investir dans le petit éolien. Rappelons que le gisement français de vent est le deuxième au niveau européen.



En pratique pour un bâtiment BEBC

Mettre en place une éolienne pour valoriser l'énergie gratuite du vent. L'idéal est de produire au moins autant d'électricité que ce qui est consommé par ailleurs au niveau du bâtiment concerné par l'installation.

Comparer...

Il est difficile d'effectuer une comparaison des différents types de produits existants sur le marché. En effet, le principe de base est similaire dans tous les cas. La production d'énergie est principalement conditionnée par le lieu d'implantation des éoliennes, avec des différences importantes selon les sites (climat, relief...) et les caractéristiques de l'éolienne.

D'après les installateurs, le temps de retour sur investissement serait d'une vingtaine d'années pour une éolienne avec auto-consommation de l'électricité produite.

A retenir

Comme pour les panneaux photovoltaïques, les éoliennes produisent de l'énergie électrique destinée à l'autoconsommation mais aussi à la revente sur le réseau électrique. Il n'est plus nécessaire de se situer dans une ZDE (zone de développement éolien), pour pouvoir bénéficier de l'obligation de l'achat d'électricité par EDF ou un autre distributeur. Depuis l'arrêté du 10 juillet 2006, le tarif de rachat du kWh en métropole est de 8,2 cts € pour les 10 premières années, et varie selon la durée annuelle de fonctionnement de référence pour les 5 années suivantes.

Le fonctionnement des éoliennes, de jour comme de nuit, est un avantage par rapport à l'énergie solaire. Cependant, la maintenance de ces équipements (entretien mécanique, peinture à renouveler, problèmes d'accessibilité...) peut générer des coûts supplémentaires non négligeables.

Les chaudières à biomasse



Investissement



Economie d'énergie



Priorité

Quel intérêt ?

Utiliser le bois, idéalement produit sur l'exploitation, pour chauffer les bâtiments d'élevage.

Comprendre !

L'utilisation du bois énergie dans les bâtiments d'élevage présente plusieurs intérêts. Le premier, d'**ordre environnemental**, se justifie par l'impact neutre du bois sur l'effet de serre puisqu'il dégage autant de CO₂ qu'il en stocke pour sa croissance. Par ailleurs, dans le milieu rural, la haie retrouve ainsi sa fonction productive avec une valorisation énergétique du bois de bocage, et ses incidences directes sur la préservation de la biodiversité animale et végétale. **Le second intérêt est économique** : le bois est une énergie moins chère que les énergies fossiles et son prix est plus stable dans le temps. L'investissement dans une chaufferie bois permet donc une meilleure maîtrise des coûts de chauffage. De plus, pour l'agriculteur, la ressource en bois peut être auto-produite grâce à la valorisation du linéaire de haies présent sur l'exploitation.

Les chaudières à biomasse permettent de produire de l'énergie sous forme de chaleur. Leurs principales applications dans les élevages porcins concernent le chauffage des bâtiments et éventuellement la production d'eau chaude sanitaire (douches, lavage des truies...). Le chauffage généré étant de type eau chaude, la conception de ces chaudières intéressera plus particulièrement les bâtiments neufs ou ceux déjà équipés d'un chauffage à base d'eau. Les chaudières à biomasse doivent être étudiées sous l'angle économique en tenant compte des éventuelles ressources disponibles ou non dans l'exploitation. En effet, l'éleveur peut bénéficier d'un choix parmi plusieurs combustibles : bois de forêt, taillis, haies, arbres fruitiers, bois de récupération, déchets de bois, de l'industrie, de l'artisanat et des ménages...



Les photos ci-dessus présentent une chaudière bois de 60 kW installée dans un élevage de porcs et le silo de stockage du bois (chauffage des maternités avec plaques eau chaude, des post-sevrages avec ailettes et de la maison d'habitation).

En pratique pour un bâtiment BEBC

L'utilisation du bois comme combustible permet de s'affranchir d'une énergie non renouvelable pour la partie chauffage. L'éleveur est vraiment gagnant quand il est possible de valoriser directement les **haies de l'exploitation**.

Quelques éléments pour bien réussir :

- ☒ **La chaudière doit être positionnée le plus près possible des bâtiments à chauffer**, afin d'éviter la réalisation d'un réseau souterrain trop important et coûteux.
- ☒ **Le dimensionnement** : plus les besoins en chaleur sont importants, plus l'installation d'une chaudière bois est rentable. Il peut donc être utile d'envisager de chauffer d'autres bâtiments : habitation...
- ☒ **Sécuriser son approvisionnement en combustible** : il est nécessaire qu'il soit de qualité et que ses caractéristiques soient connues (granulométrie, taux d'humidité, impuretés).

Comparer...

Pour un élevage porcin de 230 truies présentes, une puissance d'installation de 55 kW serait nécessaire ainsi que 35 tonnes de bois plaquettes par an. Le coût total s'élèverait à environ 45 000 € (hors dispositif de circuit d'eau chaude et hors subvention). En termes de besoins annuels en bois, 35 tonnes correspondent à un linéaire de 15 km de haies bocagères avec une rotation de 10 ans à prévoir. Pour une bonne gestion de la ressource en bois, la mise en place d'un **plan de gestion de bocage** est indispensable.

A retenir

De la qualité du bois utilisé et de la régularité de l'approvisionnement dépend l'optimisation du fonctionnement de la chaudière.

La méthanisation



Investissement



Economie d'énergie



Priorité

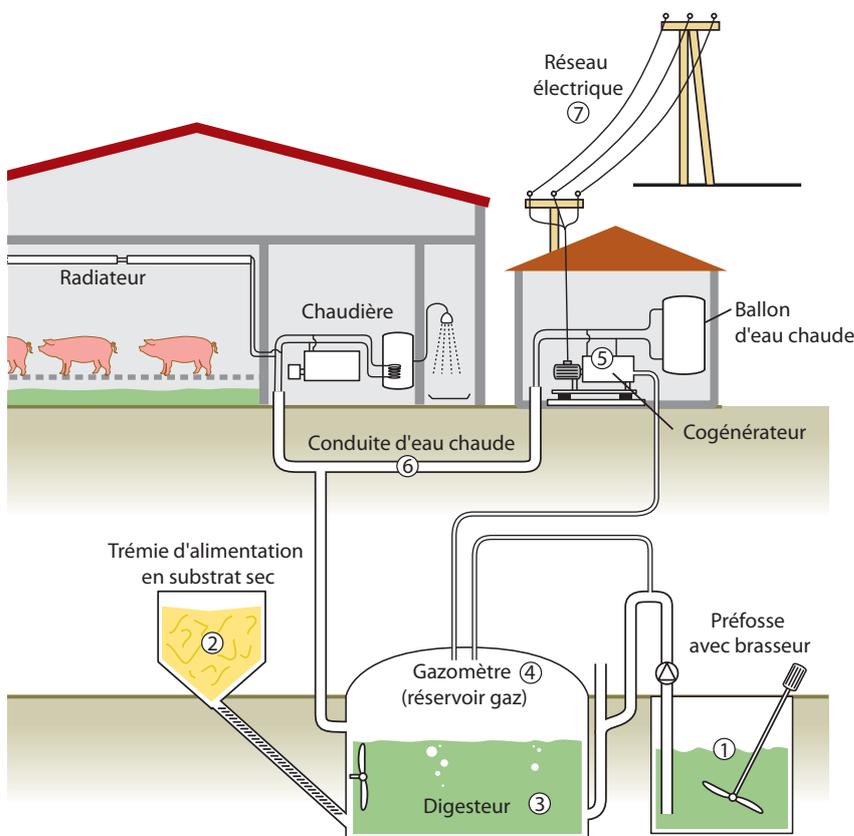
Quel intérêt ?

Valoriser l'énergie thermique produite par co-génération dans une unité de méthanisation agricole. L'intérêt est double, d'une part il est possible de chauffer l'ensemble de ses bâtiments d'élevage par une source d'énergie quasiment « gratuite », d'autre part, cette valorisation entraîne une amélioration du tarif de rachat de l'électricité à travers la prime à l'efficacité énergétique.

Comprendre !

Une unité de méthanisation agricole permet, à partir de divers déchets et coproduits organiques, de **produire du biogaz**. Ce gaz peut alors être directement injecté dans le réseau ou brûlé dans un co-générateur. Le co-générateur produit alors de l'électricité revendue à EDF et de la chaleur sous la forme d'un réseau d'eau chaude.

Synoptique de fonctionnement d'une installation de méthanisation agricole (dispositif en phase liquide infiniment mélangée)



- ① Fosse de stockage des liquides, déjections animales ou autres.
- ② Même chose mais pour des produits solides
- ③ Digesteur clos, brassé et chauffé
- ④ Stockage (quelques heures) du biogaz sur le digesteur. Élément pouvant être disposé à part
- ⑤ Utilisation du biogaz par un moteur thermique
- ⑥ L'énergie thermique issue du liquide de refroidissement du moteur peut être utilisée à différents usages (chauffage des post-sevrages, maison, séchage du digestat,...)
- ⑦ Le moteur entraîne une turbine. L'électricité produite est injectée sur le réseau EDF

En pratique pour un bâtiment BEBC

L'utilisation de l'énergie thermique permet, dans la majorité des cas, de **couvrir la totalité des besoins en chauffage** d'une exploitation porcine. Le chauffage étant le premier poste de consommation avec près de 46 % du total, il est alors facile d'atteindre les objectifs d'un BEBC.



co-générateur

Comparer...

La mise en place d'une unité de méthanisation à la ferme est un investissement lourd qui ne doit pas être pensé uniquement pour la production d'énergie thermique pour le chauffage d'un bâtiment d'élevage. Néanmoins, la rentabilité de ce type d'investissement peut être améliorée lorsqu'un maximum de chaleur est utilisé.

Les tarifs de rachats de l'électricité produite par une unité de méthanisation sont réglementés et dépendent de différents critères (Cf. ci-dessous)

Prime à l'efficacité énergétique

Efficacité énergétique (valeur du V)	Prime efficacité énergétique (c€/kWh)
≤ 35 %	0
≥ 70 %	4
De 35 à 70%	interpolation

Tarif de base

Puissance installée	Tarif de base (c€/kWh) (*)
≤ 150 kW	13,37
300 kW	12,67
500 kW	12,18
1000 kW	11,68
≥ 2000 kW	11,19

(*) selon la puissance réelle, une interpolation est pratiquée entre ces valeurs

Prime pour le traitement d'effluents d'élevage

Puissance installée	Valeur de la prime maximale (c€/kWh)	Taux d'introduction effluent élevage	Prime à appliquer (c€/kWh)
≤ 150 kW	2,6	≤ 20 %	0
≥ 1000 kW	0	≥ 60 %	Prime maximale

La prime pour le traitement d'effluents d'élevage dépend du taux d'introduction dans le digesteur mais aussi de la puissance installée. Les valeurs intermédiaires sont déterminées par interpolation linéaire.

Sur le même thème



Le bâtiment d'élevage à basse consommation d'énergie (BEBC)

Plaquette (8 pages illustrées) coéditée en septembre 2012 par IFIP, Idèle, Itavi, Chambres d'agriculture de Bretagne, Pays de Loire et Bourgogne (en téléchargement gratuit sur www.ifip.asso.fr)



Gratuit sur www.ifip.asso.fr

Grâce à la contribution du CASDAR dans le cadre du Programme National de Développement Agricole.

Pour savoir comment se situe votre élevage sur une échelle de consommation énergétique

Sur le site internet de l'IFIP pour que chaque éleveur soit en mesure de situer son élevage sur une échelle de consommation énergétique.

Pour en savoir plus : michel.marcon@ifip.asso.fr



<http://consobat.ifip.asso.fr>

Pour en savoir +

Manuel de chauffage et de ventilation pour les bâtiments d'élevage porcin

Ce manuel vise à apporter les connaissances nécessaires à une bonne maîtrise du chauffage et de la ventilation des bâtiments d'élevage porcin. De nombreux schémas illustrent le manuel qui est destiné aux techniciens et conseillers en élevage travaillant sur la gestion de l'ambiance en bâtiment porcin.

Au sommaire :

- La production et les pertes de chaleur selon la température du milieu environnant
- La thermogenèse ou la production de chaleur engendrée par le porc
- Les émissions de gaz
- Le bâtiment et la maîtrise des paramètres climatiques
- La détermination des débits de ventilation
- La maîtrise de la température par la ventilation
- La maîtrise de la température par le chauffage
- La maîtrise de la température par la lutte contre la chaleur
- Un procédé permettant d'assainir l'air neuf : la filtration



35 € - brochure de 56 pages, quadri, format 21x29,7

Du même éditeur



IFIP - Institut du porc, 5 rue Lespagnol, 75020 Paris
ifip@ifip.asso.fr - www.ifip.asso.fr



Brochure
gratuite

Les consommations énergétiques dans les bâtiments porcins

L'Ifip vous propose de recevoir gratuitement un dépliant d'information sur :

- les niveaux moyens de consommation énergétiques observés pour les différentes orientations d'élevage
- les principaux facteurs de variation des consommations énergétiques ;
- quels sont les leviers d'action possibles ?
- comment disposer d'outils pour évaluer ses consommations, veiller à une bonne isolation des bâtiments ?
- comment optimiser le chauffage et la ventilation, l'éclairage, la distribution des aliments ?
- les économies d'énergies renouvelables : échangeurs air/air, air/eau, air/terre, les pompes à chaleur, la méthanisation à la ferme.

*Avec le soutien de l'Adème
Brochure de 6 pages - IFIP - ADEME- (gratuite)*

Consommations d'énergie des bâtiments porcins : comment les réduire ?



Brochure
gratuite

Cette brochure fournit des références de consommation d'énergie en élevage porcin et la répartition des utilisations. Certaines actions, faciles à mettre en œuvre, limitent les dépenses énergétiques : en optimisant les réglages et entretenant le matériel, les éleveurs diminuent leur facture énergétique. Ils peuvent récupérer de l'énergie pour se prémunir contre des hausses de prix.

Au sommaire :

- Un prix de l'énergie en hausse
- Consommations énergétiques des bâtiments
- Facteurs de variation des consommations : degré d'automatisation des élevages, âge et isolation des bâtiments
- Comment agir ? Quelques leviers d'action
- Conclusion et perspectives

Brochure de 16 pages 21 x 29,7 - envoi gratuit sur simple demande - Financement Adème

Contact : michel.marcon@ifip.asso.fr

Ifip Rennes - Le Rheu
La Motte au Vicomte, B.P. 35104
35 651 Le Rheu Cedex



Crédits photos : IFIP, Chambres d'agriculture, Shutterstock



Ce guide propose :

- des pratiques d'élevage ou des technologies nouvelles ou récentes pour **réduire les consommations d'énergie** dans les bâtiments d'élevage de porcs,
- des techniques de **production d'énergie**,
- des conseils pour **construire** un bâtiment à énergie positive,
- des solutions pour adapter des **bâtiments existants**,
- la quantification des économies d'énergie et des **coûts** de référence,
- le maintien des **performances** techniques et même leur amélioration ...



Cette brochure a été réalisée avec la contribution financière du Compte d'Affectation Spéciale pour le Développement Agricole et Rural (CASDAR), dans le cadre des Programmes National et Régional de Développement Agricole et rural (PRDA et PNDA).