

Récupération de chaleur en bâtiment d'élevage par plancher chauffant/refroidi (système combideck)

Objectif et principe

Un circuit d'eau fermé est installé sous le sol et un autre est construit à un niveau plus profond pour stocker l'excès de chaleur ou pour le restituer au poulailler en cas de besoin. Une pompe à chaleur relie les deux circuits d'eau.

Au début de la période d'élevage, le sol est chauffé avec la chaleur accumulée afin de maintenir la litière au sec en évitant la condensation d'humidité au cours du deuxième cycle d'élevage, les volailles produisent un excès de chaleur qui est préservé dans le circuit de stockage tout en refroidissant le sol, ce qui réduit les émissions d'ammoniac en diminuant l'activité microbienne et la dégradation de l'acide urique.

Mise en place

Ce système est constitué d'échangeurs de chaleur (serpentin) situés sous le sol en béton. Il s'agit, d'un circuit d'eau fermé composé de bandes creuses espacées de manière intermédiaire tous les 4 cm), est installé dans une couche isolée sous le sol, à une profondeur de 10 à 12 cm (exemple Figure 1).



Figure 1 : Exemple d'installation d'échangeur thermique (source ITAVI)

Un autre circuit d'eau est construit à un niveau plus profond sous le sol (2 à 4 mètres) pour stocker l'excès de chaleur ou pour l'utiliser à une autre fin. Une pompe à chaleur connecte les deux circuits d'eau (voir Figure 2- ITAVI 2016). En fonction de la température de l'eau qui traverse les bandes, le sol et la litière seront soit réchauffés, soit refroidis.



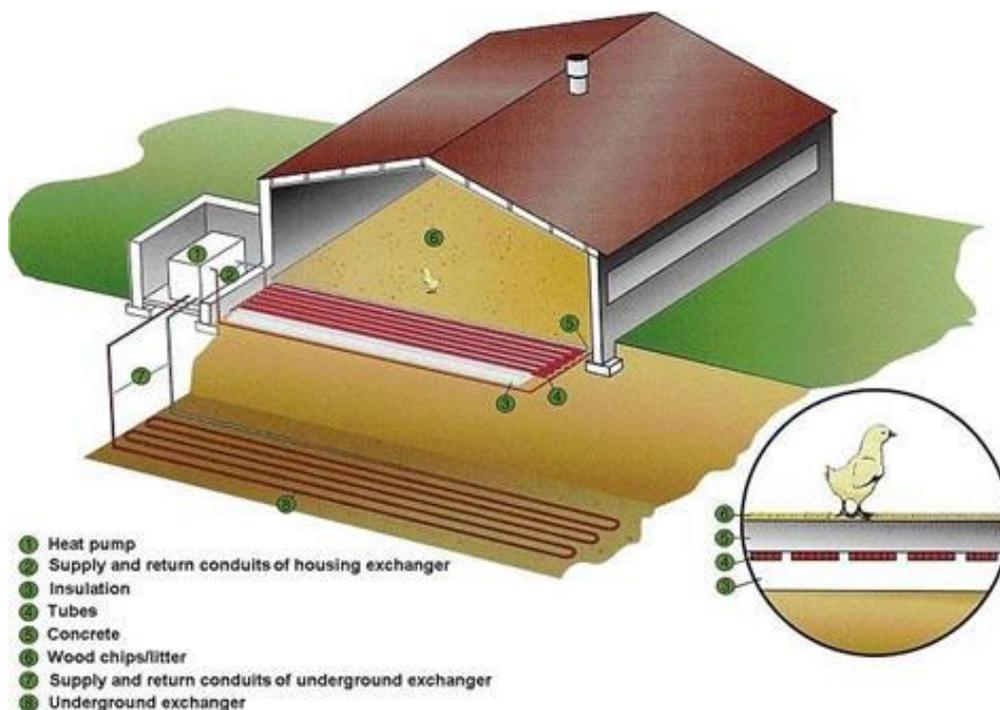


Figure 2 : Représentation schématique d'un système de récupération de chaleur installé dans un poulailler

Lorsque les poulets de chair entrent le premier jour du cycle de production, l'eau est réchauffée et acheminée à travers les bandes situées sous le sol pour réchauffer le sol. Les poulets ont besoin de chaleur jusqu'au 21^{ème} jour environ (à environ 28 °C). Après une courte période d'équilibre, le processus de croissance génère beaucoup de chaleur de la part des animaux et cette chaleur est récupérée dans le sol, sous le bâtiment. Elle est alors absorbée par l'eau froide dans le circuit situé sous le sol et la pompe à chaleur transfère cette énergie vers le deuxième circuit d'eau qui stocke la chaleur sous terre. Dans le même temps, les poulets sont refroidis avec une température maintenue aux environs de 25 °C.

En fin de lot, le sol du bâtiment est vidé et nettoyé. Une fois prêt pour le prochain cycle de production, l'eau chaude du stockage souterrain est pompée et passe par la pompe à chaleur, ce qui réchauffe l'eau du circuit d'eau qui dessert le logement. Le sol est préchauffé et il faudra moins d'énergie pour le réchauffer à la température requise en vue de loger les jeunes poulets de chair. Une fois que les poulets sont dans la maison (phase 1), la chaleur stockée est utilisée et seul un chauffage d'appoint est nécessaire. Après la courte phase intermédiaire du bilan thermique (phase 2), un refroidissement est nécessaire (phase 3) et la chaleur dissipée sera stockée sous terre et donc disponible pour un prochain cycle (Figure 3).

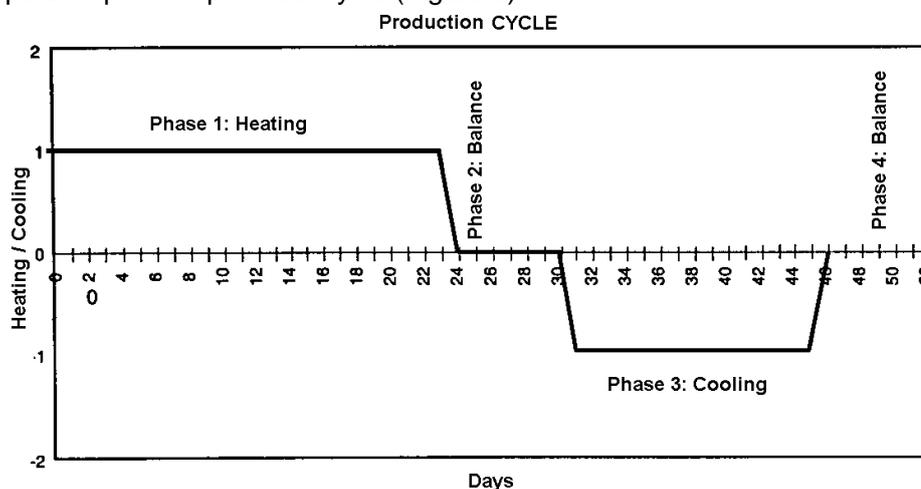


Figure 3 : Représentation graphique du principe de fonctionnement du système Combideck pendant un cycle de production d'un poulet de chair



Bénéfices environnementaux

La réduction de la consommation d'énergie est le principal avantage obtenu. La quantité d'énergie dépend du bâtiment. Une réduction de la consommation d'énergie allant jusqu'à 50% a été réalisée. En outre, le préchauffage du sol avant l'introduction de la volaille et son chauffage pendant la première période du cycle d'élevage maintiennent la litière au sec en évitant la condensation de l'humidité. Ces conditions limitent la volatilisation de l'ammoniac. Le refroidissement ultérieur du sol à un stade physiologique ultérieur diminue l'activité microbienne, ce qui réduit d'autant la dégradation de l'acide urique. Cette meilleure gestion de la condensation est particulièrement appréciable dans les bâtiments en sol béton qui ont tendance à générer plus de condensation.

L'efficacité de la réduction de NH_3 dépend des conditions locales et peut atteindre 40% (TFRN 2014).

Effets croisés

La consommation énergétique liée au fonctionnement de la pompe à chaleur est compensée par la réduction de consommation au niveau du chauffage et de la ventilation. Le coefficient de performance des pompes à chaleur géothermiques est généralement compris entre 2,5 et 3. Le tableau 1 reprend des résultats obtenus pour un élevage de 80 000 poulets de chair. Trois pompes à chaleur de 0,1 kWh ont été utilisées. Les poulets ont été stockés à une densité de 18 animaux / m^2 .

Tableau 1 : Résultats de l'application d'un système Combideck

	Type d'énergie	Consommation	Equivalent énergie (MWh/an)**	Coûts (€)
Situation de référence		49.5 m^3	549	6 273
	Gaz naturel	36.1 m^3	321	9 277
	Electricité	40 MWh	40	3 757
	Total			910
Situation avec Combideck	Chauffage	63.6 MWh	63.6	NC
	Ventilation	34.4 MWh	34.4	NC
	Pompe à chaleur*	189 MWh	189	NC
	Total			287
Réduction (en pourcentage de la référence)			623 (70%)	10 113 (52%)

*Coefficient de performance de la pompe à chaleur de 4.4

**Sur la base des tarifs

Lors de l'essai ci-dessus, la ferme de référence a émis 0,066 kg de NH_3 par emplacement par an, tandis que les émissions moyennes d'ammoniac mesurées sur quatre cycles de production étaient de 0,045 kg de NH_3 par emplacement par an. Par conséquent, la réduction des émissions de NH_3 de ce système était d'environ 32%.

En 2001, les performances d'élevages de poulets de chair sur une même ferme, mais dans deux bâtiments différents ont été comparées. Un bâtiment était équipé du système Combideck (bâtiment 2) et l'autre sans (bâtiment 1). Le récapitulatif des performances pouvant être atteintes est présenté dans le tableau 2.



Tableau 2 : Comparaison des performances pour des bâtiments identiques avec ou sans système Combideck

	Bâtiment 1	Bâtiment 2 (avec Combideck)
Nombre de poulets	33 000	34 000
Mortalité (%)	4.97	2.85
Poids à la première récolte de 35j (g)	1 681	1 692
Poids à la deuxième récolte de 42j (g)	2 250	2 236
Surplus de paiements par kg (€)	0.2	0.4
Ratio nutritionnel (1500g)	1.55	1.40
Coûts de chauffage (par poulet en €)	3.13	2.10

Coûts

Les coûts d'investissement (pour les bâtiments neufs) s'élèvent à 2 € par emplacement, avec 20 poulets par m². Les frais de fonctionnement (amortissement, intérêts et entretien) s'élèvent à 0,20 € par emplacement et par an. L'augmentation annuelle des rendements est apparemment supérieure d'un facteur 3 aux coûts d'exploitation annuels. Par exemple, les coûts vétérinaires sont réduits d'environ 30%. Les coûts énergétiques sont réduits d'environ 52%. Le délai de retour sur investissement est d'environ 4 à 6 ans (Pays-Bas 2002).

Le référentiel 2017 des prix des bâtiments et équipement avicoles et canicules ainsi que différents retours d'expériences indiquent les coûts suivants dans le Tableau 3 :

Tableau 3 : Coût d'installation de plancher chauffant & Pompe à chaleur

	Prix moyen (€)
<i>Pour un plancher de 1500m² (accessoire non compris)</i>	
Ballons cuve tampon	1650
Support isolant plot polystyrène	10.50 /m2
Canalisation	22 /m2
Plancher complet (béton et isolation inclus)*	82 500
Régulateur	2 975

Applicabilité

Cette technique n'est pas applicable aux élevages de porc. Ce système peut être aussi bien utilisé sur des poulaillers nouveaux qu'existant. Sur des bâtiments déjà construits, les coûts sont plus élevés, car les sols doivent être arrachés et reconstruits afin de poser les circuits au sol nécessaires. Des travaux de construction et des travaux de terrassement seront nécessaires dans la cour de ferme, en fonction de l'emplacement du poulailler.

Avec plusieurs poulaillers, il peut être possible d'utiliser de l'eau chauffée d'un bâtiment (en fin de lot) pour en réchauffer un autre (en démarrage), ce qui peut réduire encore davantage l'énergie nécessaire au pompage. Cependant, cette idée n'a pas encore été mise en pratique.

Le système ne peut être appliqué que si les conditions du sol permettent l'installation d'un stockage souterrain fermé pour le circuit d'eau. La technique est moins appropriée dans les zones avec des sols durs et rocheux. L'application du système Combideck dans les climats froids où les gelées sont plus longues et plus dures et pénètrent davantage dans le sol n'a pas été signalée.

Les Pays-Bas disposent de plus de 2 millions de places avec ce système. Des installations ont également été rapportées en Russie, en Allemagne et en France (certains fournisseurs ont posé plus de 50 000m²).



Facteurs incitatifs

Le système offre de meilleures performances en termes de production de poulets de chair (réduction de la mortalité, prix de la viande plus élevé, meilleur ratio d'aliments) et un effet positif sur le bien-être des animaux (moins de stress thermique, moins de mortalité, moins de services vétérinaires nécessaires).

Cette technique est considérée comme une MTD dans la version 2017 du BREF Elevages (MTD 8 – Utilisation efficace de l'énergie à la ferme et MTD 32– Réduction des émissions d'ammoniac en bâtiment d'élevage de poulets (Santonia et al., 2017).

Le BREF Elevage définit d'ailleurs des seuils d'émission (Niveaux d'Emissions Associés à une MTD = NEA-MTD pour les différentes catégories animales, qui doivent être respectés par les élevages dits IED.

Tableau 4 : Niveaux d'émission associés à la MTD 32

Catégorie animale	Emission Ammoniac (en kg NH ₃ /place/an)
Poulets de chair	0.08

Pour en savoir plus

- CBS, *Huisvesting van landbouwhuisdieren 2008*, Centraal Bureau voor de Statistiek, 2011.
<https://www.cbs.nl/nl-nl/publicatie/2012/50/huisvesting-van-landbouwhuisdieren-2012>
- *Décision d'exécution (UE) 2017/302 de la commission du 15 février 2017 établissant les conclusions sur les meilleurs techniques disponibles (MTD) au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil, pour l'élevage intensif de volailles ou de porcs*. Journal officiel de l'Union européenne du 21 février 2017. L43/231 – L43/279
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017D0302&from=EN>
- ITAVI 2016, *Les pompes à chaleurs (PAC)*.
https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=6&ved=2ahUKEwjyr8_T86zIAhUd7eAKHe2uDmgQFjAFegQIBhAC&url=https%3A%2F%2Fwww.itavi.asso.fr%2Fdownload%2F9468&usq=AOvVaw1kN5U9qcKDFXhTid86QwVK
- Netherlands, *ILF 178. Additional information about Combideck system in broiler houses*, 2002.
- *Retours d'expériences*:
http://www.degreconfort.fr/assets/images/presse/TechElevage2018_Planchers.pdf
<https://www.paysan-breton.fr/2018/05/une-aquathermie-sur-plancher-chauffant/>
- Santonja G.G., Georgitzikis K., Scalet B.M., Montobbio P., Roudier S., Delgado Sancho L., 2017. *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs*; EUR 28674 EN; doi:10.2760/020485
https://aida.ineris.fr/sites/default/files/directive_ied/IRPP_Bref_022017_published.pdf
- TFRN, *Options for Ammonia Mitigation - Guidance from the UNECE Task Force on Reactive Nitrogen*, 2014.
http://www.clrtap-tfrn.org/sites/clrtap-tfrn.org/files/documents/AGD_final_file.pdf

Contacts : blazy@itavi.asso.fr et fontanet@itavi.asso.fr

Pour citer le document : RMT Elevage et Environnement, 2019. *Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage*. Fiche V12 : Récupération de chaleur par plancher chauffant. 5 pages.

