



L'utilisation de la thermographie infrarouge *pour l'évaluation de l'ambiance dans les bâtiments avicoles*

RÉSUMÉ

La thermographie infrarouge permet de détecter avec précision des variations de température à la surface d'une paroi ou d'un corps. La gestion de la température dans un bâtiment d'élevage est un point critique, à la fois pour assurer le confort des animaux et optimiser les consommations énergétiques. Différentes applications de la thermographie infrarouge en aviculture sont présentées ici. À l'intérieur même d'un bâtiment, l'imagerie infrarouge permet de visualiser l'environnement thermique des volailles sous les radiants et de vérifier le respect des zones de confort. Les images thermographiques permettent aussi de visualiser des dégradations invisibles du matériel d'élevage, notamment les panneaux isolants. Depuis l'extérieur du bâtiment, la thermographie permet d'évaluer l'isolation thermique de la structure : les images peuvent montrer les pertes de chaleur à travers les revêtements (toits, panneaux, soubassements). Ainsi, la thermographie infrarouge peut s'avérer être un outil de diagnostic utile pour les techniciens ou les vétérinaires avicoles, dans un but d'amélioration du confort des animaux et de réduction des coûts de chauffage.

La question de la maîtrise des coûts énergétiques, dans un contexte de renchérissement global du coût des matières premières, est aujourd'hui au centre des préoccupations de la filière avicole. En production de volailles de chair, l'énergie directement consommée dans les bâtiments d'élevage représente près de 3 % du coût de production du vif. Ainsi, tout nouvel outil susceptible d'évaluer la consommation d'énergie en bâtiment de volailles mérite d'être évalué. La thermographie infrarouge est une option technique qui devient économiquement accessible et apporte des informations précieuses sur l'intégrité des bâtiments et la maîtrise du confort thermique des animaux.

1. Principes de la thermographie infrarouge

La thermographie infrarouge est une technologie d'imagerie permettant de visualiser les radiations infrarouges émises par n'importe quelle surface matérielle. L'intensité de la radiation émise augmente avec la température de la surface observée. Les caméras thermographiques réalisent l'acquisition de ces radiations infrarouges pour rendre à l'utilisateur une image (appelée parfois thermogramme) sur laquelle chaque zone de chaleur peut être observée et quantifiée, avec une précision atteignant le dixième de degré. Ainsi, des contrastes de température sur une surface peuvent être observés graphiquement (sur l'écran de la caméra, sur l'ordinateur) et interprétés quantitativement (température d'un point cible, température moyenne d'une zone délimitée, écarts de température entre deux points...). Actuellement, des caméras thermographiques d'utilisation simple (robustes, transportables et peu

Léni CORRAND, Marie BRELAZ
et Jean-Luc GUERIN

Clinique des Elevages Avicoles et Porcins – ENV Toulouse –
Toulouse Agri Campus
23, chemin des Capelles – 31076 TOULOUSE Cedex 3
Contact : aviaire@envt.fr
www.avicampus.fr

Les échanges thermiques entre l'oiseau et son environnement

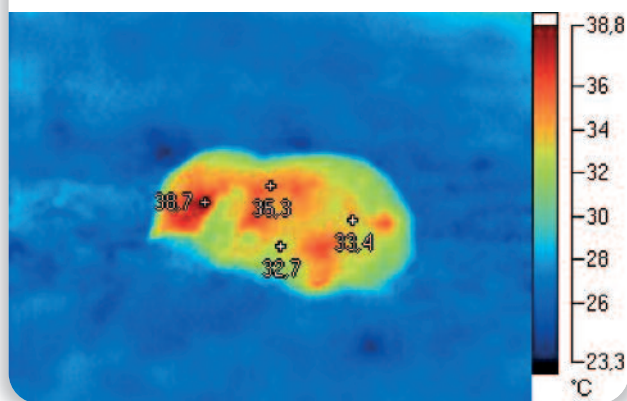
Les trois moyens d'échanges thermiques entre l'oiseau et l'environnement sont ⁽³⁾ :

- les échanges par convection entre l'air ambiant et l'oiseau
- les échanges par conduction entre le sol (litière) et l'oiseau
- les échanges par radiation infrarouge depuis le radiant

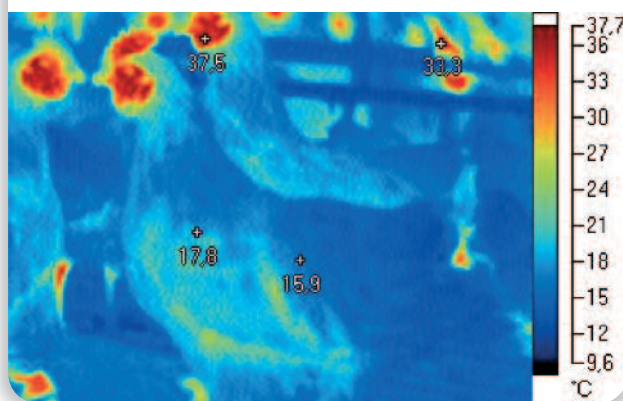
Les variations thermiques intrinsèques à l'oiseau dépendent de son métabolisme, son activité physique et son isolation par le duvet ou les plumes (4) et (5).

Les échanges par convection dépendent de la température, de l'hygrométrie et de la vitesse de l'air, alors que la température de la litière influe sur les échanges par conduction. La radiation infrarouge dépend directement de la puissance du radiant sous lequel se trouve l'oiseau.

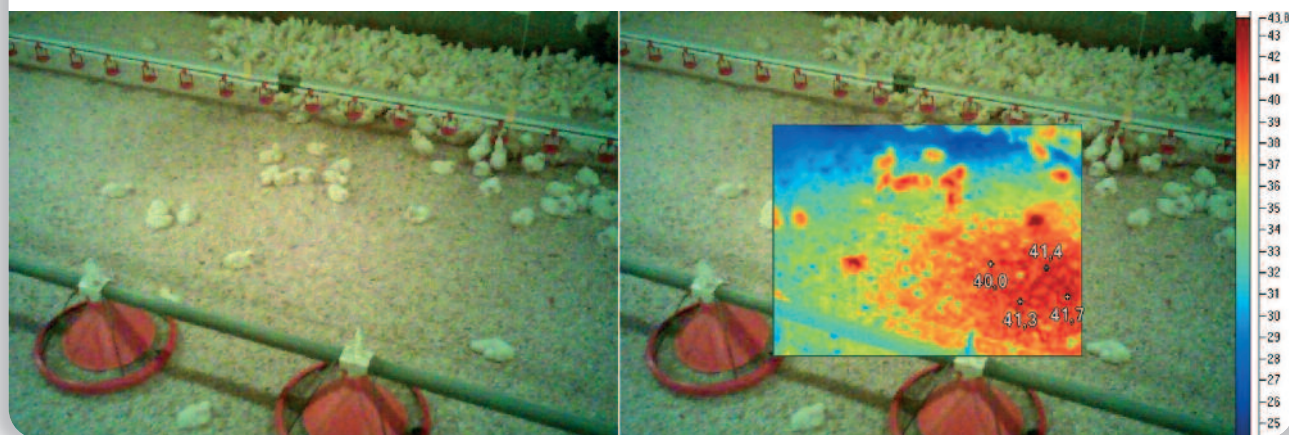
■ Figure 1 – Poulets standards en démarrage. La thermographie démontre que le pouvoir isolant du duvet à 1 jour d'âge est encore faible : la température relevée sur le poussin (32,7°C à 35,3°C) est proche de la température interne de l'animal (objectivée par la mesure du cantus de l'œil - ici à 38,7°C).



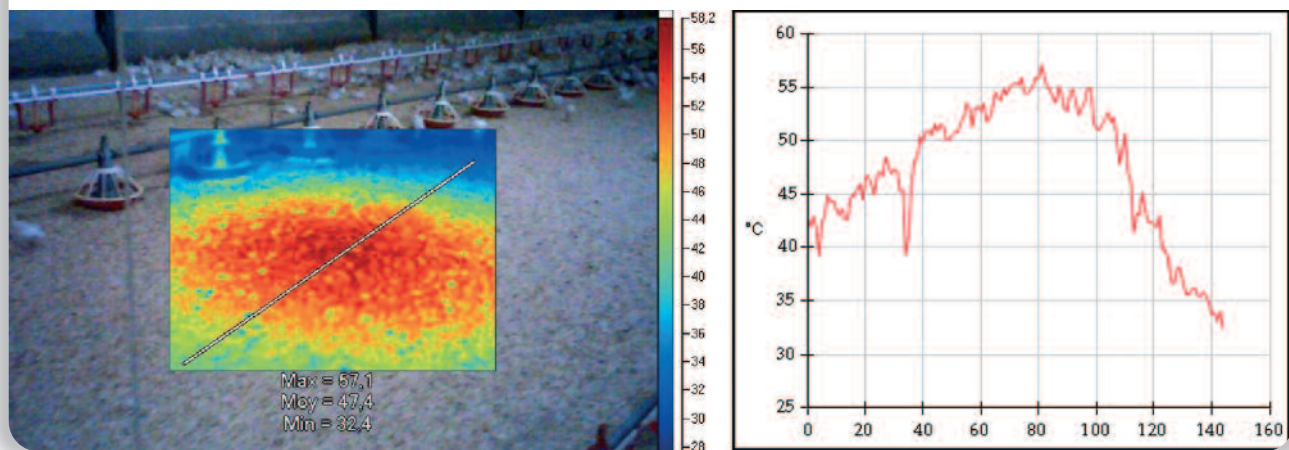
■ Figure 2 – Chez des animaux adultes (ici poules pondeuses) le plumage offre une isolation thermique bien plus importante que le duvet.



■ Figure 3 – Poulets standards : conditions correctes de démarrage (température d'ambiance ici de 29,0°C). L'imagerie infrarouge nous informe que la température de la litière est proche de 41,0°C sous le radiant.



■ Figure 4 – Dindonneaux en démarrage. Sous le radiant, le thermogramme permet de visualiser le gradient de température de la litière (graphique) le long de la droite tracée. La température de la litière au contact des animaux s'échelonne ici entre 32,4°C et 57,1°C sur une distance d'environ 2,5m.



encombrantes) sont disponibles dans le commerce à des prix accessibles. En pratique, les prises de vue sont réalisées au moyen de la caméra en élevage, et les données numériques sont interprétées et analysées sur ordinateur grâce à un logiciel spécialisé.

2. Confort thermique en démarrage de volailles

La gestion de la température de confort des animaux est particulièrement délicate en période de démarrage. Sur un plan physique, le confort correspond

à un état d'équilibre thermique entre le corps de l'oiseau et le milieu ambiant. L'équilibre thermique de l'oiseau va évoluer très sensiblement avec son emplumement progressif, qui va limiter les pertes par convection et conduction : les images thermiques illustrent spectaculairement cette évolution entre le démarrage et la fin de croissance (figures 1 et 2).

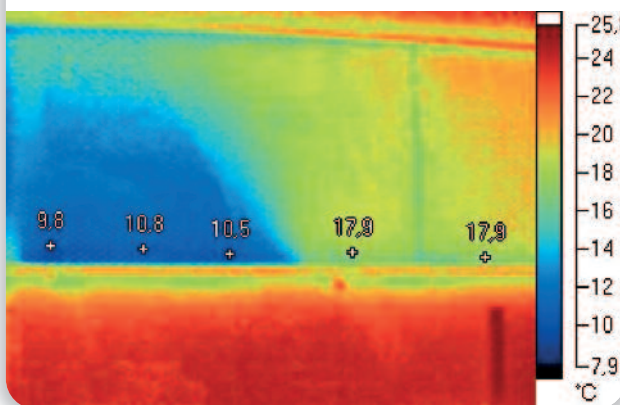
2.1. Observations sous les radiants

Le plus souvent, la température d'ambiance, voire l'humidité, sont relevées en élevage par des sondes placées à hauteur des animaux mais la température directe de la litière est souvent négligée. Hors, un radiant placé trop bas peut créer une surchauffe locale par radiation et par conduction

■ Figure 5 — Bâtiment label en chauffe avant le démarrage. Le soubassement en béton est une zone non isolante et directement à hauteur de vie des poussins. Il peut constituer un risque de refroidissement des poussins à son contact ou son environnement. L'augmentation de la quantité de paille contre le sous-bassement peut-être alors conseillée..



■ Figure 6 — Bâtiment Louisiane - panneaux transverses latéraux et rideaux rigides. Vue de l'intérieur du bâtiment. L'image infrarouge indique ici un défaut d'étanchéité du bâtiment (entrée d'air froid visualisée par le halot bleu) dû à la dégradation d'un joint entre le panneau et le rideau.



(litière au contact des animaux), malgré une température d'ambiance correcte. A contrario, les oiseaux peuvent être en contact avec des zones de litière froide, alors que là encore la température d'ambiance perçue par les sondes est correcte

Ainsi l'imagerie infrarouge nous permet d'appréhender la température de la litière, qui est souvent largement supérieure à la température d'ambiance. L'oiseau choisira sa localisation dans le bâtiment en fonction de l'air ambiant, de sa position sous le radiant et de la température de la litière avec laquelle il sera en contact (figures 3 et 4).

2.2. Diagnostic de l'homogénéité thermique du parc de démarrage

Certaines zones du bâtiment avicole peuvent ne pas être suffisamment adaptées ou isolées thermiquement pour effectuer un démarrage dans de bonnes conditions (figure 5). Dans ce cas, la visualisation par thermographie de la zone de vie des animaux permet parfois de détecter rapidement un problème d'ambiance. Ainsi l'imagerie thermographique constitue un outil

visuel supplémentaire pour l'estimation des conditions thermiques en démarrage.

3. Evaluation de l'intégrité du matériel d'élevage

Des altérations du matériel d'élevage indétectables pour l'éleveur peuvent causer des pertes matérielles ou financières à ce dernier. Dans ce cas, l'imagerie thermographique peut parfois aider à visualiser du matériel inadapté ou altéré (figure 6).

4. Evaluation de l'isolation du bâtiment d'élevage

L'isolation thermique des bâtiments de volailles est un des éléments clés de la réduction des coûts de chauffage en élevage, dans une perspective d'économie d'énergie et de production durable de volailles. Inspirée des techniques de diagnostic d'isolation des habitations, l'imagerie infrarouge peut être appliquée avec succès aux bâtiments de volailles

Tous les types de bâtiments sont concernés par les ponts thermiques au niveau des soubassements. Les déperditions sont souvent spectaculaires à la jonction entre le panneau sandwich et le socle béton. Dans les bâtiments de type Louisiane, les pertes thermiques au démarrage se concentrent précisément au niveau des rideaux (figure 7). La solution principale est de mettre en place des rideaux plus épais et donc plus isolants. Une option technique récente consiste à remplacer ces rideaux par des boudins d'air gonflables qui ferment plus ou moins les ouvertures. L'air joue alors le rôle d'isolant (figure 8).

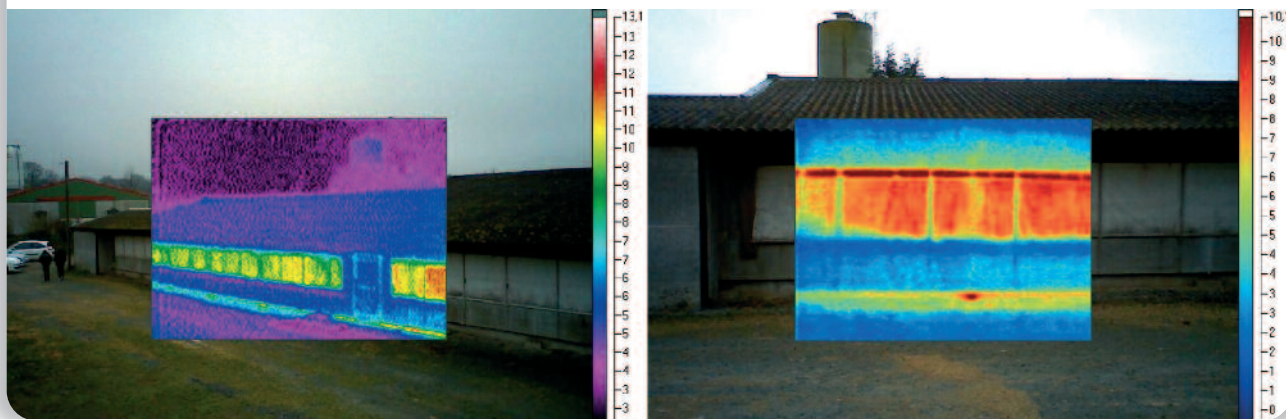
Enfin, on peut détecter la dégradation des panneaux sandwich (par rupture des plaques ou altération de l'isolant par les ténérions) ou des joints d'ouvertures (figure 9).

Conclusion

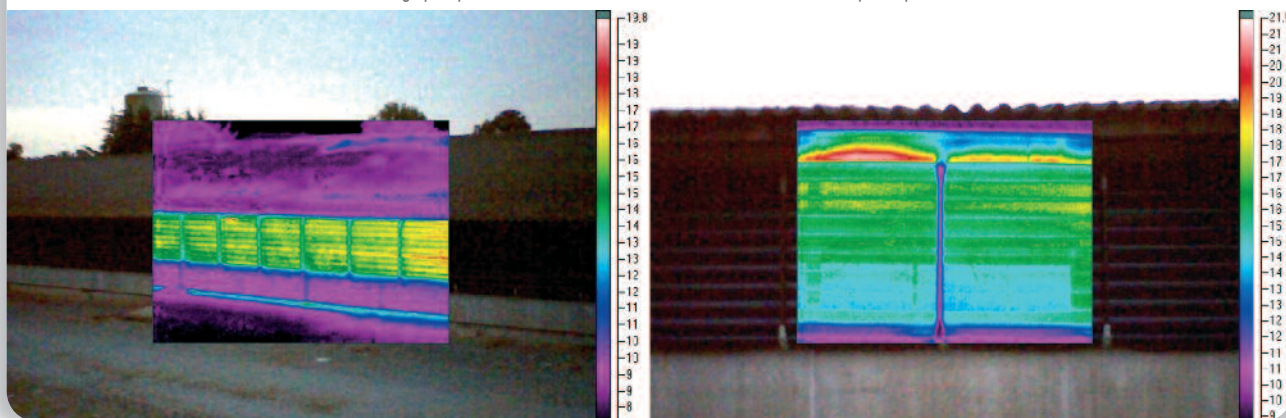
L'imagerie infrarouge constitue un nouvel outil d'évaluation de l'ambiance en bâtiment de volailles, par l'observation des zones de confort thermique des animaux en démarrage, ou par la détection des pertes calorifiques d'un bâtiment. Cette démarche diagnostique, abordable pour un technicien d'élevage ou un vétérinaire, s'inscrit dans une démarche de maîtrise des coûts de chauffage en élevage.

Enfin, dans nos mains, cet outil a démontré un réel intérêt pédagogique, pour sensibiliser les éleveurs, les techniciens et les vétérinaires à une approche très concrète du confort thermique en élevage de volailles (figure 10).

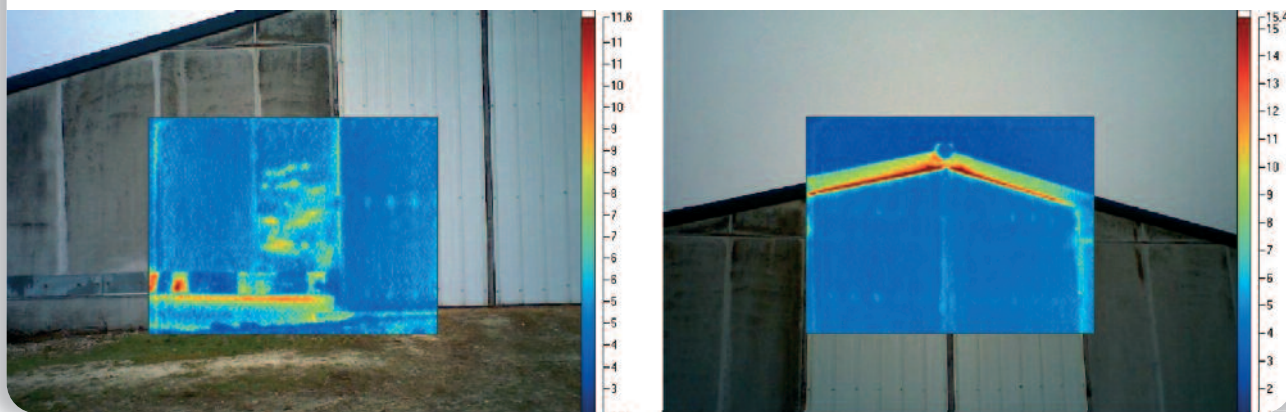
■ Figure 7 — Depuis l'extérieur du bâtiment, l'imagerie infrarouge permet de constater que la majeure partie des déperditions de chaleur se déroule via le soubassement en béton, ou les rideaux dans le cas d'un bâtiment Louisiane.



■ Figure 8 — Fuite d'air par le haut d'un rideau gonflable mal positionné (halot rouge) lors d'un démarrage en bâtiment Louisiane. La thermographie permettra de vérifier la correction du défaut d'étanchéité après réparation.



■ Figure 9 — Pignon d'un bâtiment Louisiane — le thermogramme indique la dégradation d'un panneau sandwich (à gauche) et une fuite d'air chaud par le haut du portail (à droite).



En pratique :

- **Facilité de manipulation ?** Les modèles les plus récents de caméras infrarouges sont légers, peu encombrants, et d'une longue autonomie de batterie. Les clichés réalisés peuvent être instantanément observés sur l'écran de la caméra. En revanche, l'analyse (calculs, graphiques) nécessite un traitement informatique a posteriori des images.
- **Limites et sources de biais ?** Les radiations infrarouges ne sont émises que par des surfaces matérielles. En conséquence, un mouvement d'air ne pourra pas être perçu par thermographie. De plus, des surfaces ensoleillées vont paraître anormalement émissives et il est nécessaire de réaliser les clichés de surfaces non éclairées. Enfin, certains matériaux sont particulièrement réfléchissants (métal, verre) : l'analyse de l'image devra alors toujours tenir compte de ce facteur de biais et apporter une correction aux données du thermogramme.

■ Figure 10 — Manipulation de la caméra par des étudiants vétérinaires au cours d'une visite d'élevage.



- **Combien ça coûte ?** 2 fournisseurs majeurs (Fluke® et Flir®) se partagent le marché de ces équipements, pour un prix d'entrée de moins de 5 000 euros en 2010. La variation de prix des caméras dépend notamment du niveau de résolution du capteur thermique.

Références bibliographiques

- ITAVI. *Les consommations d'énergie dans les bâtiments avicoles*. Documentation ITAVI 1ère Edition. 2008. www.itavi.asso.fr
- What is Infrared Thermography ? <http://www.nec-avio.co.jp/en/products/ir-thermo/what-thermo.html>. page consultée le 16 mars 2010.
- P. Tourneux, J.-P. Libert, L. Ghyselen, A. Léké, S. Delanaud, L. Dégrugilliers, V. Bach. Heat exchanges and thermoregulation in the neonate. 2009. *Archives de Pédiatrie* ; 16:1057-1062
- Ö. Cangar, J.-M. Aerts, J. Buyse, and D. Berckmans. Quantification of the spatial distribution of surface temperatures of broilers. 2008. *Poultry Science* ; 87:2493–2499
- M. Tessier, D. Du Tremblay, C. Klopfenstein, G. Beauchamp, and M. Boulianne. Abdominal skin temperature variation in healthy broiler chickens as determined by thermography. 2003 *Poultry Science* ; 82:846–849
- L. Corrand, M. Brelaz et J.-L. Guérin. « Thermographie en élevage avicole » : http://www.avicampus.fr/PDF/PDFzoot/Thermographie_en_elevage_avicole.pdf