

L'ECLOSION A LA FERME EST ELLE POSSIBLE DANS LES BATIMENTS EQUIPES DE RADIANTS ?

**Guyot Yann¹, Ravon Laure², Laval Gaëtan¹, Collin Anne³, Guilloteau Laurence A.³,
Redo Aurélien⁴, De Louw Franck⁵, Maze Bernard¹, Souchet Christophe¹, Rousseau
Philippe², Germain Karine², Quentin Maxime¹, Travel Angélique¹**

¹ITAVI, 7, rue du Faubourg Poissonnière, 75009 PARIS, France

²INRAE - UE EASM 1206, Station du Magneraud, 17700 SAINT PIERRE D'AMILLY, France

³INRAE, Université de Tours, BOA, 37380 NOUZILLY, France

⁴Systel, 4, rue de l'essart Rocher, 44140 LE BIGNON, France

⁵One2Born, d'n Office, Loopkantstraat 25, 5405 AC UDEN, Pays-Bas,
travel@itavi.asso.fr

RÉSUMÉ

L'éclosion des poussins à la ferme est en plein développement dans de nombreux pays européens. Le principal défi de cette pratique réside dans le fait de conserver pendant 3 jours une température de coquille homogène de 36°C. Un grand nombre de bâtiments reste aujourd'hui équipé de radiants, fournissant un chauffage localisé et spatialement hétérogène. L'objectif de cet essai était d'étudier la faisabilité de faire éclore des poussins de type Label et Standard dans un bâtiment équipé de radiants. Des essais préalables réalisés sur des œufs de consommation enrichis de modélisations thermiques ont permis de déterminer les conditions optimales d'utilisation du radiant pour l'éclosion à la ferme. 250 œufs Ross 308 et 250 œufs de Label ont été mis en incubation simultanément au couvoir. A 18 jours de développement embryonnaire, 150 œufs fertiles de chaque lignée ont été installés dans 3 alvéoles conçues pour ce type d'éclosion, puis disposées sur la litière et sous un radiant. Les œufs restants ont été placés en éclosoir (témoin). La température de surface des œufs est équivalente entre les 2 lignées (en moyenne 35,7°C). Les résultats démontrent un très bon taux d'éclosion : 99,3% vs 98,8% (Labels) et 98,7% et 98,9% (Ross) respectivement au sol et au couvoir. De plus le poids des poussins éclos en bâtiment (41,2g) est significativement supérieur à ceux éclos en éclosoir (39,7g), indépendamment de la souche, et un très bon score de qualité de poussins a été observé (101/110). Il est donc possible d'utiliser des radiants pour l'éclosion en élevage, avec des taux d'éclosion comparable à ceux mesurés en éclosoir, pour des poulets à croissance rapide et lente. Néanmoins, une évaluation des effets à long terme de cette nouvelle pratique d'élevage reste à réaliser.

ABSTRACT

On-farm hatching is it possible in buildings equipped with radiant heats?

On-farm chicks hatching is significantly growing in many european growing. The main challenge of this practice is to maintain a homogenous eggshell temperature of 36°C over the last 3 days before hatching. Nowadays, a large number of broiler houses is equipped with radiant heating systems, allowing a localised and spatially heterogenous heating pattern. The main goal of this study was to evaluate the feasibility of chicks hatching (slow and fast growing broiler) in barns equipped with radiant heating system. Liminar trials conducted on eggs for consumption with thermal modeling support have allowed to determine optimal conditions for hatching under radiant. To get started, 250 eggs for fast and 250 eggs for slow growing broiler have simultaneously been placed in hatchery. At 18 days of embryo development, 150 fertilized eggs of each strain have been set on hatching cells and placed on litter under radiant. Leftover eggs have been placed in hatching device (control). Eggshell temperature was similar for both strains (35.7°C on average). Results indicate a very good hatching rate : 99,3% vs 98,8% (slow growing broiler) et 98,7% et 98,9% (fast growing broiler) for on-farm and in hatchery respectively. Moreover, chicks body weight (41.2g) was significantly higher in on-farm group than those hatched in device (39.7g), independantly of the strain, and a good chick quality score has been observed (101/110). This results show the possibility of on-farm hatching with radiant heating systems, with similar rates than hatching device, for fast and slow growing broiler. However, long term effects of this new hatching practice have to be assessed.

INTRODUCTION

Faire éclore des poussins directement en élevage est un concept plus respectueux du bien-être animal qui se développe dans les pays d'Europe. Le principe est de transporter les œufs 3j avant éclosion, ainsi les poussins naissent à l'élevage, sans intervention humaine et dès leur éclosion ils ont accès à l'eau et l'aliment. Les systèmes d'éclosion à la ferme actuellement disponibles sur le terrain diffèrent en termes d'agencement des équipements et du degré d'automatisation (Van Meirhaehhe, 2021 ; de Jong et al., 2019).

En couvoir, l'éclosion des poussins de type chair commencent vers 19 jours d'incubation. Le temps séparant le premier et le dernier poussin éclos (fenêtre d'éclosion) peut varier entre 24 et 36 h (Careghi et al., 2005 ; van de Ven et al., 2009). En pratique dans les couvoirs, tous les poussins restent dans l'éclosoir, dans une ambiance sombre et bruyante, au moins jusqu'à 510 h d'incubation, avant d'être sortis, parfois sexés, puis triés, vaccinés et transportés vers l'élevage. En considérant cette suite d'étapes, certains poussins peuvent attendre jusqu'à plus de 72 h avant de pouvoir s'abreuver et s'alimenter (Willemsen et al., 2010). Des études antérieures ont montré qu'une privation d'eau et d'aliments de plus de 36 heures après l'éclosion peut nuire au développement des organes (de Jong et al., 2017), notamment au développement intestinal (Lamot et al., 2014), au développement immunitaire (Panda et al., 2015) et à la capacité de thermorégulation et de réponse au stress (Willemsen et al., 2010 ; Hollemans et al., 2018).

Les avantages de l'éclosion à la ferme, sont clairement démontrés. Seulement, ces études concernent quasi exclusivement les souches de poulets à croissance rapide. L'éclosion à la ferme pourrait néanmoins intéresser les productions plein air, Label ou Biologique, pour lesquelles, la prise en compte du bien-être animal est également une priorité.

Le principal défi de la pratique de l'éclosion à la ferme réside dans le fait de maintenir pendant 3 jours, une température de surface de coquille homogène de 36°C sur tous les œufs. Un chauffage en ambiance répond relativement bien à ce besoin. Cependant, un grand nombre de bâtiments reste aujourd'hui équipé de radiants, fournissant un chauffage localisé et spatialement hétérogène. Ce qui est problématique quand on sait qu'une température trop basse ou trop élevée peut avoir un effet fatal sur l'embryon.

L'objectif de l'étude était d'étudier la faisabilité de faire éclore des poussins de type croissance rapide et croissance lente dans un bâtiment équipé de radiants.

Une première étape a permis de définir la configuration optimale de radiant pour obtenir la plus grande surface possible au sol couverte par la plage de températures cibles. La seconde étape a permis d'évaluer l'effet du lieu d'éclosion et de la souche sur le taux et la cinétique d'éclosion, la qualité et le poids des poussins. L'intérêt de la présence d'eau avec ou sans d'aliment a également été examiné pour les poussins éclos en bâtiment.

1. MATERIELS ET METHODES

1.1. Test de configuration des radiants

4 séries de test ont été réalisées pendant 12h, successivement dans la même salle (pré-chauffée 48h et ventilée) (EASM, INRAE, Saint Pierre d'Amilly). Pour chaque série, 2 radiants de 5kW (Sol'Air de Systel) étaient placés à 2,2 m du sol et espacés de 2,5 m l'un de l'autre. Au sol, sur une litière paille, des œufs de consommation étaient positionnés sur des alvéoles, en croix sous les radiants (Figure 1). 25 thermo-boutons posés à la surface des œufs et espacés régulièrement de 50 cm ont enregistré la température ambiante, toutes les 10 sec pendant 12 heures, pour chaque série. Les capteurs étaient placés de manière à obtenir une cartographie des gradients de température au sol.



Figure 1. Photographie du dispositif d'essai

Les critères qui différaient entre les séries étaient : le placement de la sonde de régulation des radiants (placée sur les œufs), la température de consigne et la plage de chauffage (Tableau 1). Afin d'extrapoler une cartographie complète de la température de l'air au niveau des œufs, à partir de nos mesures de température, un ajustement mathématique a été réalisé. La fonction suivante a été sélectionnée comme celle permettant un meilleur ajustement des données :

$$T_{air_sol}(x,y) = \frac{a}{b(x^2 + y^2) + h}$$

Avec a et b , les paramètres à estimer et h la hauteur du radiant. Enfin, à l'aide de cet ajustement, la projection au sol de la zone de températures de l'air comprises entre 32 et 34.5 °C (besoin thermique des embryons) est représentée (Figure 3b). La magnitude de fluctuation est calculée comme la moyenne des écarts types observés dans le temps pour tous les capteurs.

1.2. Test d'éclosion avec les souches croissance rapide et croissance lente

1.2.1. Œufs à couvrir et modalités d'éclosion

Pour chaque souche, les œufs à couvrir (OAC) mis à éclore au couvoir ou en bâtiment, étaient pondus le même jour par le même troupeau de reproducteurs et stockés dans les mêmes conditions. Les conditions pré-incubation étaient proches pour les OAC des deux souches : i) réception de 250 OAC de Ross 308, issus de reproductrices âgées de 36 semaines et stockés 10j et ii) réception de 250 OAC de Hubbard JA657, pondus par des reproductrices âgées de 31 semaines et stockés 8j. Tous les œufs ont été stockés au même endroit, dans les mêmes conditions et ils ont tous été mis en incubation

en même temps dans le même incubateur. Tous les œufs ont été identifiés et pesés individuellement et les OAC déformés, fêlés ou sales ont été retirés avant mise en incubation. Deux mirages ont eu lieu à I7 et I18 pour retirer les œufs clairs et les embryons morts. A I18, pour chaque souche, 150 œufs ont été placés sur 3 alvéoles (One2born, 2021) et affectés au groupe éclosion à la ferme et le reste des œufs était affecté au groupe éclosion au couvoir. Les œufs ont été répartis de manière à avoir des poids moyens et écartypes équivalents entre les plateaux One2born et ceux du couvoir, intra-souche. Les œufs du groupe éclosion à la ferme ont été placés dans un parquet circulaire (Figure 4b) divisé en 4 sections : 1/ 50 OAC de Ross 308 recevant uniquement de l'eau *ad libitum* 2/ 100 OAC de Ross 308 recevant de l'eau + de l'aliment *ad libitum* 3/ 50 OAC de JA657 recevant uniquement de l'eau *ad libitum* 2/ 100 OAC de JA657 recevant de l'eau + de l'aliment *ad libitum*. L'air entrant était pré-chauffé (20°C) pour limiter les retombées d'air froid, notamment la nuit. Le radiant était installé à 2,2 m de hauteur, la sonde posée sur les œufs, en milieu d'alvéole, à environ 55 cm de l'aplomb avec une consigne de 35°C et une plage de 1°C (mise en chauffe 48h avant installation des œufs). Aucun dispositif n'a permis de modifier l'hygrométrie de l'air. La ventilation était thermorégulée et la lumière était allumée en continu (50 lux) dès l'installation des OAC dans le bâtiment. Les œufs du groupe couvoir étaient placés dans les paniers d'éclosion, selon la procédure standard.

1.2.2. Mesures et observations

Avant éclosion, la température de l'air était enregistrée en continue à l'aide de thermo-boutons posés sur les œufs et la température de surface des coquilles de 6 OAC/alvéole (2 en position proche, intermédiaire et éloignée de l'aplomb du radiant) était mesurée 3 fois par jour, avec un thermomètre de contact infra-rouge. A environ 519h d'incubation, tous les poussins ont été pesés individuellement et leur qualité a été notée. Il s'agit d'une évaluation visuelle de l'état physique et d'activité du poussin, selon une grille de notation adaptée de la grille de Tona (2003). Douze indicateurs ont été notés puis sommés pour obtenir un score total de qualité sur 110 points. Pour les œufs non éclos, leur nombre et emplacement ont été notés et ils ont été cassés pour déterminer les causes de mortalité. Le suivi des animaux ne s'est pas poursuivi au-delà de l'éclosion.

2. RESULTATS ET DISCUSSION

2.1. Tests de configuration des radiants

Les modalités d'essai de chaque série, les surfaces de température ambiante optimale (32-34,5°C, en vert dans la figure 3b) et zone dans laquelle la température ambiante a fluctué de $\pm 0,5^\circ\text{C}$ (en jaune dans la figure 3b) par rapport aux valeurs optimales sont présentés dans le tableau 1, ci-dessous :

Série	1	2	3	4
Hauteur radiant (m)	2,2	2,2	2,2	2,2
Température de consigne (°C)	34	34	34	34
Distance sonde de l'aplomb (cm)	45	45	65	65
Plage de chauffage (°C)	0,4	1	0,4	1
Surface de température optimale (m²)	7,48	8,60	8,23	9,00
Surface de température variable (m²)	2,38	2,76	3,86	2,78

La configuration optimale des radiants qui a permis le compromis d'obtenir une grande surface au sol de température optimale, sans avoir une trop grande zone de surchauffe à l'aplomb (surconsommation de chauffage et difficulté de placement des œufs) est un radiant placé à 2,2m de hauteur, une sonde placée à 45 cm de l'aplomb avec une plage de chauffage de 1°C. Une représentation de la distribution des températures au sol est illustrée en figures 3.

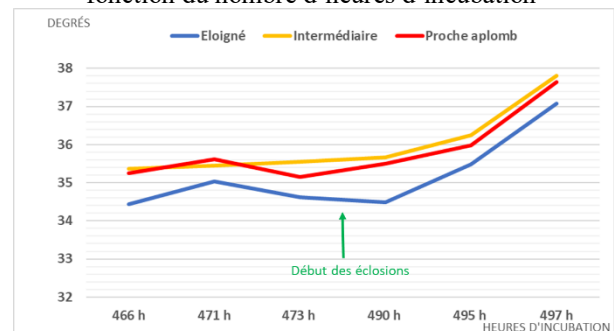
2.2. Test d'éclosion

Pour chaque souche, 2 OAC/250 ont été éliminés avant mise en incubation (MEI), ils étaient fêlés, sales ou déformés. En cours d'incubation, 12 autres OAC ont été retirés pour les JA657 (4 clairs et 8 morts) et 5 autres OAC ont été retirés pour les Ross 308 (3 clairs et 1 mort). A I18, 150 OAC de JA657 et 150 OAC de Ross 308 ont été placés dans la salle d'élevage sous le radiant et 86 OAC de JA657 et 94 OAC de Ross 308 ont été placés en éclosoir.

2.2.1. Température de surface des œufs

La température de surface des œufs était équivalente entre les 2 souches quel que soit le moment de la mesure (en moyenne 35,72°C pour les JA657 et 35,76°C pour les Ross 308 ; $p>0,05$). En revanche, on note que les œufs les plus éloignés de l'aplomb sont significativement plus froids que les œufs situés à proximité ou en zone intermédiaire (35,29 vs 35,96°C – $p=0,0062$; Figure 2). Indépendamment de la souche et de l'emplacement des œufs sur les alvéoles, la température de surface des œufs augmente juste avant l'éclosion.

Figure 2. Température de surface des OAC (°C) en fonction du nombre d'heures d'incubation



2.2.2. Performances d'éclosion

Le taux d'éclosion des embryons viables à I18 était très élevé et équivalent entre les souches et entre les lieux

d'éclosion ; pour les JA657, 99,3 vs 98,8% et pour les Ross 98,7% vs 98,9% respectivement en élevage et au couvoir. L'éclosion des Ross 308 a débuté avant celle des JA657 (479h post incubation (PI) vs 482j PI) et a été plus rapide. Le fenêtre d'éclosion des Ross 308 était de 29h alors que celle des JA657 était de 35,5h (Figure 4c), seulement les 80% d'éclosion sont atteints presque au même moment (501h PI pour les Ross 308 et 502h PI pour les JA657). Les éclosions sont homogènes sur toutes les alvéoles, ce qui signifie que la température produite par le radiant a permis d'achever le développement embryonnaire dans de bonnes conditions. La casse des œufs non éclos a révélé des poussins non viables avec un vitellus externe.

2.2.3. Poids des œufs et des poussins

Comme attendu, nos résultats ont montré que les poids des œufs et des poussins étaient supérieurs chez les Ross 308 (59,4g vs 56,0g) que chez les JA657 (42,8g vs 38,4g respectivement pour les Ross et les JA657). Le poids des poussins éclos en bâtiment est significativement supérieur à ceux éclos en éclosoir, indépendamment de la souche (Figure 5a). Ce résultat s'explique par le fait que les poussins éclos en bâtiment ont un accès immédiat à l'eau (et l'aliment) comme le suggèrent plusieurs auteurs (Gonzales et al., 2003 ; Van de Ven et al., 2009 ; van de Ven et al., 2011 ; de Jong et al., 2019), mais aussi par la déshydratation possible des poussins qui attendent dans l'éclosoir (Fairchild et al., 2006). L'écart de poids individuel entre les poussins éclos en bâtiment et ceux éclos au couvoir est plus marqué chez les Ross 308 (+1,9g) que chez les JA657 (+1,1g). Ce résultat peut s'expliquer par une consommation d'aliment plus importante chez les Ross 308. En effet, les poussins Ross ayant accès à l'eau et l'aliment dès leur naissance ont un poids vif individuel significativement supérieur de 2g, alors que pour les JA657, le poids est identique, que les poussins aient accès à de l'aliment solide (38,9g) ou non (38,7g - Figure 5b). Plusieurs hypothèses complémentaires peuvent être émises : les poussins Ross 308 étant nés plus tôt que les JA657, ils ont eu plus de temps pour consommer de l'aliment ; les Ross 308 ont des besoins énergétiques supérieurs qu'ils ont satisfait en consommant une plus grande quantité d'aliment stimulant ainsi très rapidement leur métabolisme et leur croissance. Un contrôle des jabots des poussins au moment de la pesée aurait permis de savoir s'ils avaient tous consommés de l'aliment.

2.2.4. Qualité des poussins

Le score global de qualité des poussins est très élevé (≈moyenne de 101/110) et est significativement plus élevé pour les JA657 (102,5) que pour les Ross 308 (100,9), principalement expliqué par leur meilleure note sur les indicateurs d'activité (posture, éveil). Pour les JA657, le score de qualité est équivalent entre les poussins éclos en couvoir ou élevage. En revanche, pour les Ross 308, les poussins éclos en bâtiment ont une meilleure apparence et ont moins de marque de déshydratation, ce qui induit un score de qualité de poussin (101,8) significativement meilleur que ceux éclos au couvoir (99,5). Indépendamment de la souche, la distribution d'aliment (102,4) permet d'avoir des poussins significativement plus actifs et donc avec un score global de qualité supérieur à la seule mise à disposition d'eau (100,7). Des études antérieures ont mis en évidence une diminution de la qualité des poussins éclos à la ferme car ils présentaient plus de problèmes au niveau du nombril et des tarsi (de Jong et al., 2019). Notre étude n'a pas révélé de différence entre groupe pour la cicatrisation de l'ombilic, mais les notes de tarsi étaient légèrement plus basses pour les poussins éclos à la ferme (4,3 vs 4,7), pour les 2 souches confondues. L'hypothèse évoquée est que le microclimat autour des œufs (température) est plus difficile à contrôler dans un environnement d'élevage qu'au couvoir (de Jong et al., 2019).

CONCLUSION

L'éclosion à la ferme est possible dans des bâtiments équipés de radiants. Il est important de rappeler que le bâtiment doit être étanche, avec un circuit d'air maîtrisé (sans retombée d'air froid sur les œufs). Dans ces conditions, il est nécessaire de placer le radiant à une hauteur suffisante (2.2m) pour ne pas exposer les œufs à une température trop importante. De plus, la sonde de régulation doit être placée sur les alvéoles à environ 40 cm de l'aplomb et la plage de chauffage doit être de 1°C. Dans ces conditions, les taux d'éclosion observés au sol sont comparables à ceux de l'éclosoir, et ce pour des poulets de souches à croissance rapide et lente. L'accès précoce à l'aliment a induit un poids des poulets à croissance rapide supérieur et une qualité de poussins améliorée pour les deux souches. Ces premiers résultats sont intéressants, mais une évaluation des effets à long terme de cette nouvelle pratique d'élevage reste à réaliser.

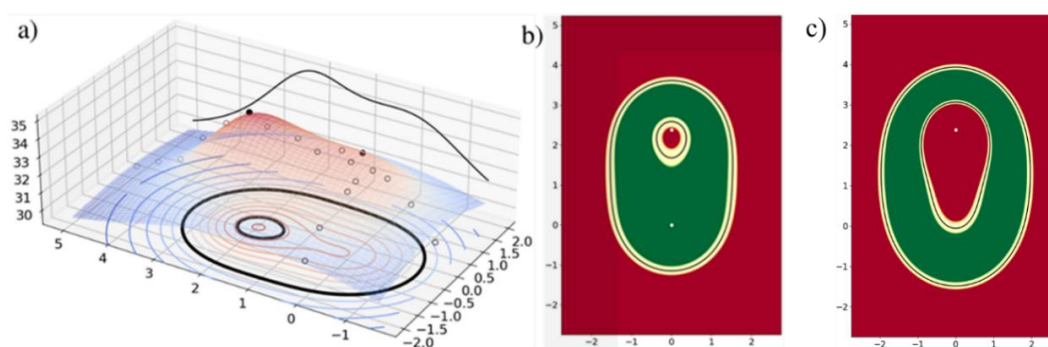
REMERCIEMENTS : Cette étude conduite dans le cadre du projet Carnot F2E Chickboom (2020/2022) et inscrite dans le programme de l'UMT BIRD

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

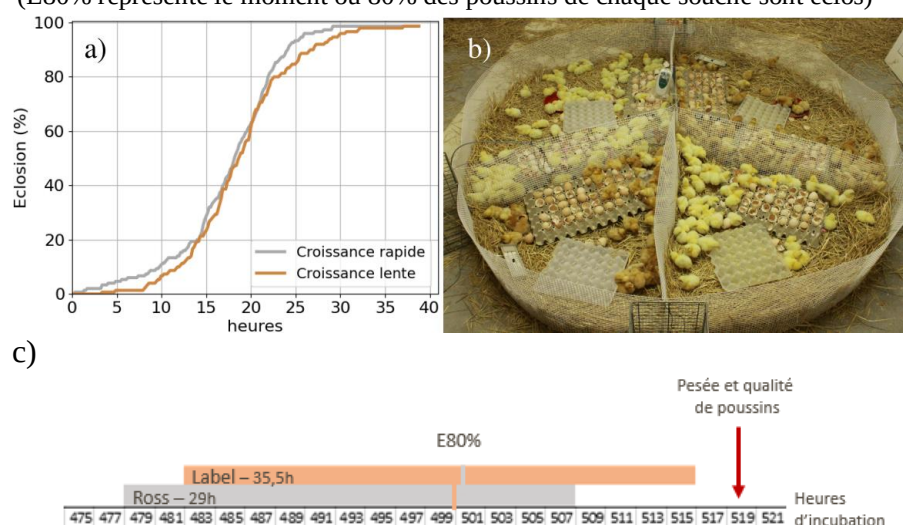
- Careghi, C., K. Tona, O. Onagbesan, J. Buyse, E. Decuyper, and V. Bruggeman. 2005. *Poult. Sci.* 84:1314–1320.
 de Jong I.C., Gunnink H., van Hattum T., van Riel J.W., Raaijmakers M. et al., 2019. *Animal*,13:6, 1269–1277.
 de Jong, I.C., van Riel J.W., Bracke M.B.M., van den Brand H., 2017. *Plos One* 12:20.
 Fairchild BD, Northcutt JK, Mauldin JM, Buhr RJ, Richardson LJ et al., 2006. *J. Appl Poult Res.* 15, 538–543.
 Gonzales E, Kondo N, Saldanha E, Loddy MM, Careghi C and Decuyper E., 2003. *Poult. Sci.* 82, 1250–1256.
 Hollemans, M.S., de Vries, S., Lammers, A., Clouard, C., 2018. *Poult. Sci.* 97, 2534–2542.
 Lamot, D. M., I. B. van de Linde, R. Molenaar, C. W. van der Pol, P. J. et al., 2014. *Poult. Sci.* 93:2604–2 614.
 One2Born, n.d., <http://www.one2born.com/en/> (accessed 31 January 2021).

Panda, A. K., S. K. Bhanja, and G. Shyam Sunder. 2015. *Worlds Poult. Sci. J.* 71:285–296.
Tona K, Bamelis F, De Ketelaere B, Bruggeman V, Moraes VM, Buyse J, et al., 2003. *Poult Sci.*;82(5):736-41.
van de Ven, L. J. F., A. V. Van Wagenberg, P. W. G. Groot Koerkamp, et al., 2009. *Poult. Sci.* 88:2273– 2279.
van den Brand, H., R. Molenaar, I. van der Star, and R. Meijerhof. 2010. *Poult. Sci.* 89:716–720.
Van Meirhaehe H., 2021. Conférence Elo Santé Nutrition 2021, Edition du Boisbaudry, 10/12/21.
Willemssen, H., M. Debonne, Q. Swennen, N. Everaert, C. et al., 2010. *World Poult. Sci. J.* 66:177–188.

Figures 3. Modélisation des températures pour la série 2 : a) Ajustement du modèle $T_{air_sol}(x, y)$ sur les observations, les points noirs pleins représentent l'emplacement des radiants. b) Projection au sol de la zone de confort (vert, 8.6 m²) et zone de température plus variable (jaune, 2.76 m²) et pour la série 4 : c) Projection au sol de la zone de confort (vert, 9,00 m²) et zone de température plus variable (jaune, 2.78 m²)



Figures 4. a) Dynamiques d'éclosion pour chaque souche, le t_0 correspond à l'éclosion du premier poussin, b) Poussins éclos dans les parquets c) fenêtre d'éclosion pour chaque souche en fonction du nombre d'incubation (E80% représente le moment où 80% des poussins de chaque souche sont éclos)



Figures 5. Poids des poussins à l'éclosion, pour chaque souche, a) selon le lieu d'éclosion b) selon les modalités d'alimentation des poussins éclos en bâtiment

