



L'acclimatation embryonnaire à la chaleur modifie à long terme la thermorégulation, la physiologie et l'expression des gènes chez le poulet de chair

Anne COLLIN

*Equipe Métabolisme des Oiseaux, Croissance et Adaptation
INRA, UR83 Recherches Avicoles
F-37380 Nouzilly, France*

*Jeudis de la WPSA
Rennes, 27 mars 2014*



Comment améliorer la robustesse des volailles de chair?

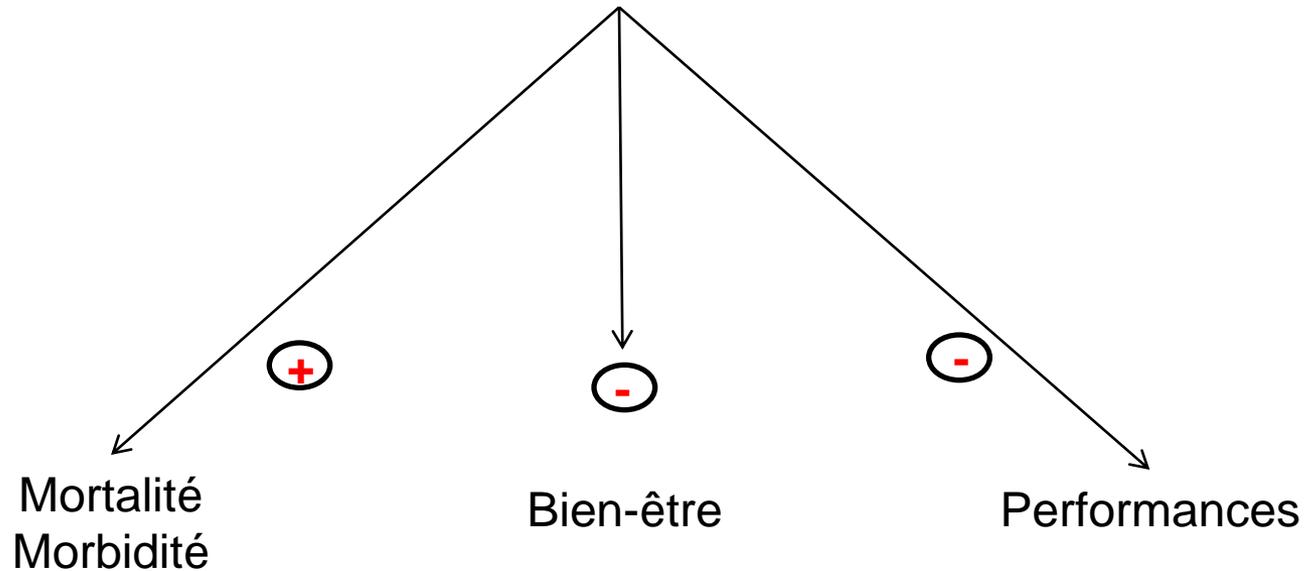
- Agir quand les **mécanismes de régulation sont encore « plastiques »** : thermorégulation, réponse au stress... (Tzschentke et al., 2007)
- Les **périodes embryonnaire et postnatale** sont des fenêtres privilégiées (Yahav et al. 2009)
- Les manipulations pendant la période périnatale ont des conséquences à long terme sur le bien-être, la capacité d'adaptation, la santé des animaux...
Ex: conditions d'incubation, stress au démarrage du poussin...

Application à la tolérance à la chaleur du poulet de chair?
Quels mécanismes sont impliqués?

Contexte agronomique

Poulets de chair: Capacités limitées à supporter des températures élevées

Climats chauds / Vagues de chaleur



France: 5.5 millions de volailles en 2003 → 44 Millions € (Amand et al., 2004)

Vénézuela: 10% des mortalités en finition dues à la chaleur (Lozano et al., 2006)

Contexte scientifique

Effets physiologiques d'une exposition à la chaleur chez le poulet

Thermorégulation: balance entre pertes et production de chaleur, régulation neuro-endocrine

Hyperthermie: la récupération est compromise si $T_i > 44$ C (Yahav et al., 2011)

Production de chaleur

- Diminution de la consommation d'aliment (Géraert et al. ,1996)
- Diminution de la concentration plasmatique en T_3 (Decuyper et al., 1989)

Contexte scientifique

Effets physiologiques d'une exposition à la chaleur chez le poulet

- Hyperventilation et modifications des paramètres sanguins:

Alcalose respiratoire (Teeter et Smith, 1986)

Modification des concentrations ioniques circulantes

- Marqueurs de stress

Pic de corticostérone plasmatique (Piestun et al., 2008)

↗ Ratio Hétérophiles/Lymphocytes sanguin (Altan et al., 2000)

Stress oxydatif (Mujahid et al., 2009)

Alternatives pour atténuer ces altérations physiologiques au chaud?

Nutritionnelles, génétiques, techniques...

Stratégie: acclimatation périnatale à la chaleur

- **Acclimatation postnatale**; 24h à 37.5-38°C à j3 ou j5 (Yahav et Mc Murtry, 2001; De Basilio et al., 2001) : difficile à appliquer

- **Acclimatation embryonnaire**

10 ans de recherches pour trouver des conditions favorables sur poulet de chair:
Durée, intensité, période, âge des parents... (Collin et al., 2011)

Piestun et al., 2008:

12h/j 39,5 C, 65% HR des j 7 à 16 d'embryogenèse (Cobb 500 en cages)

Éclosabilité et croissance maintenues

**Acquisition d'une thermotolérance : 50% de
baisse de mortalité à 35 C à 35j**

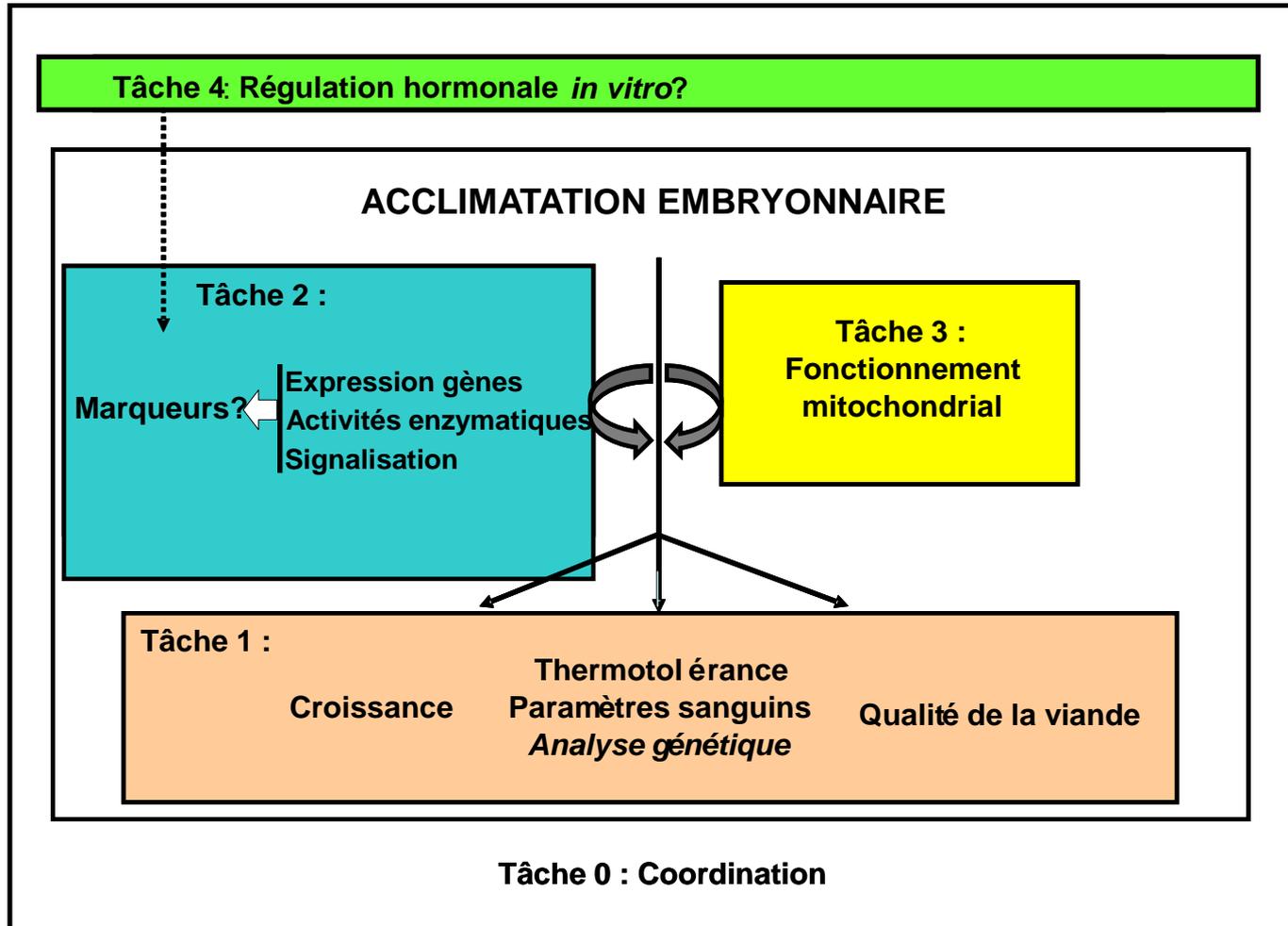
Température interne plus basse

Consommation d'O₂ des embryons réduite

**Diminution de la
production de chaleur?**

Acclimatation embryonnaire la chaleur

Projet ANR JCJC Thermochick (2009-2013)



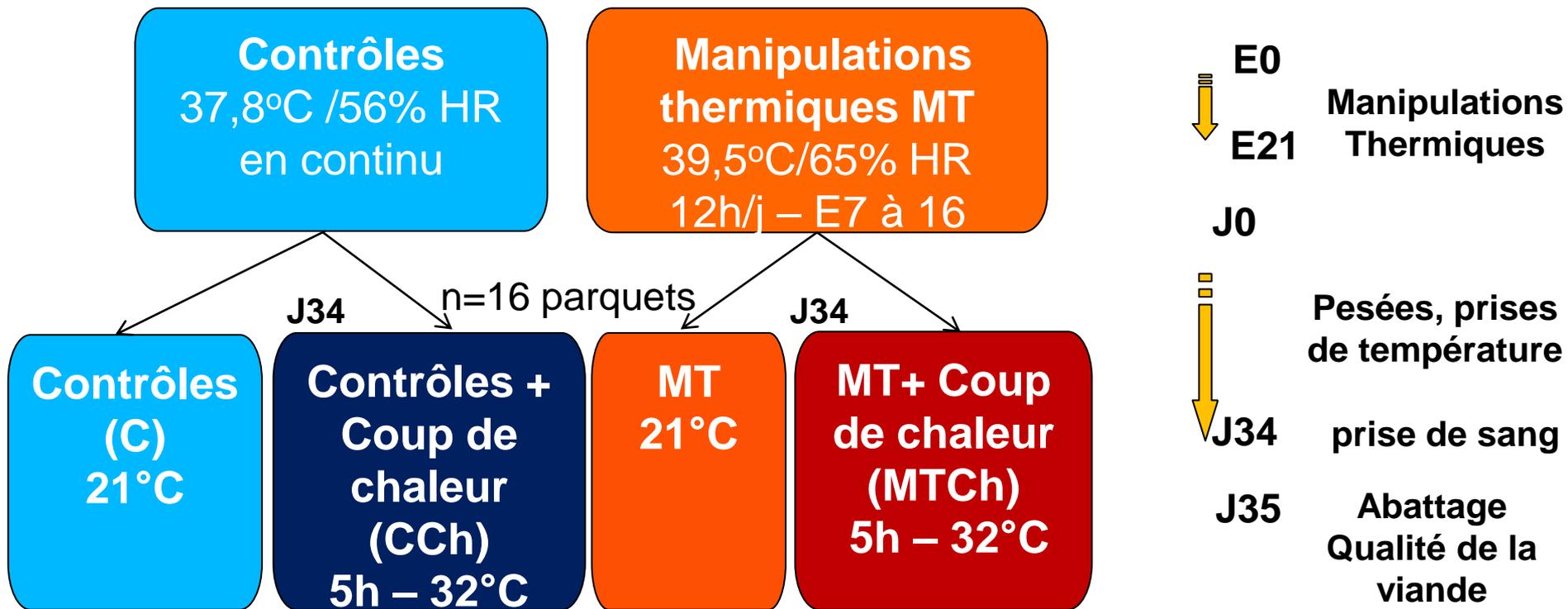
A. Collin
S. Mignon-Grasteau
S. Métayer-Coustard
C. Praud
C. Hennequet-Antier
C. Berri

S. Yahav

Thèse de
Thomas Loyau

Protocole expérimental

1000 œufs Cobb 500 / 2 exp successives

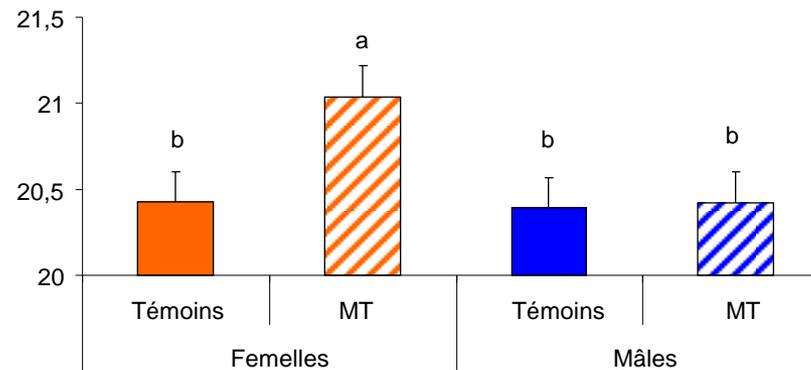


Resultats: Performances et paramètres physiologiques

	Contrôles	MT	Effet MT
Eclosabilité (% œufs fertiles)	86,13	83,19	NS
Poids vif j28 (g)	1525 ± 14	1534 ± 14	NS
Indice de consommation j0-j28 (g/g)	1,49 ± 0,02	1,47 ± 0,02	NS
Poids vif j35 (g)	2185 ± 19	2156 ± 19	$P < 0.05$

Rendement en filet
j35, %

Loyau et al., 2013



% Gras abdominal j35

Traitement		P-value	sexe		P-value
Contrôles	MT		Femelles	Mâles	
2,04a	1,88b	< 0,05	2,10A	1,74B	< 0,001

- Température interne plus faible chez les TM jusqu'à j28

- Analyse génétique

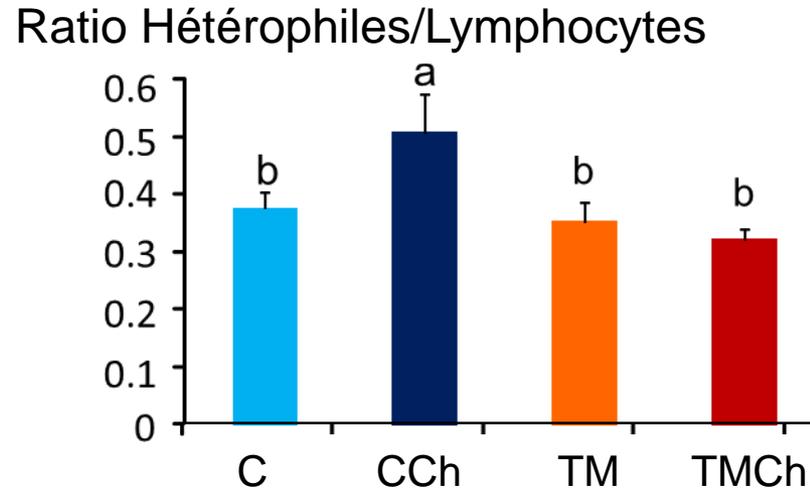
Item	Héritabilité (h ²)
PV j35	0,40 ± 0,09
Rendement muscle pectoral	0,29 ± 0,09
% Gras abdominal	0,21 ± 0,06
Température de crête j 34 à 21°C	0,12 ± 0,08
Température de crête j 34 à 32°C	0,33 ± 0,19
T3/T4 j 28	0,17 ± 0,09

Loyau et al., 2013

Utilisation d'une caméra infra-rouge pour mesurer les températures de surface

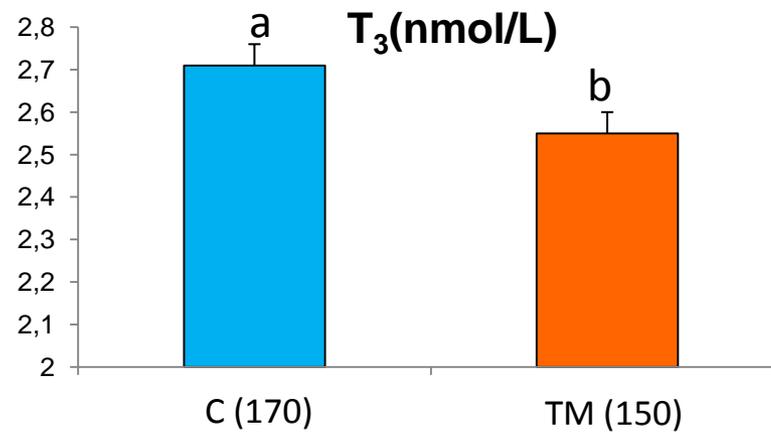
Physiologie: paramètres sanguins

- Modifications de la physiologie respiratoire même à 21°C : saturation en O₂ plus élevée et pCO₂ plus faible
- Marqueur de stress pendant le coup de chaleur



Résultats : Axe thyroïdien

J 28



Modification du métabolisme énergétique chez les TM?

- **Diminution de l'expression de gènes régulant l'activité mitochondriale dans le muscle**
- **Modération des effets du coup de chaleur sur l'expression de certains gènes?**
- **Foie: diminution de l'activité citrate synthase MT (Krebs)**

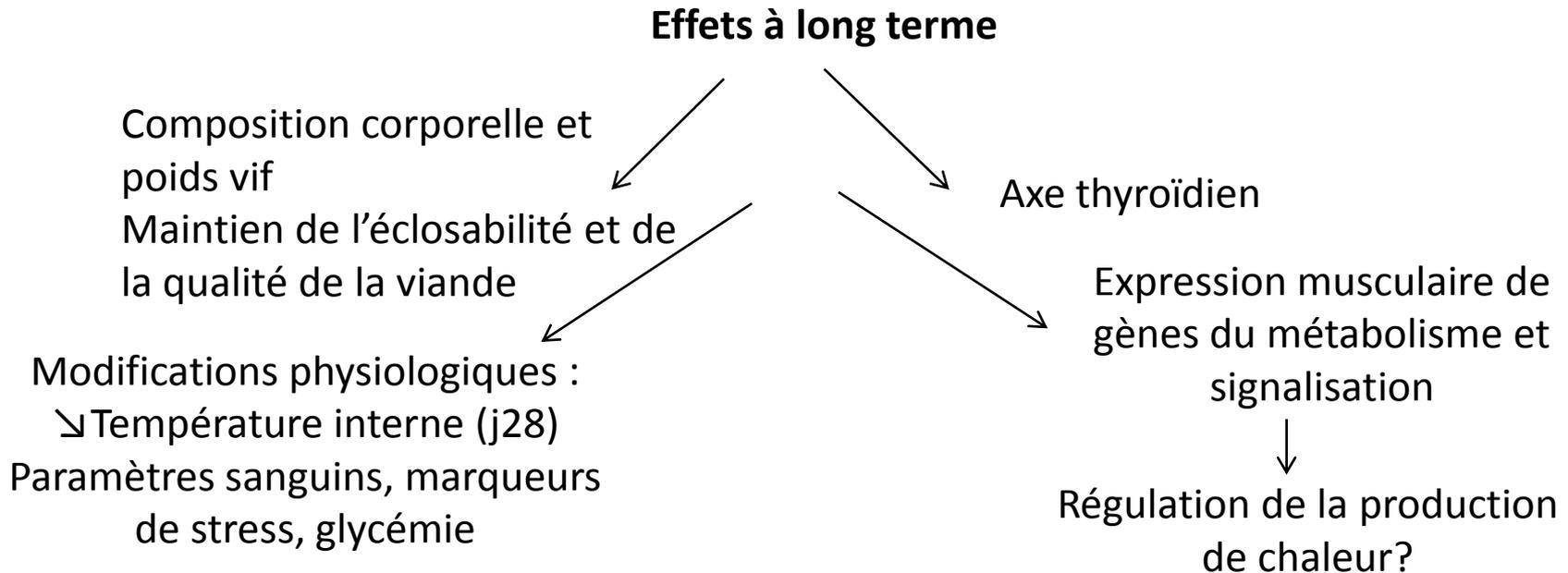
Résultats: Analyse transcriptomique dans le muscle

Puces Agilent

- Pas de gènes différentiellement exprimés entre TMCh et CCh (variabilité)
- Six fois plus de gènes sont différentiels en réponse au coup de chaleur chez les MT que chez les témoins:
 - Métabolisme
 - Vascularisation
 - Réponse au stress
 - Mécanismes épigénétiques

Conclusions et perspectives

Manipulations thermiques embryonnaires



Meilleure capacité d'adaptation aux températures élevées

Autres mécanismes?

Modification de la vascularisation et de la réponse au stress?

Régulations épigénétiques sous-jacentes?
(Yossifoff et al., 2008)
Effets transgénérationnels?

Projet EpiTherm (INRA PHASE-GA)

Méthylome sur poulets acclimatés pendant l'embryogenèse (MT) ou témoins (animaux extrêmes): Coustham, Pitel et al. (non publié)

- **Nécessité de contrôler les paramètres de pré-incubation, d'incubation et la phase de démarrage** : effets à long terme sur la physiologie, l'expression des gènes...

Mécanismes épigénétiques impliqués?

(chromatine, méthylation, modifications d'histones...)

- **Conditions d'élevage des reproducteurs?**

Nutrition, température d'élevage... (Bertin et al., 2013; Calini et Sirri, 2007; van der Waaij et al., 2011)

- Nouveaux **critères pour la sélection** à valider
température de surface...?
- **Nécessité d'évaluer globalement** :

L'acclimatation embryonnaire au chaud

L'acclimatation embryonnaire au froid

(Shinder et al., 2011; Aksit et al., 2013) / démarrage du poussin?

Amélioration de la robustesse? Diminution des coûts?

Consommation d'énergie/eau/aliment, éclosabilité et performances, santé et bien-être, tolérance au froid et au chaud, qualité du poussin, de la viande, faisabilité...

Remerciements

INRA UR83 Recherches Avicoles

T. Loyau
S. Mignon-Grasteau
S. Métayer-Coustard
C. Praud
C. Berri
C. Hennequet-Antier
M.J. Duclos
S. Tesseraud
V. Coustham
N. Rideau
P. Chartrin
N. Couroussé

S. Crochet
E. Cailleau-Audouin
T. Bordeau
E. Godet
E. Baéza
M. Leduc
L. Bedrani
M. Sannier
M. Chabault
J. David
M. Bergès

INRA UE Pôle d'Expérimentation Avicole de Tours

F. Mercierand, J. Delaveau, H. Rigoreau et al.

INRA GenPhySE/GeT: F. Pitel, D. Esquerré, C. Noirot, G. Salin, S. Leroux

INRA GABI: T. Zerjal, P. Martin, M; Moroldo, J. Lecardonnel

INRA PEGASE/Agrocampus: S. Lagarrigue

KU Leuven: N. Everaert

ARO Volcani Center: S. Yahav

Agence Nationale de la Recherche

Projet « Jeunes Chercheuses et Jeunes Chercheurs » ANR-09-JCJC-0015-01

Project THERMOCHICK



Merci de votre attention!