

Le potentiel des acides aminés administrés *in ovo* à réduire l'impact du stress thermique sur le poulet de chair en phase de finition

NABEEL ALNAHHAS¹, MOUSTAFA YEHIA¹, JEAN-MICHEL ALLARS PRUS²,
VÉRONIQUE OUELLET¹

¹Département des Sciences Animales, Faculté des Sciences de l'Agriculture et de l'Alimentation, Université Laval, Québec G1V 0A6, QC, Canada

²Couvoir Scott, Scott G0S 3G0, QC, Canada

Nabeel.alnahhas@fsaa.ulaval.ca

Mots clés : Poulet de chair, Alimentation *in ovo*, Acides aminés, thermo-tolérance, hyperthermie

Introduction

Les souches commerciales de poulet de chair à croissance rapide, largement utilisées en production avicole, sont issues d'un processus de sélection génétique intensive visant à améliorer leur taux de croissance, leur efficacité alimentaire ainsi que leur rendement en viande (Zuidhof et al., 2014). Or, l'amélioration de ces caractéristiques d'intérêt économique a été associée à de multiples changements physiologiques, y compris l'augmentation du taux métabolique et de la production de chaleur corporelle (Nascimento et al., 2017). Les oiseaux, y compris l'espèce *Gallus gallus domesticus* à laquelle appartiennent les souches de poulet de chair à croissance rapide sont des homéothermes ce qui signifie qu'ils sont uniquement capables de réguler leur température corporelle dans une plage de variation très étroite (Yahav et al., 2005). Par conséquent, quand ils sont exposés à des températures ambiantes élevées, leur température corporelle peut rapidement dépasser la normale physiologique. Cette condition, connue sous le nom de stress thermique, est associée à une série de conséquences négatives, tant sur les performances que sur le bien-être des oiseaux. En effet, le stress thermique peut entraîner une diminution de la croissance, une baisse de la consommation alimentaire, une altération de la qualité de la viande, ainsi que des problèmes de santé tels que la mortalité (Wasti et al., 2020). L'absence de glandes sudoripares dans leur peau (Pass, 1989) et le pouvoir isolant important de leur plumage limitent considérablement la capacité des poulets de chair à dissiper leur chaleur corporelle dans l'environnement ce qui augmente leur vulnérabilité face à la chaleur (Malila et al., 2021).

Dans le contexte des changements climatiques et de l'augmentation des températures de surface, les particularités physiologiques et biologiques des volailles ainsi que la poursuite des efforts d'amélioration génétique mettent les poulets de chair à un risque de stress thermique de plus en plus important. Cela peut entraîner des pertes économiques pour les éleveurs et pour la filière surtout pendant les périodes de chaleur estivale extrême. Par conséquent, la gestion efficace de la chaleur est cruciale pour garantir des conditions optimales d'élevage et le bien-être des poulets de chair. Actuellement, les stratégies utilisées par les producteurs et productrices afin de réduire l'impact du stress à la chaleur sur les poulets de chair sont basées sur la gestion de l'environnement de l'élevage (i.e., les systèmes de ventilation et de refroidissement) ainsi que sur des interventions nutritionnelles (e.g., vitamines, électrolytes et autres). Les stratégies basées sur l'amélioration de la tolérance à la chaleur chez le poulet de chair peuvent compléter les stratégies utilisées actuellement et réduire encore davantage l'impact du stress à la chaleur sur la production de poulet de chair. Ici, nous proposons une approche d'alimentation précoce dans laquelle des acides aminés ayant un effet hypothermique et un effet antioxydant sont injectés dans l'œuf pendant la dernière phase du développement embryonnaire. Notre hypothèse de recherche est qu'en limitant l'augmentation de la température

corporelle et qu'en limitant le stress oxydatif induit par la chaleur, ces acides aminés permettraient aux poulets de chair de mieux résister au stress thermique plus tard dans le cycle d'élevage.

Méthodologie

Un total de 1400 œufs d'incubation a été obtenu d'un troupeau de reproducteurs de la souche Ross 308 âgés de 60 semaines. Ces œufs ont été incubés jusqu'au 18^e jour de développement embryonnaire dans des conditions optimales d'incubation sans aucune manipulation. Au 18^e jour d'incubation, ces œufs ont été aléatoirement répartis en cinq groupes expérimentaux ($n = 280$ œufs par groupe) : **1**) un groupe témoin (**CTRL**) qui a été injecté uniquement de 52 µl de diluant stérile, **2**) un groupe qui a été injecté de 52 µl de diluant stérile contenant 1.0 mg de l'acide aminé L-Leucine par œuf (**L**), **3**) un groupe qui a été injecté de 52 µl de diluant stérile contenant 0.45 mg de L-Leucine et 1.15 mg de L-Méthionine par œuf (**L+M**), **4**) un groupe qui a été injecté de 52 µl de diluant stérile contenant 3.0 mg de L-Méthionine et 2.0 mg de L-Cystéine par œuf (**M+C**) et **5**) un groupe qui a été injecté de 52 µl de diluant stérile contenant 0.4 mg de L-Leucine, 1.15 mg de L-Méthionine et 1.6 mg de L-Cystéine (**L+M+C**) par œuf. Ensuite, les œufs injectés des différents traitements ont été replacés dans l'incubateur au couvoir. À l'éclosion, les poussins de chaque traitement ont été sexés et transportés au Centre de recherche en Science Animale de Deschambault (CRSAD) où ils ont été placés dans un poulailler expérimental. Ce poulailler était divisé en deux sections de 25 cages chacune ($n = 5$ cages par groupe et par section): une section désignée **TN** dans laquelle les conditions de température ambiante et d'humidité relative étaient celles de la thermoneutralité (i.e. conditions qui permettent à l'animal de maintenir une température corporelle stable sans dépenses énergétique; 24°C, 45%), une autre section désignée **ST** dans laquelle un stress thermique sévère a été induit à partir du jour 29.

Entre la mise en place des poussins et le 28^e jour d'élevage, les conditions environnementales de températures et d'humidité relative dans les deux sections du poulailler étaient basées sur les recommandations du guide d'élevage de la souche Ross 308 (i.e., conditions optimales). Le programme de stress thermique a été appliqué uniquement dans la section **ST** du poulailler entre les J29 et J34, période pendant laquelle les poulets de chair sont les plus sensibles à la chaleur (Andretta et al., 2021). Afin de simuler les changements de température entre le jour et la nuit, un programme cyclique de stress thermique a été utilisé. Ce programme consistait à augmenter la température ambiante à 34°C et l'humidité relative à 60 % de 8h00 à 16h00 quotidiennement jusqu'à la fin de l'expérience (i.e., une semaine de stress).

Les paramètres de performances zootechniques, y compris le poids corporel et la consommation alimentaire ont été mesurés au J10, J21 et J35 alors que la mortalité a été enregistrée au quotidien. De plus, la température corporelle des oiseaux a été mesurée à l'aide d'une caméra thermique infrarouge dans les deux sections du poulailler sur trois oiseaux par cage ($n = 30$ oiseaux par traitement) pendant la période de stress à la chaleur afin de déterminer l'effet des traitements sur ce paramètre physiologique primordial dans un contexte de stress thermique. L'utilisation de la thermographie infrarouge afin de déterminer la température corporelle des oiseaux est basée sur des données de la littérature démontrant une relation linéaire forte et positive entre la température faciale et la température rectale des oiseaux (Bloch et al., 2020). À la fin de la période d'élevage, des échantillons de sang ainsi que de foie ont été prélevés de six mâles et de six femelles par groupe expérimental dans les deux sections du poulailler afin de déterminer l'effet des traitements sur l'oxydation des lipides, un indicateur du stress oxydatif. L'oxydation des lipides a été mesurée par la méthode de l'index des substances réactives à l'acide thiobarbiturique (TBARS) selon la procédure décrite par Sammari et al. (2023).

Les données de performances zootechniques, de température faciale ainsi que d'oxydation des lipides ont été analysées en utilisant un modèle linéaire à effets mixtes. Ce modèle incluait le traitement *in ovo* et le sexe et leur interaction comme effets fixes alors que l'effet du bloc ainsi que celui de la cage intra-bloc ont été considérés comme effets aléatoires. Pour les données collectées pendant la période de stress thermique, un effet de conditions expérimentales (**TN** vs **ST**) a également été incorporé dans le modèle comme effet fixe afin de déterminer l'effet du stress thermique sur les différents paramètres mesurés. Le seuil de significativité des effets ainsi que des tests de comparaison des moyennes a été fixé à $P < 0.05$. Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel R.

Résultats

L'impact des traitements *in ovo* sur le poids corporel était statistiquement significatif ($P < 0,001$) à la fin de la période de démarrage au J10. Les oiseaux des traitements M+C et L+M+C avaient un poids corporel plus élevé comparativement aux autres groupes expérimentaux incluant le groupe témoin ($269,5 \pm 6,42$, $267,4 \pm 6,42$, $270,9 \pm 6,42$, $279,8 \pm 6,42$ et $281,5 \pm 6,42$ g pour CTRL, L, L+M, M+C et L+M+C, respectivement).

L'effet du traitement sur le poids corporel a persisté pendant la période de croissance (du J11 au J21), mais l'interaction entre l'effet du traitement *in ovo* et celui du sexe était statistiquement significative ($P < 0,01$). En effet, les poulets mâles issus des œufs injectés d'acides aminés avaient un poids corporel qui était plus élevé relativement au groupe témoin des mâles ($1114 \pm 18,97$, $1175 \pm 19,76$, $1165 \pm 19,42$, $1201 \pm 19,74$ et $1174 \pm 19,30$ g pour les mâles du groupe CTRL, L, L+M, M+C et L+M+C, respectivement) alors que les poulets femelles issus des œufs injectés d'acides aminés n'ont pas bénéficiés des traitements comparativement au groupe témoin des femelles ($1044 \pm 20,78$, $1037 \pm 19,25$, $1058 \pm 19,47$, $1093 \pm 19,61$ et $1076 \pm 10,38$ pour les femelles du groupe CTRL, L, L+M, M+C et L+M+C, respectivement). Quant à l'effet principal du sexe, le poids des mâles était significativement plus élevé que celui des femelles au sein de chacun des groupes expérimentaux.

À la fin de la période de finition (du J22 au J34), le poids corporel des oiseaux était significativement ($P < 0,01$) influencé par l'interaction entre l'effet du sexe et celui des conditions environnementales (TN vs ST). Le stress thermique a significativement réduit le poids corporel des oiseaux des deux sexes, mais la baisse du poids était plus prononcée chez les mâles que chez les femelles ($2861 \pm 29,5$, 2516 ± 31 , $2406 \pm 36,1$ et $2234 \pm 35,9$ g pour les mâles et les femelles sous conditions de TN et de ST, respectivement). Quant à l'effet des traitements sur le poids corporel pendant la période de stress thermique, l'injection des acides aminés *in ovo* n'a pas eu d'impact significatif sur le poids.

En ce qui concerne l'efficacité alimentaire, les oiseaux du groupe L+M+C avait un indice de consommation alimentaire significativement plus faible comparativement au groupe témoin ($P = 0,03$) à la fin de la période de démarrage ($0,966 \pm 0,01$ vs $1,039 \pm 0,02$ pour le groupe L+M+C et CTRL, respectivement) alors que l'indice de consommation des autres groupes expérimentaux n'était pas différent de celui du témoin. L'impact des traitements sur l'indice de consommation à la fin de la période de croissance n'était pas statistiquement significatif. En phase de finition, le stress thermique a significativement réduit la consommation alimentaire (-18,4 % sous conditions de ST relativement aux conditions TN, $P < 0,001$). Il est intéressant de noter que les groupes expérimentaux M+C et L+M+C étaient les deux groupes les moins impactés par le stress thermique en termes de consommation alimentaire journalière (-6,6 % et -12,2 % de baisse relativement au groupe CTRL sous conditions TN). Cependant, ces améliorations de la consommation alimentaire n'ont pas permis de réduire l'impact du stress thermique sur le poids comme mentionné ci-avant. De plus, le stress thermique a engendré une augmentation de l'indice de consommation ($1,93 \pm 0,04$ vs $1,78 \pm 0,04$ pour les oiseaux sous conditions ST et TN, respectivement).

Concernant le taux de mortalité, il n'a pas dépassé le seuil de 2 % pendant la période de J1 à J28. Globalement, la mortalité avait tendance ($P = 0,07$) à être plus élevée chez les mâles comparativement aux femelles ($1,06 \pm 0,2$ vs $0,56 \pm 0,2$ % chez les mâles et les femelles, respectivement). L'effet des traitements sur le taux de mortalité au cours de cette même période n'était pas statistiquement significatif. Cependant, l'effet de l'interaction entre le sexe et le traitement avait tendance à être significatif ($P = 0,054$). Les mâles du traitement L+M+C avaient un taux de mortalité numériquement plus faible que celui des autres traitements ($1,91 \pm 0,47$, $1,52 \pm 0,45$, $1,04 \pm 0,45$ et $0,52 \pm 0,45$ pour le traitement L, L+M, M+C et L+M+C, respectivement), mais il était similaire à celui du témoin ($0,26 \pm 0,45$ et $0,52 \pm 0,45$ pour le traitement CTRL et L+M+C, respectivement). En phase de stress à la chaleur, le taux de mortalité était considérablement plus élevé chez les oiseaux sous conditions de ST comparativement à ceux sous conditions de TN ($0,92 \pm 0,51$ vs $32,25 \pm 0,51$ %, $P = 0,002$). De surcroît, les mâles semblaient être plus sensibles à la chaleur et présentaient un taux de mortalité plus élevé que celui des femelles ($19,2 \pm 3,7$ vs $14,0 \pm 3,7$ %, $P = 0,01$). Pour ce qui a trait à l'effet du traitement sur la mortalité en phase de stress thermique, il n'était pas statistiquement significatif. Toutefois, il est intéressant de noter que le taux de mortalité du traitement L+M+C n'était que de la moitié de celui du groupe témoin (-51 % et -54 % de mortalité chez les mâles et les femelles du traitement L+M+C comparativement aux mâles et aux femelles du groupe CTRL).

Un des résultats les plus marquants de cette étude est le fait que les traitements M+C et L+M+C ont permis de diminuer de façon significative la température faciale des oiseaux pendant la période de stress thermique. En effet, l'effet de l'interaction entre le traitement et le jour de mesure sur la température faciale était significatif dans la section TN ($P < 0.001$) et la section ST ($P < 0.001$) du poulailler. Dans la section ST, les traitements n'étaient pas différents du témoin au cours des deux premiers jours de stress thermique. À partir du 3^e jour de stress, la moyenne de la température faciale chez les oiseaux du traitement L+M+C était significativement inférieure à celle du témoin ($-0,8^{\circ}\text{C}$, $P = 0.05$). Au 4^e jour de stress thermique, cette différence était de $1,15^{\circ}\text{C}$ ($P = 0.007$) alors qu'à la fin de la période de stress thermique elle était de -0.82°C ($P = 0.05$). Quant au traitement M+C, c'est à partir du 4^e jour de stress thermique qu'elle présentait une température faciale inférieure à celle du témoin (-0.86°C , $P = 0.04$) alors qu'à la fin du stress thermique cette différence était de -0.79°C ($P = 0.06$).

Un autre résultat marquant dans cette étude est le fait que les traitements M+C et L+M+C ont significativement réduit la peroxydation des lipides pendant la période de stress thermique. Au niveau du plasma sanguin, le traitement L+M+C a présenté des niveaux de malondialdéhyde (MDA) légèrement mais, significativement plus faible comparativement au groupe témoin sous conditions de ST (0.15 ± 0.002 vs 0.14 ± 0.002 $\mu\text{mol/L}$, $P < 0.05$). Quant aux échantillons de foie, les traitements M+C (0.08 ± 0.006 mg de MDA/kg) et L+M+C (0.08 ± 0.006 mg de MDA/kg) présentaient des concentrations de MDA significativement ($P < 0.05$) inférieures à celle du groupe témoin (0.13 ± 0.006 mg de MDA/kg) sous conditions de ST alors que sous conditions de TN, la différence entre les groupes expérimentaux n'était pas significative.

Discussion


L'effet positif des traitements M+C et L+M+C sur le poids corporel et l'indice de consommation en phase de démarrage et sur le poids corporel en phase de croissance pourrait être attribué au fait que les acides aminés à chaîne ramifiée ainsi que les acides aminés soufrés ont un effet favorable sur les caractéristiques histomorphologiques de l'intestin grêle. Plus spécifiquement, les travaux antérieurs ont démontré que l'injection *in ovo* de L-Méthionine et de L-Cystéine améliorait la hauteur des villosités et réduisait la profondeur des cryptes de l'intestin grêle ce qui augmente la surface de la paroi intestinale chez les poussins nouveau-nés (Elwan et al., 2019). Ces acides aminés améliorent aussi le statut antioxydant du tube intestinal (Elnesr et al., 2019) et induisent une surexpression des gènes codant les récepteurs de l'hormone de croissance (Del Vesco et al., 2015) alors que la L-Leucine active la voie métabolique mTOR responsable du dépôt de protéines dans les muscles pectoraux (Ospina-Rojas et al., 2019). L'ensemble de ces effets améliorent l'activité du tube intestinal d'un côté et les hormone et facteurs de croissance de l'autre ce qui peut induire une augmentation du poids et une amélioration de l'efficacité alimentaire chez les jeunes poussins.

En phase de stress thermique, les effets des traitements sur les performances zootechniques n'était pas significatif. Cependant, le groupe ayant été injecté d'une combinaison des trois acides aminés (L+M+C) avaient le taux de mortalité le plus faible de tous les groupes. Ceci pourrait être expliqué en partie par l'effet de ce traitement sur la température faciale des oiseaux stressés ainsi que sur la peroxydation des lipides qui indiquent que ce traitement aurait conféré une meilleure aptitude aux poulets de chair à résister aux effets néfastes de la chaleur. En effet, l'augmentation de la température corporelle ainsi que le stress oxydatif qui sont associés au stress thermique en sont les deux conséquences les plus dévastatrices conduisant à la baisse des performances et à la mort des oiseaux (Wasti et al., 2020). L'effet du traitement L+M+C sur la température serait probablement dû à l'effet hypothermique de la L-Leucine (Han et al., 2017), alors que l'effet sur les paramètres d'oxydation passe par les effets antioxydants bien connus de ces trois acides aminés (Elnesr et al., 2019; Elwan et al., 2019; Han et al., 2022).

En conclusion, les résultats de l'étude présentée ici suggèrent que l'administration des acides aminés L-Leucine, L-Méthionine et L-Cystéine par injection *in ovo* confère une meilleure tolérance à la chaleur extrême chez les poulets de chair en phase de finition. Cette stratégie d'alimentation précoce représente une stratégie complémentaire aux autres stratégies utilisées actuellement dans le but de réduire l'impact du stress à la chaleur sur les poulets de chair. Des études de validation en milieu commercial des effets observés en milieu expérimental devraient être réalisées afin de confirmer l'intérêt de cette nouvelle stratégie.

Références

- Andretta, I., Kipper, M., Schirmann, G. D., Franceschina, C. S., & Ribeiro, A. M. L. (2021). Modeling the performance of broilers under heat stress. *Poultry Science*, 100(9), 101338. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101338>
- Bloch, V., Barchilon, N., Halachmi, I., & Druyan, S. (2020). Automatic broiler temperature measuring by thermal camera. *Biosystems Engineering*, 199, 127-134. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2019.08.011>
- Del Vesco, A. P., Gasparino, E., Grieser, D. O., Zancanela, V., Voltolini, D. M., Khatlab, A. S., Guimarães, S. E. F., Soares, M. A. M., & Neto, A. R. O. (2015). Effects of Methionine Supplementation on the Expression of Protein Deposition-Related Genes in Acute Heat Stress-Exposed Broilers. *PLOS ONE*, 10(2), e0115821. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0115821>
- Elnesr, S. S., Elwan, H. A. M., Xu, Q. Q., Xie, C., Dong, X. Y., & Zou, X. T. (2019). Effects of in ovo injection of sulfur-containing amino acids on heat shock protein 70, corticosterone hormone, antioxidant indices, and lipid profile of newly hatched broiler chicks exposed to heat stress during incubation. *Poultry Science*, 98(5), 2290-2298. <https://doi.org/10.3382/ps/pey609>
- Elwan, H. A. M., Elnesr, S. S., Xu, Q., Xie, C., Dong, X., & Zou, X. (2019). Effects of In Ovo Methionine-Cysteine Injection on Embryonic Development, Antioxidant Status, IGF-I and TLR4 Gene Expression, and Jejunum Histomorphometry in Newly Hatched Broiler Chicks Exposed to Heat Stress during Incubation. *Animals : an open access journal from MDPI*, 9(1), 25. <https://doi.org/10.3390/ani9010025>
- Han, G., Cui, Y., Shen, D., Li, M., Ren, Y., Bungo, T., Chowdhury, V. S., Li, Y., & Li, C. (2022). In ovo Feeding of L-Leucine Improves Antioxidative Capacity and Spleen Weight and Changes Amino Acid Concentrations in Broilers After Chronic Thermal Stress. *Front Vet Sci*, 9, 862572. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.862572>
- Han, G., Yang, H., Bahry, M. A., Tran, P. V., Do, P. H., Ikeda, H., Furuse, M., & Chowdhury, V. S. (2017). L-Leucine acts as a potential agent in reducing body temperature at hatching and affords thermotolerance in broiler chicks. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 204, 48-56. <https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2016.10.013>
- Malila, Y., Jandamuk, A., Uopasai, T., Buasook, T., Srimarut, Y., Sanpinit, P., Phasuk, Y., & Kunhareang, S. (2021). Effects of Cyclic Thermal Stress at Later Age on Production Performance and Meat Quality of Fast-Growing, Medium-Growing and Thai Native Chickens. *Animals*, 11(12), 3532. <https://www.mdpi.com/2076-2615/11/12/3532>
- Nascimento, S. T., Maia, A. S. C., Gebremedhin, K. G., & Nascimento, C. C. N. (2017). Metabolic heat production and evaporation of poultry. *Poultry Science*, 96(8), 2691-2698. <https://doi.org/10.3382/ps/pex094>
- Ospina-Rojas, I. C., Murakami, A. E., Duarte, C. R. d. A., Pozza, P. C., Rossi, R. M., & Gasparino, E. (2019). Performance, diameter of muscle fibers, and gene expression of mechanistic target of rapamycin in pectoralis major muscle of broilers supplemented with leucine and valine. *Canadian Journal of Animal Science*, 99(1), 168-178. <https://doi.org/10.1139/cjas-2018-0020>
- Pass, D. A. (1989). The pathology of the avian integument: A review. *Avian Pathology*, 18(1), 1-72. <https://doi.org/10.1080/03079458908418580>
- Sammari, H., Askri, A., Benahmed, S., Saucier, L., & Alnahhas, N. (2023). A survey of broiler breast meat quality in the retail market of Quebec. *Canadian Journal of Animal Science*, 103(3), 298-311. <https://doi.org/10.1139/cjas-2023-0001>
- Wasti, S., Sah, N., & Mishra, B. (2020). Impact of Heat Stress on Poultry Health and Performances, and Potential Mitigation Strategies. *Animals*, 10(8), 1266. <https://www.mdpi.com/2076-2615/10/8/1266>
- Yahav, S., Shinder, D., Tanny, J., & Cohen, S. (2005). Sensible heat loss: the broiler's paradox. *World's Poultry Science Journal*, 61(3), 419-434. <https://doi.org/10.1079/WPS200453>
- Zuidhof, M. J., Schneider, B. L., Carney, V. L., Korver, D. R., & Robinson, F. E. (2014). Growth, efficiency, and yield of commercial broilers from 1957, 1978, and 2005. *Poultry Science*, 93(12), 2970-2982. <https://doi.org/10.3382/ps.2014-04291>



Le potentiel des acides aminés administrés in ovo à réduire l'impact du stress thermique sur le poulet de chair

Nabeel Alnahhas, PhD.

Université Laval

Département des sciences animales

nabeel.alnahhas@fsaa.ulaval.ca

Contexte

Contexte - 2023



Contexte - 2024



La Presse

@LP_LaPresse

Décembre à février | Un des hivers les plus doux depuis 150 ans à Montréal

[Translate post](#)



Décembre à février | Un des hivers les plus doux depuis 150...

From lapresse.ca

5:06 AM · 2024-03-02 From Earth · 16K Views



ECCC Météo Québec

@ECCCMeteoQC

L'hiver climatologique 2024 s'est terminé le 29 février dernier. Cet hiver a été généralement très chaud et sec au Québec. De plus, ce qui rend cet hiver exceptionnel est le fait que l'anomalie positive de température s'est étendue sur presque tout le pays.

#meteoQC

[Translate post](#)

Janv: 2024 DJF

Température: 2024 DJF



Total: 2024 DJF

Hautes de neige: 2024 DJF



Observatoire de surface de ECCC, clim. 1991-2020

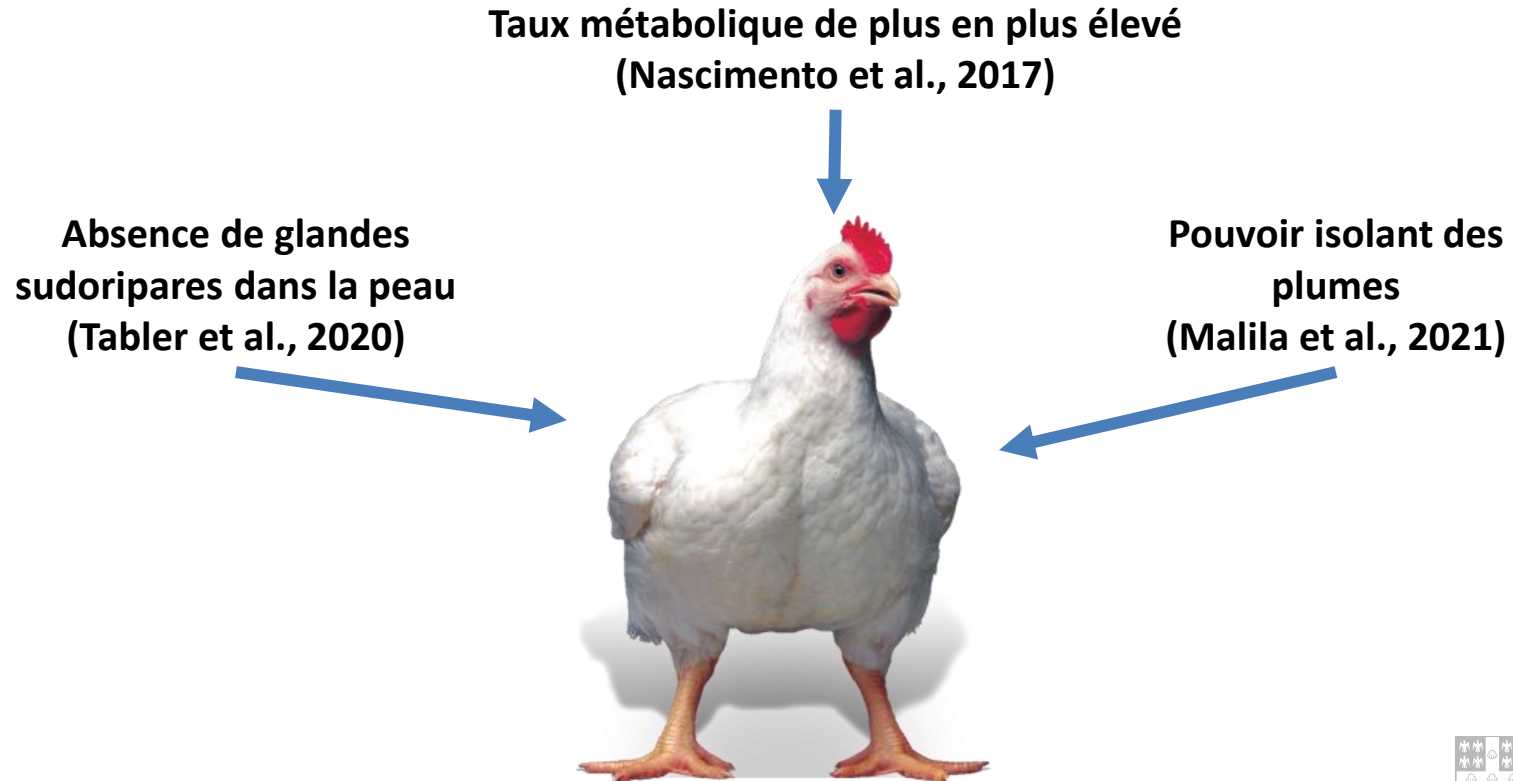
Source: ECCC / Observatoire météorologique à des données de qualité de PMT, clim. 1991-2020

5:35 PM · 2024-03-06 From Earth · 361 Views

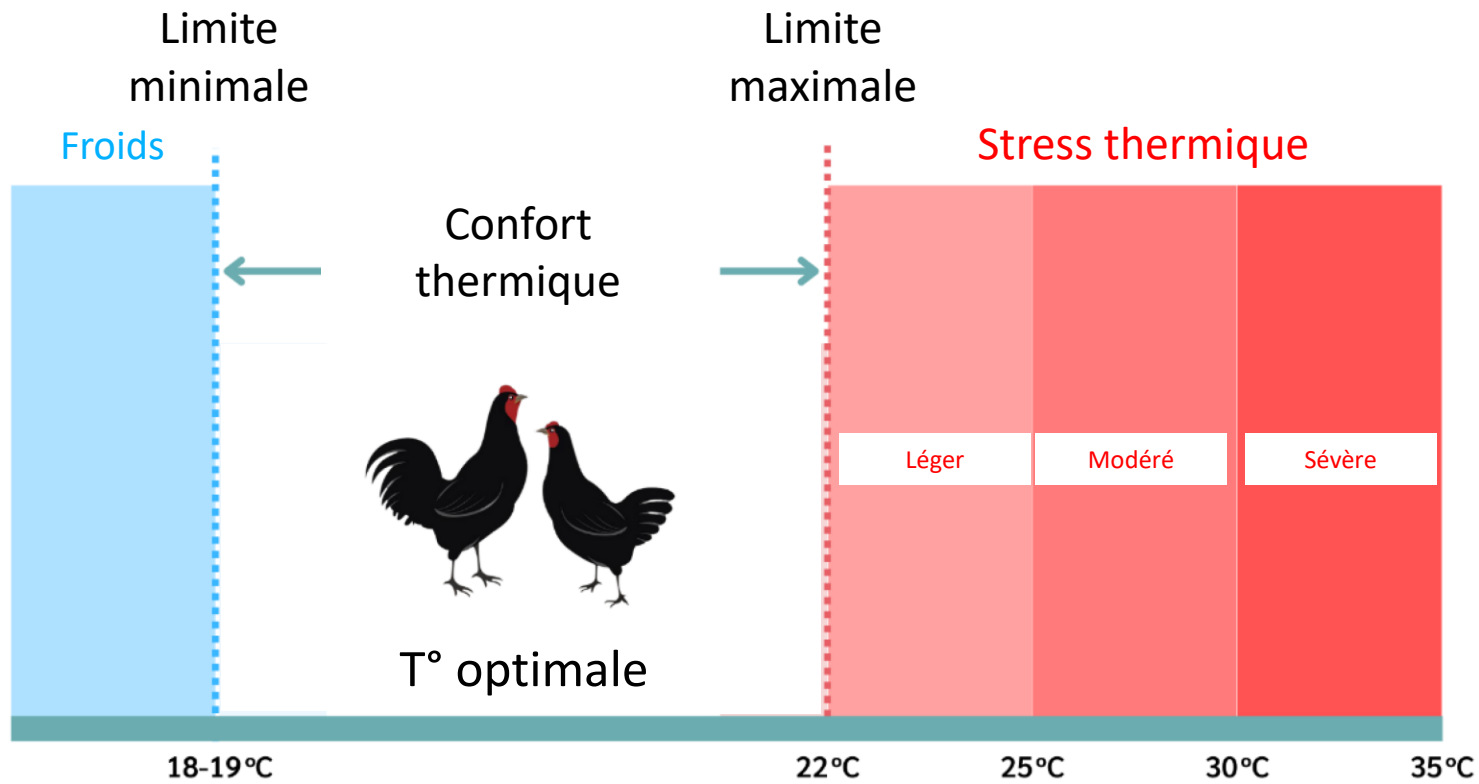


UNIVERSITÉ
LAVAL

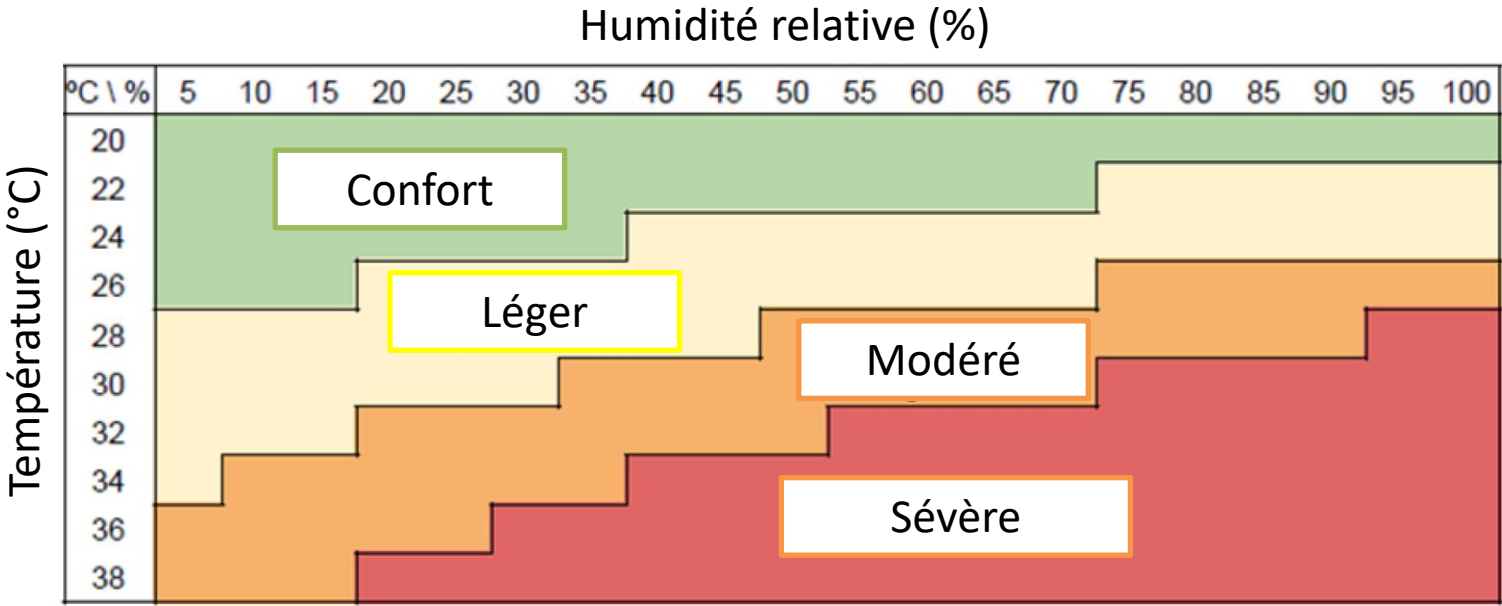
Contexte – Vulnérabilité des volailles à la chaleur



Contexte – Zone de confort thermique



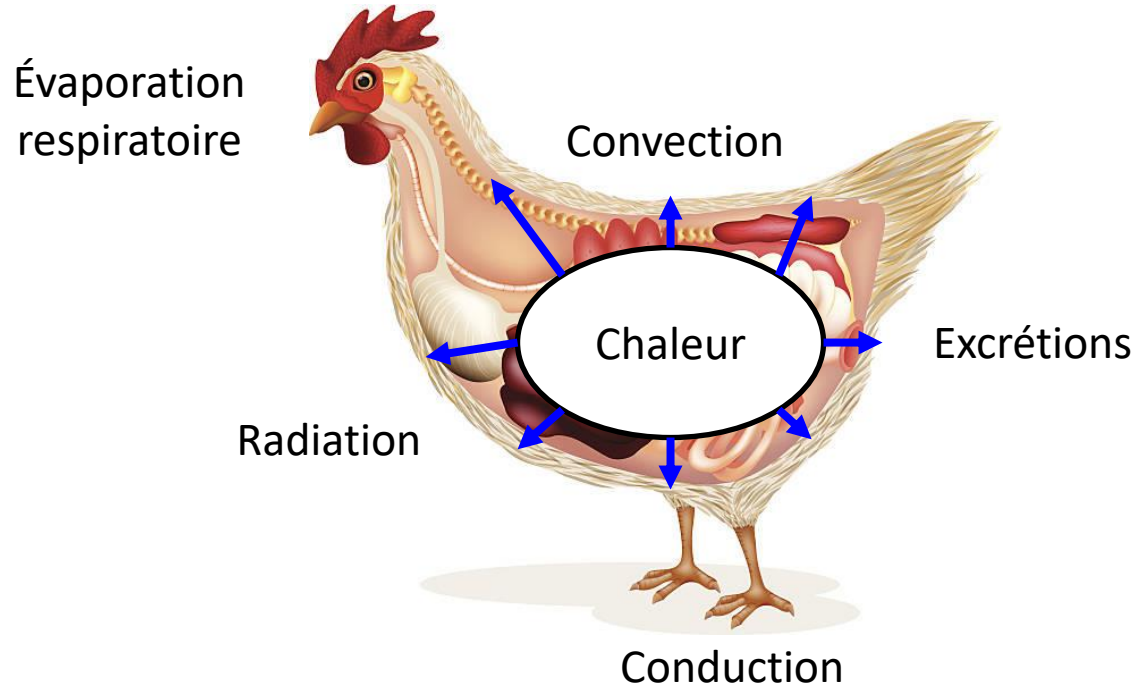
Contexte – Zone de confort thermique



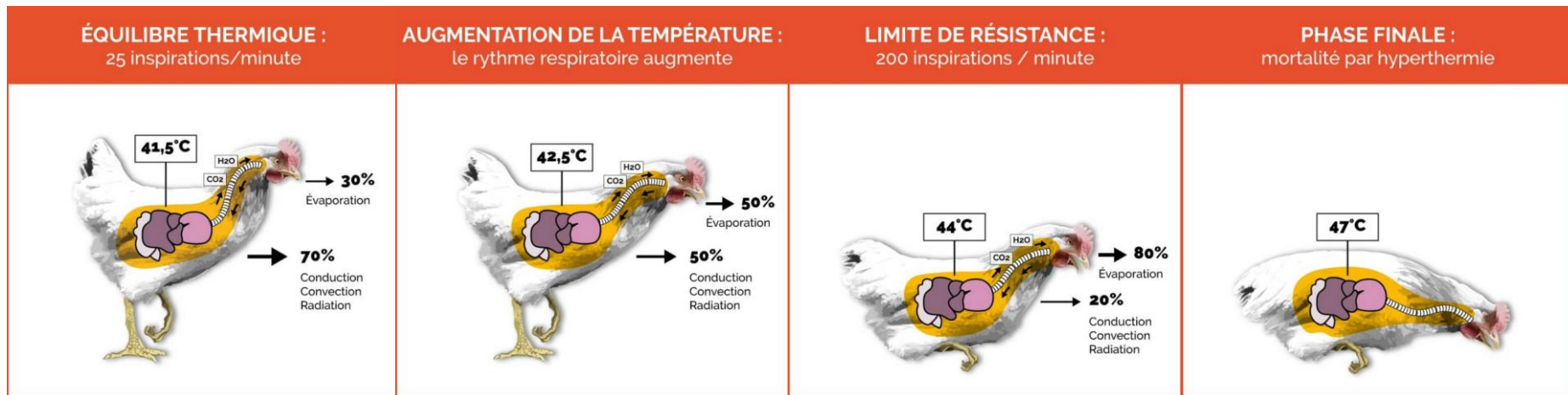
$$IST = (1,8 \times 23) - [(0,55 - 0,0055 \times \textcolor{red}{HR}) \times (1,8 \times \textcolor{red}{T} - 26)]$$

Contexte – Dissipation de la chaleur corporelle

En zone de confort
thermique



Contexte – Vulnérabilité des volailles à la chaleur



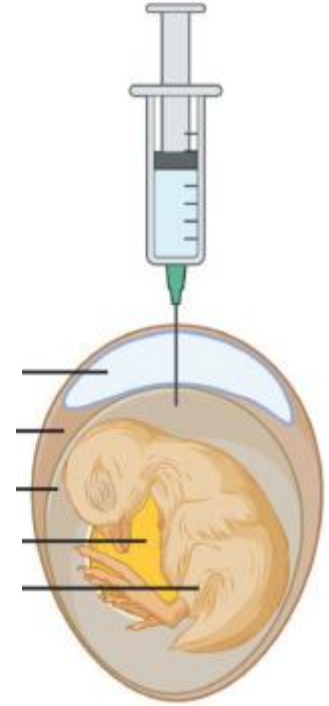
Amélioration de la tolérance au stress thermique chez le poulet de chair

La technologie d'injection in ovo



Source: M. Yehia

Chambre à air
Fluide allantoïde
Fluide amniotique
Sac vitellin
Embryon



Hypothèse de travail

❑ Effets nocifs du stress thermique:

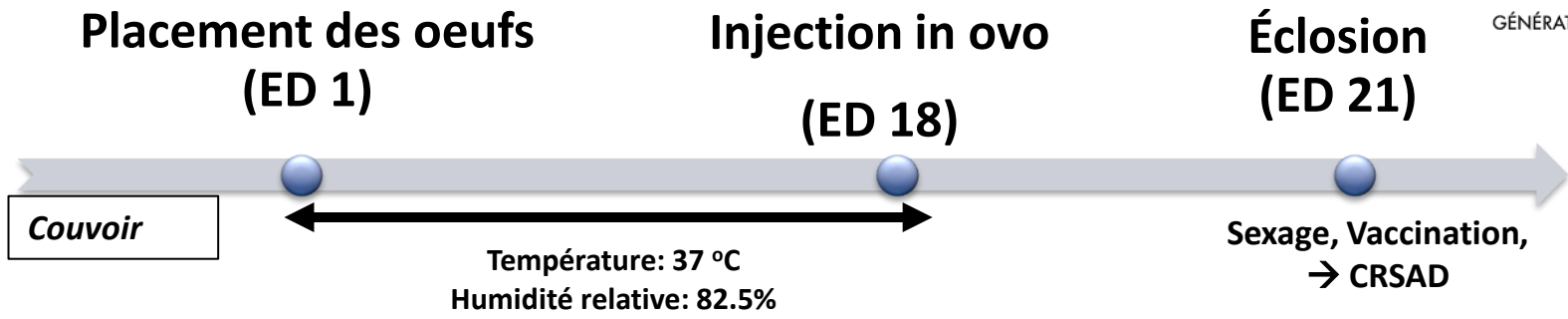
1. Augmentation de la température corporelle (Giloh et al., 2012).
2. Stress oxydatif (Han et al., 2022).

❑ Alimentation in ovo en acides aminés:

1. Effet hypothermique (Han et al., 2020).
2. Effet antioxydant (Elnesr et al., 2019).

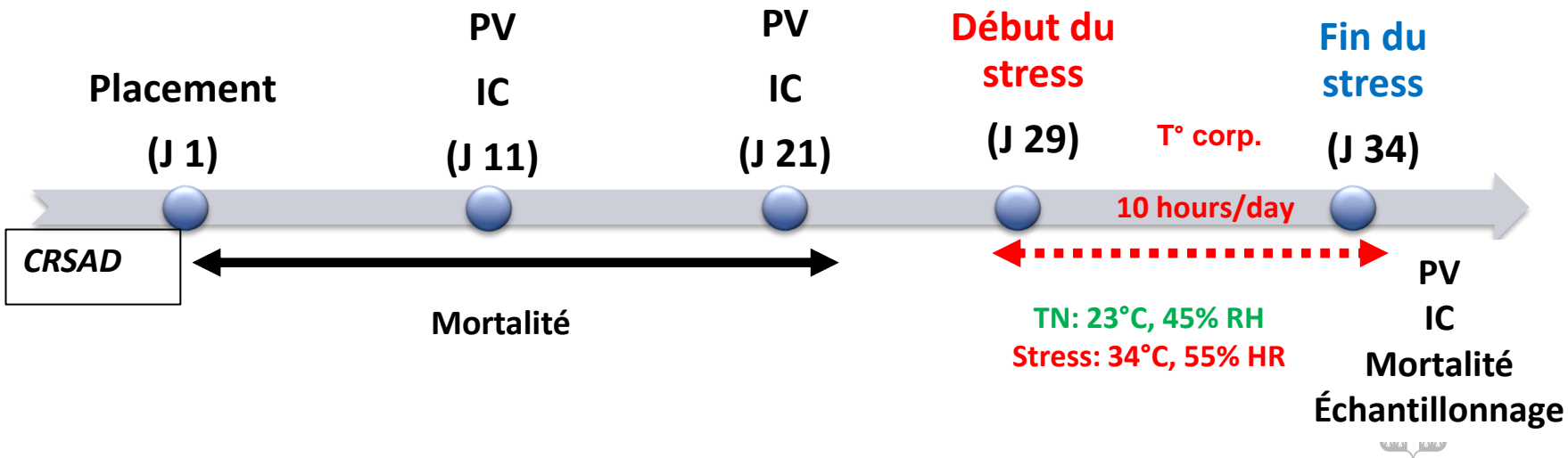
❑ **Hypothèse:** Une combinaison d'acides aminés à effet hypothermique et antioxydant injectée **in ovo** permettraient d'améliorer la résistance à la chaleur **plus tard dans la vie**.

Matériels et méthodes



n/traitement	Code	Traitements
280	CTRL	Diluent stérile
280	L	1 mg Leucine
280	L+M	0.45 mg Leu + 1.15 mg Meth
280	M+C	3 mg Meth + 2 mg Cys
280	L+M+C	0.4 mg Leu + 1.6 mg Meth + 1.6 mg Cys

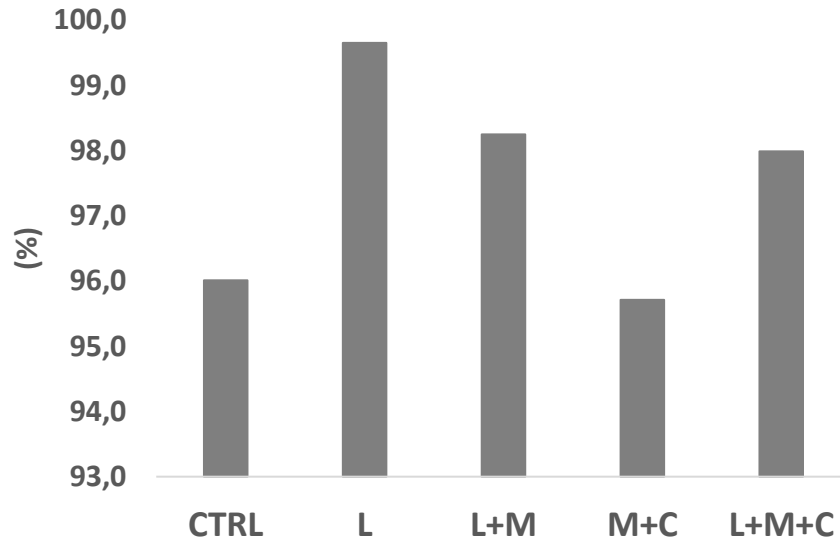
Poulailler expérimental



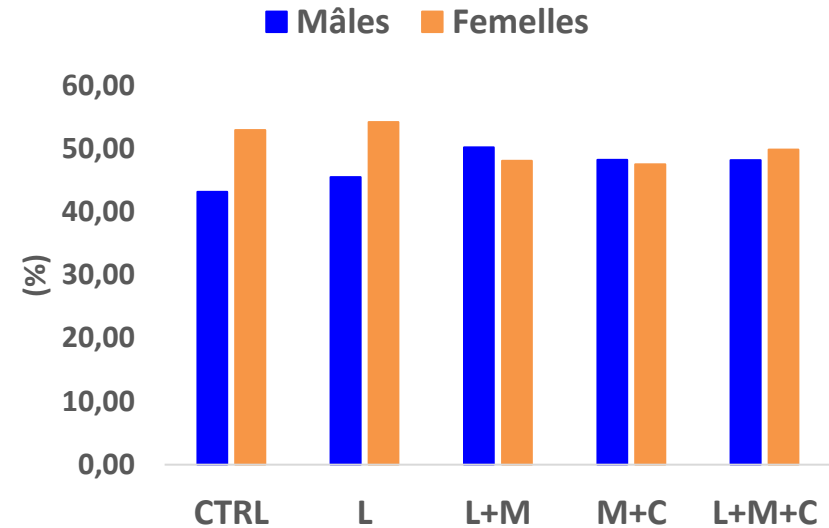
Résultats

Résultats – données d'éclosion

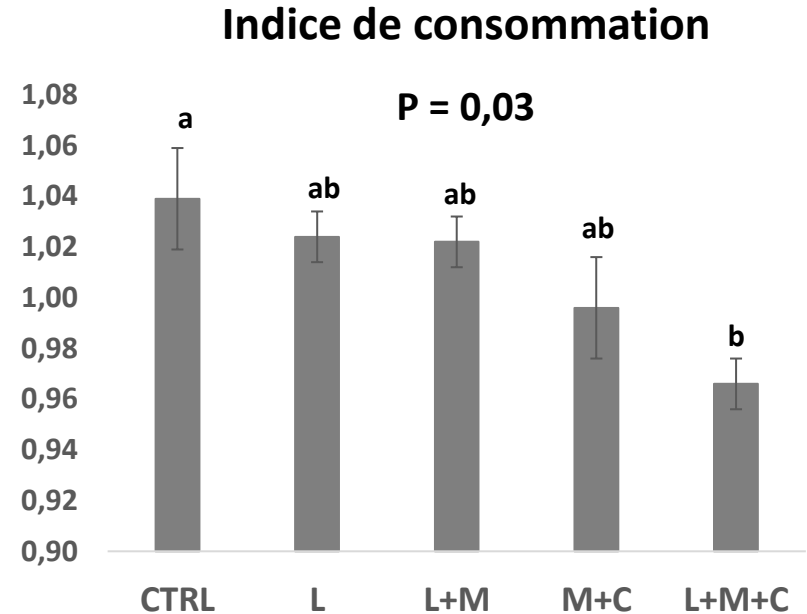
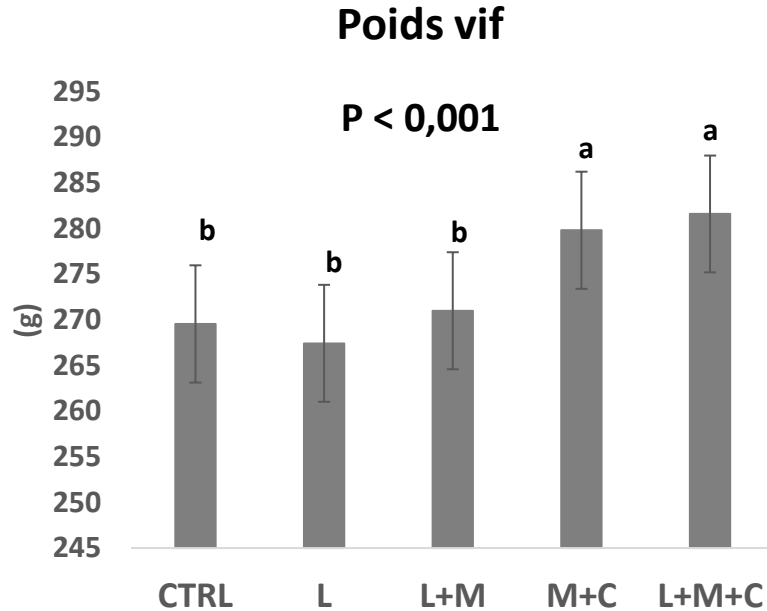
Éclosion par traitement (%)



Éclosion par sexe (%)

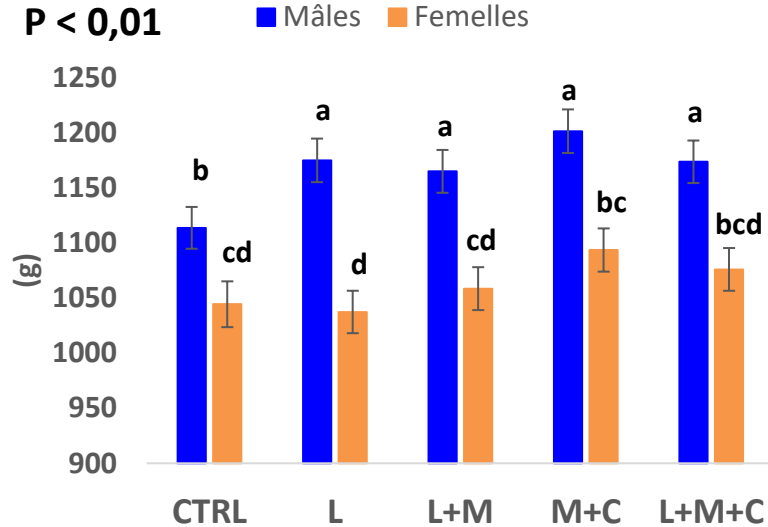


Résultats – Performances de J0 à J11

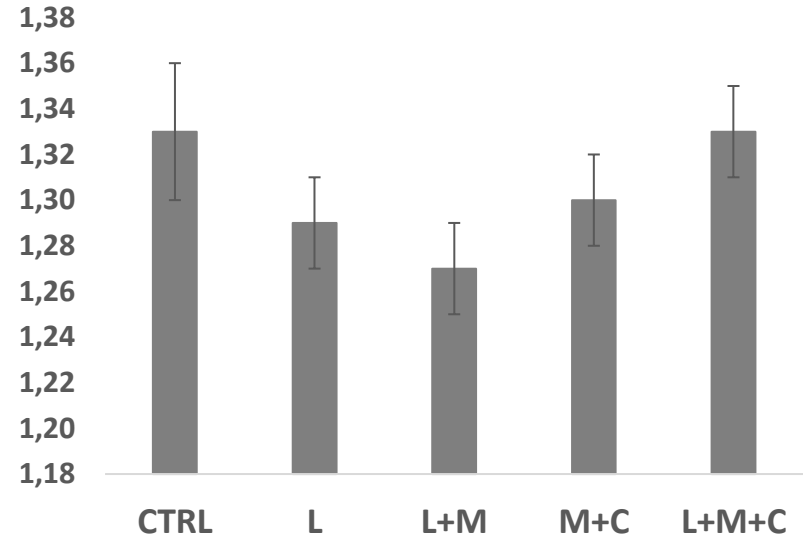


Résultats – Performances de J12 à J21

Poids vif



Indice de consommation

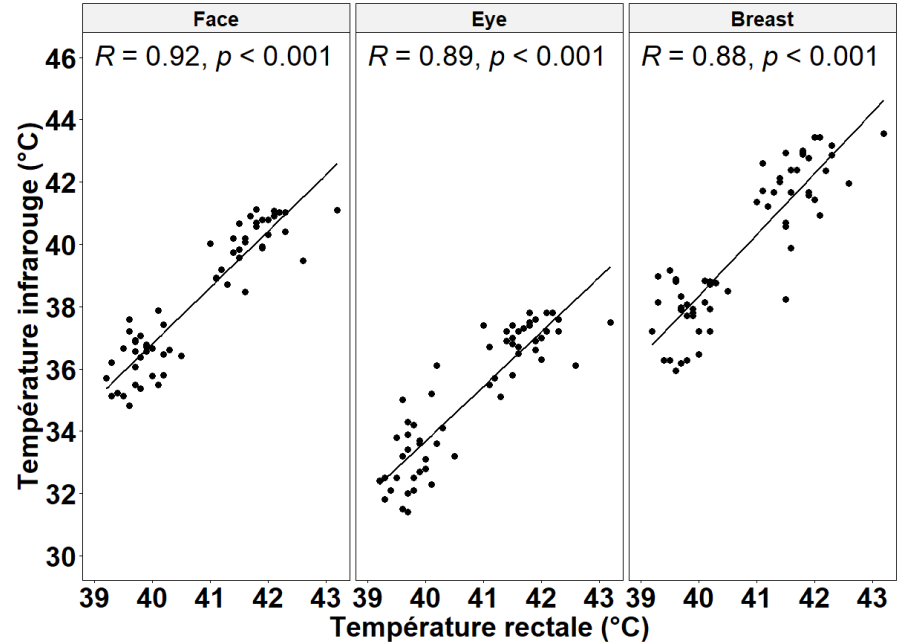
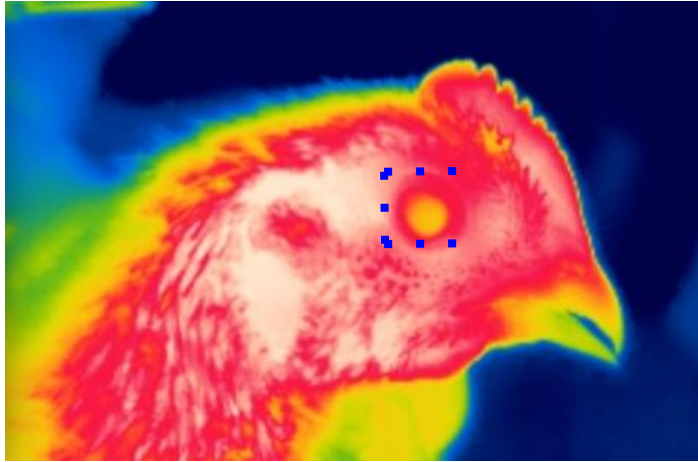


Résultats – Mortalité (%) de J0 à J28

Sexe	Traitements					Valeur de P		
	CTRL	L	L+M	M+C	L+M+C	Sexe	TRT	S × T
Mâles	1.05	7.59	6.29	4.14	2.09	0.057	0.52	0.13
Femelles	2.91	0.37	1.83	4.11	2.14			

Résultats – Température physiologique de J29 à J34

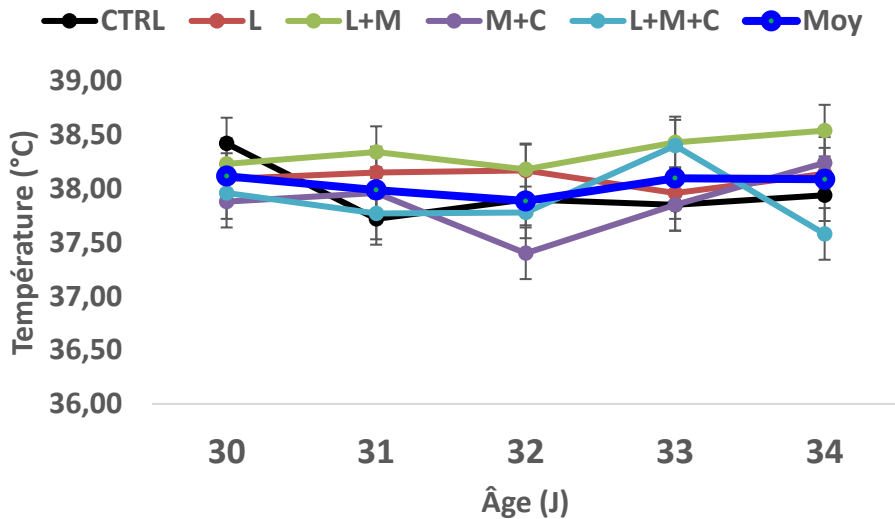
Thermographie infrarouge



Résultats – Température physiologique de J29 à J34

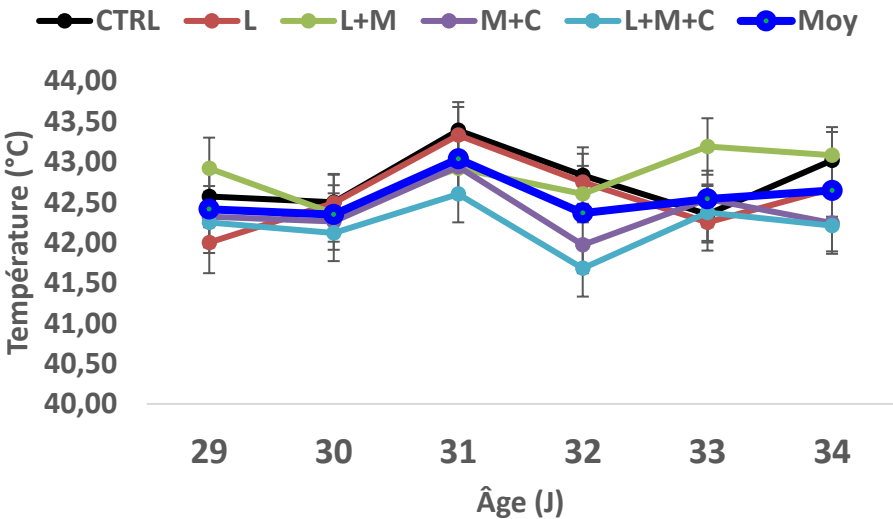
Thermoneutralité

$P_{(TRT \times Jour)} < 0.001$



Stress thermique

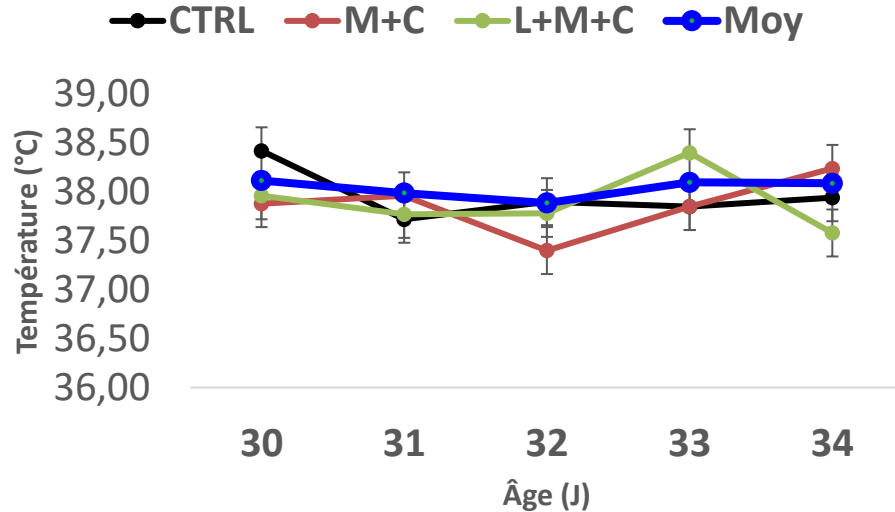
$P_{(TRT \times Jour)} < 0.001$



Résultats – Température physiologique de J29 à J34

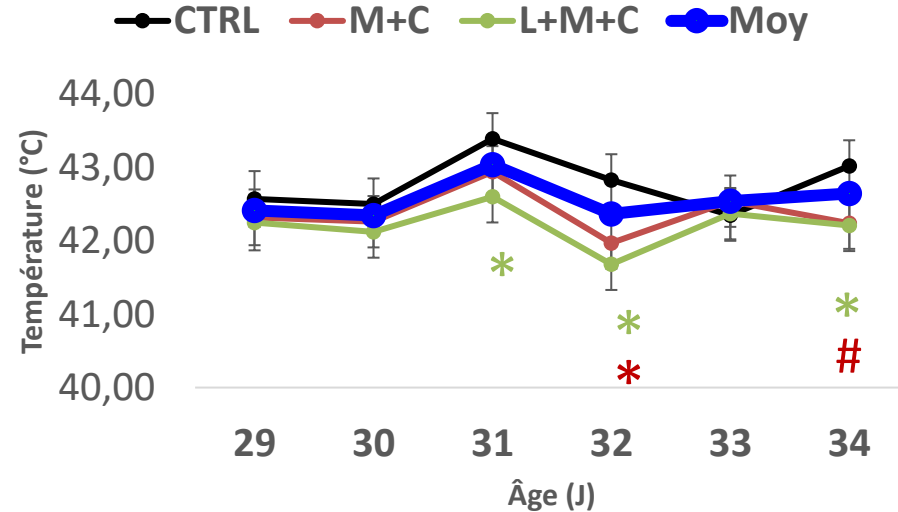
Thermoneutralité

$$P_{(TRT \times Jour)} < 0.001$$

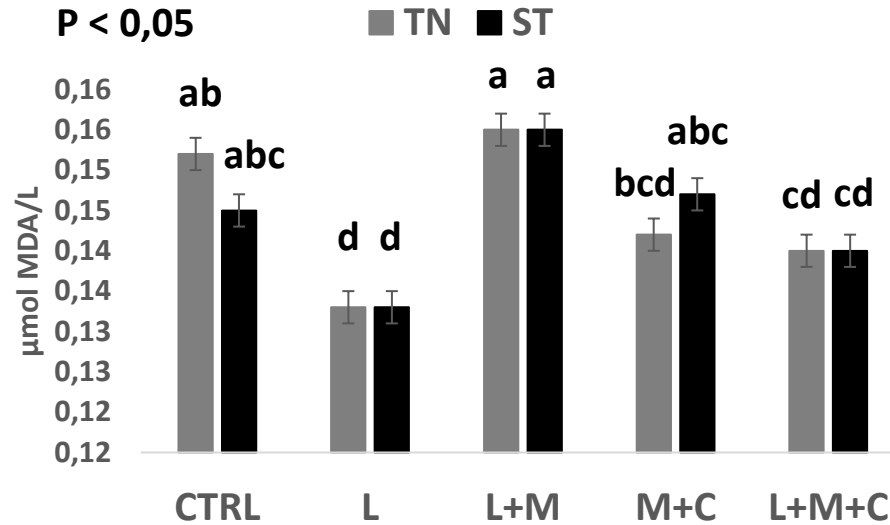


Stress thermique

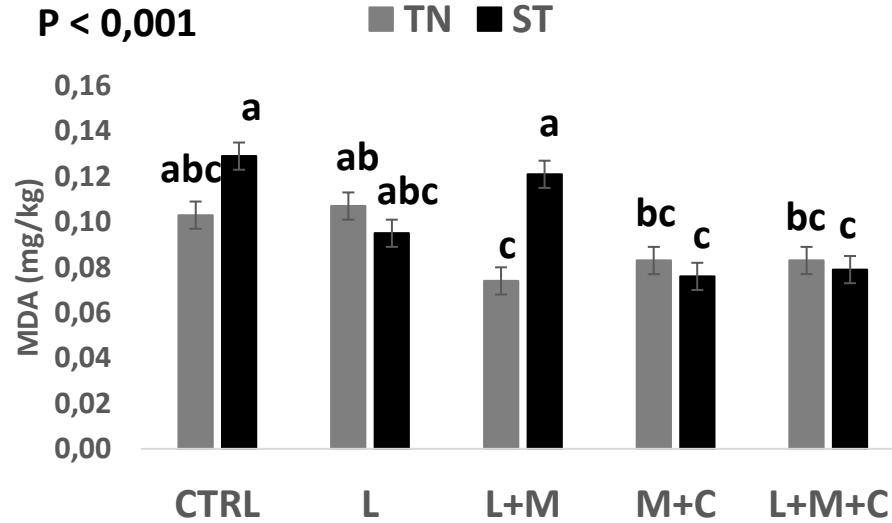
$$P_{(TRT \times Jour)} < 0.001$$



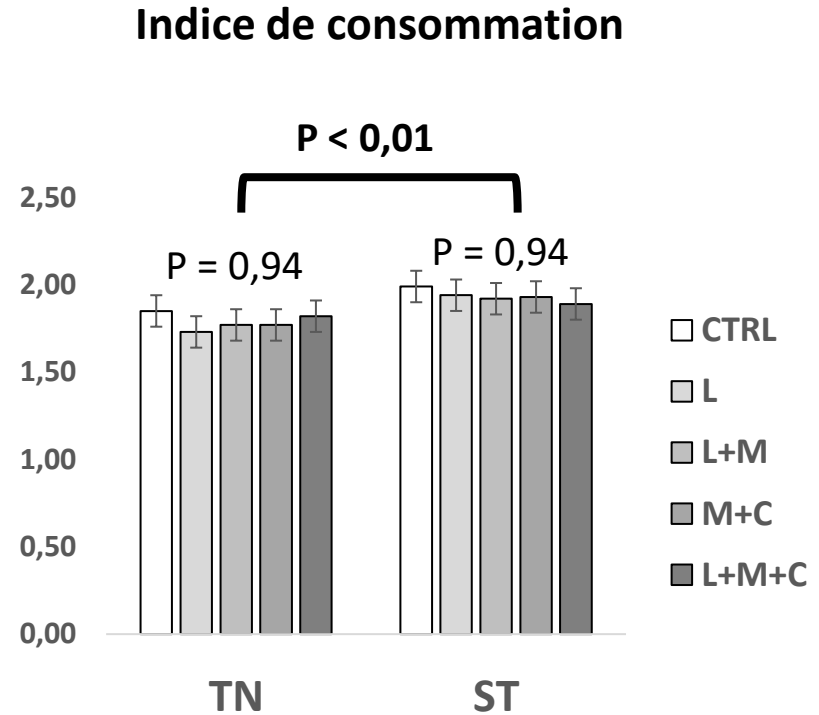
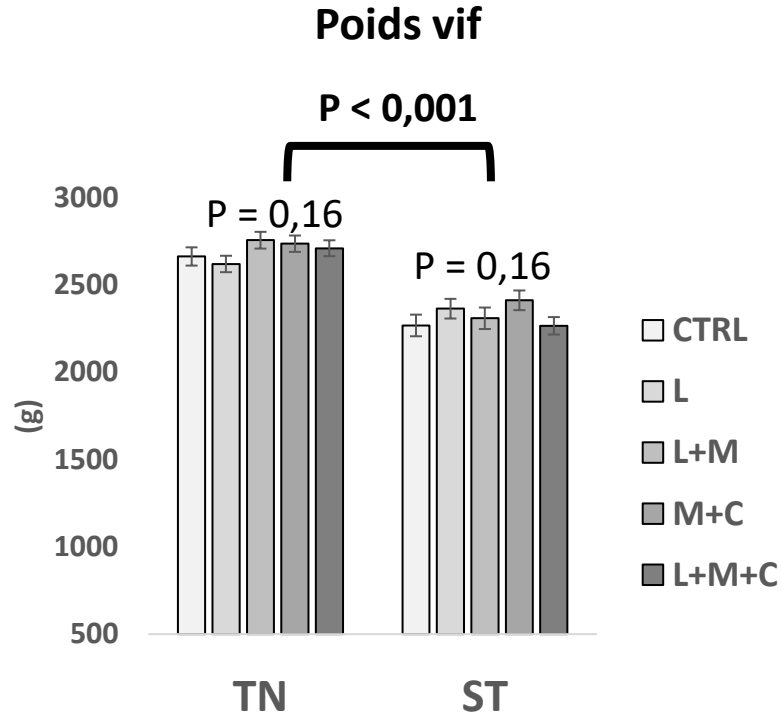
Résultats – Indicateurs du stress oxydatif : Plasma



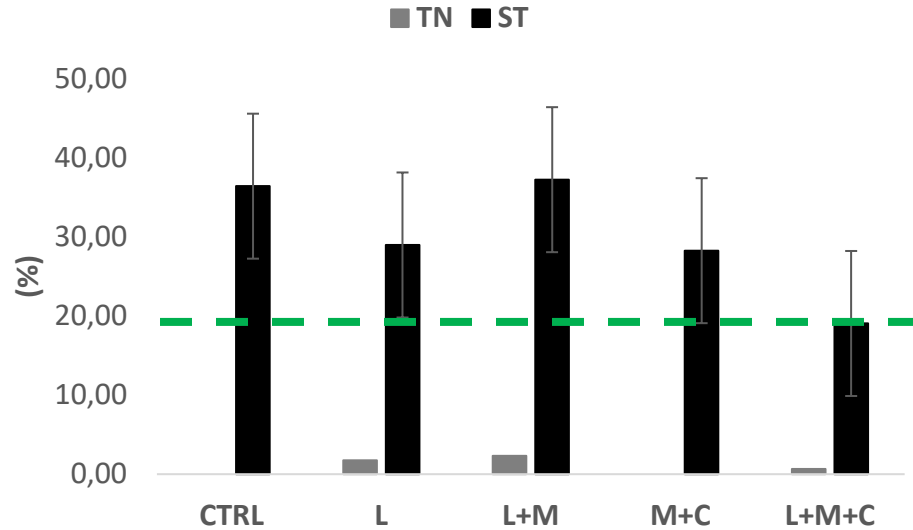
Résultats – Indicateurs du stress oxydatif : Foie



Résultats – Performances de J22 à J35



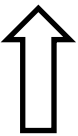

Résultats – Mortalité (%) de J29 à J34

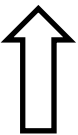


Conclusions


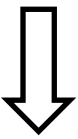
Conclusions

❑ Les combinaisons de Méthionine + Cystéine et de Leucine + Méthionine + Cystéine:

❑ En phase de démarrage →  Poids corporel +  IC

❑ En phase de croissance →  Poids corporel chez les mâles

❑ En phase de Finition (stress thermique) →

 La température faciale +  Le stress oxydatif



Moustafa Yehia
Étud. Doc



Véronique Ouellet, PhD



Jean-Michel Allard
Prus, agr.



Angel Rene Alfonso-Avila, PhD