

LA FACE DES POULES ADULTES CHANGE-T-ELLE DE COULEUR EN FONCTION DE LEURS EMOTIONS ?

**Soulet Delphine, Parias Céline, Blache Marie-Claire, Piégu Benoît, Lefort Gaëlle,
Lansade Léa, Love Scott, Bertin Aline¹, Arnould Cécile¹**

CNRS, INRAE, Université de Tours - PRC – 37380 NOUZILLY, FRANCE

¹*Ces auteurs ont contribué de façon égale à ce travail*

delphine.soulet@inrae.fr

RÉSUMÉ

Certaines espèces aviaires, dont la poule (*Gallus gallus domesticus*), rougissent au niveau des parties de peau dénudées de la face. Or dans l'espèce humaine, ce rougissement varie en fonction des situations émotionnelles. Dans cette étude, nous avons cherché à savoir si la peau de la face des poules présentait une variation de couleur lors de situations émotionnelles contrastées. L'étude a porté sur des poules Pékins adultes (n=12), maintenues en semi-liberté. Elles ont été filmées dans des situations à valeurs émotionnelles contrastées : situations de calme (Toilettage, Repos, Mange) ; situations liées à la recherche et à l'obtention d'une récompense (Bain de poussière, test de Récompense) ; situations liées à la peur et à la frustration (test de Capture et test de Frustration). Vingt images de profil ont été extraites par poule et par situation, et le taux de rouge moyen de la peau (crête, barbillon, oreillon, joue) a été mesuré avec le logiciel ImageJ. Pour chacune des régions de peau, le taux de rouge a été comparé entre les trois types de situations à l'aide d'un modèle linéaire mixte. Les résultats ont montré que le taux de rouge des différentes régions de peau chez la poule variait en fonction des situations émotionnelles ($p < 0,002$). La peau de la face est moins rouge dans les situations de calme que dans les situations liées à la récompense. Elle est le plus rouge dans les situations liées à la peur et à la frustration. Le changement transitoire de couleur de peau de la face serait un marqueur d'émotions non invasif chez la poule. Ce marqueur nous permettrait d'avoir une meilleure compréhension de la manière dont les poules perçoivent leur environnement.

ABSTRACT

Do adult hen's face colour vary in function of affective states?

Some bird species, including the domestic fowl (*Gallus gallus domesticus*), blush on the bare skin of their face. In human, blushing varies with the experienced emotional states. In this study, we explored whether the redness of the face of hens varies depending on their affective states. We studied Pekin's hens (n=12) living in semi-natural environment. We filmed them in situations of contrasted affective states: situations of calm (Preening, Resting, Feeding), situations associated to reward seeking and consumption (Dustbathing, food Rewarding Test), situations associated to fear (Capture Test and Frustration Test). We then extracted twenty images of profile per hen and situation. The mean redness of the skin (comb, wattle, ear lobe and cheek) was measured with the software ImageJ. For each skin region, the redness of the three categories of situations were compared using a linear mixed model. The results show that the redness of the different skin region vary depending on the affective situations ($p < 0.002$). The skin of the face is less red in calm situation than in situations associated to reward. It is redder in situations associated to fear. The rapid and short change in colour of the face might be a non-invasive emotional marker in hens. This marker might help comprehend how hens perceived their environment.

INTRODUCTION

Le bien-être animal est une préoccupation importante dans l'opinion publique (Alonso et al., 2020). Afin de pouvoir améliorer le bien-être et, notamment, favoriser l'expression d'émotions positives, de nombreux travaux de recherches scientifiques sont menés. Leur objectif est de mieux comprendre comment les animaux perçoivent leur environnement et expriment leurs états affectifs (Boissy et al., 2007 ; Désiré et al., 2002). Les états affectifs englobent les émotions exprimées à court-terme en réponse à un stimulus et des états émotionnels de plus longues durées issus de l'ensemble des émotions expérimentées (Mendl et Paul, 2020). Des marqueurs des états affectifs positifs, comme le contentement ou le calme, sont plus subtiles à mesurer que les états affectifs négatifs et restent encore à identifier. Pourtant, ils sont indispensables pour évaluer le bien-être des animaux (Boissy et al. 2007).

Plusieurs définitions existent pour définir les états affectifs. Chez l'animal, le modèle le plus utilisé pour décrire ces états est celui décrit par Mendl et Paul (2010). Ce modèle bi-dimensionnel définit quatre types d'états affectifs caractérisés par leur valence émotionnelle (positive à négative, c'est-à-dire plaisante ou déplaisante) et leur intensité (faible ou forte) (Mendl et al., 2010 ; Russell, 2003). Ces états affectifs regroupent à la fois des émotions intenses de courte durée (par ex. la peur) et des états plus durables dans le temps (par ex. le contentement).

Chez les mammifères, les expressions faciales sont utilisées pour étudier les états affectifs à valence négative comme positive (Waller et Micheletta, 2013). Elles sont définies comme étant le mouvement des muscles faciaux (Matsumoto et Ekman, 2008). L'intérêt d'utiliser les expressions faciales chez les mammifères pour étudier les états affectifs dans le cadre du bien-être animal a été souligné par Descovich *et al.* (2017). En revanche, l'auteur a exclu les animaux ayant peu de muscles faciaux comme les oiseaux ou les reptiles. Pourtant, certains oiseaux peuvent modifier la position des plumes de leur tête, comme par exemple le bulbul à ventre rouge, le cacatoès à huppe jaune, les aras bleu et jaune ou la caille japonaise (Bertin et al., 2018 ; 2020 ; 2023 ; Kumar, 2010).

Chez l'espèce humaine, les expressions faciales sont accompagnées de changements de couleur de la face liés à la présence de vaisseaux sanguins sous la peau (Benitez-Quiroz et al., 2018). Ces différences dans le rougissement de la peau permettent de différencier les émotions en l'absence de mouvement faciaux. Certaines espèces aviaires, comme le caracara huppé, le vautour charognard, le vautour nubien ou le ara bleu et jaune, peuvent également présenter un rougissement fugace au niveau de la face (Bamford et al. 2010 ; Bertin et al. 2018 ; Negro et al., 2006). Ce

changement de couleur semble lui aussi être lié à la présence de vaisseaux sanguins sous la peau, plus nombreux au niveau des parties dénudées de plumes de la face que pour les parties emplumées (Negro et al., 2006).

L'objectif de notre étude était d'explorer si des changements fugaces de couleur de la peau de la face peuvent être observés chez la poule domestique lorsqu'elle éprouve des états affectifs contrastés en valence et en intensité.

1. MATERIELS ET METHODES

1.1. Animaux et conditions d'élevage

L'étude a porté sur un groupe de 12 poules domestiques adultes. Afin de favoriser l'expression d'une large gamme de comportements, elles ont été maintenues sur un parcours de 129 m² couvert d'herbe et en partie ombragé (élevage Le Haut Montmartre, 37340 Cléré-les-pins, France). Les poules avaient à disposition un poulailler (L : 230 cm x l : 90 cm x H : 152 cm), de l'eau et de la nourriture *ad libitum*. Afin de limiter l'impact de la présence des expérimentateurs sur les comportements des poules durant l'expérience, la race de poule Pékin, reconnue pour sa familiarité à l'humain, a été privilégiée.

1.2. Observations comportementales

Les poules ont été filmées, dans trois types de situations associées à des états affectifs contrastés (Mendl et al., 2010 ; Richardson et al., 2016), pendant 3 semaines (entre juin et juillet 2022) et à l'aide de deux caméscopes (Sony FDR-AX53 4K) :

- des situations de calme, contentement (situations à valence positive de faible intensité, V+/I-) : repos, toilettage et mange (Papageorgiou et al., 2023 ; Richardson et al., 2016).
- des situations liées à l'obtention d'une récompense (situations à valence positive de forte intensité, V+/I+) : bain de poussière, test de récompense alimentaire (McGrath et al., 2016 ; Widowski et Duncan, 2000).
- des situations liées à la peur et à la frustration (situations à valence négative de forte intensité, V-/I+) : tests de capture et de frustration alimentaire (Jones, 1996 ; Papini et al., 2019).

A l'exception des tests, les comportements ont été filmés tout au long de la journée (entre 10h et 17h) lors de leur expression spontanée par les poules dans leur environnement, jusqu'à avoir au moins 20 min de films par situation. Cette durée a permis d'obtenir suffisamment d'images des différents comportements échantillonnés sur des jours différents, limitant ainsi les effets éventuels liés aux conditions extérieures. Cela a nécessité 2 à 3 semaines d'observation. Les tests ont été réalisés lors de la troisième semaine d'observation : d'abord le test de capture, puis les tests de récompense et frustration qui ont été menés

sur les mêmes journées. Lors du test de capture, toutes les poules ont été attrapées une par une et maintenues à deux mains à hauteur de la taille en bloquant les ailes pendant 1 min. Le test a été réalisé deux fois dans la même journée (matin et après-midi). Les tests de récompense et de frustration, de 2 min 30 s chacun, ont été réalisés dans un enclos (L : 118 cm x l : 57 cm x H : 58 cm) muni de parois opaques (H : 39 cm) afin d'empêcher les contacts visuels avec les congénères. Les poules ont été habituées la veille du premier test à l'enclos et à manger dans un bôcher transparent (diamètre : 7 cm, hauteur : 4 cm) contenant des vers de farine et un peu de sciure. Le bôcher était placé dans l'enclos. L'enclos était en permanence libre d'accès. Les deux tests ont été réalisés deux fois avec une journée de pause entre les répétitions. Le test de récompense était réalisé le matin et le test de frustration l'après-midi. Toutes les poules sont rentrées individuellement et volontairement dans l'enclos. Pour le test de récompense, les poules ont eu accès au bôcher contenant des vers de farine recouvert de sciure. Pour le test de frustration, le bôcher contenait des vers de farine sans sciure, mais un couvercle transparent empêchait d'y accéder. Tous les films ont été réalisés à l'extérieur du poulailler.

1.3. Extraction des images et mesures du taux de rouge de la face

La première étape a été d'extraire des images de profils de poules à partir des films vidéo. Pour cela, nous avons utilisé un script python qui extrayait automatiquement des images toutes les deux secondes et enregistrerait automatiquement les images contenant des profils de poule non pixélisés. Pour les tests de récompense et de frustration, il a été nécessaire d'extraire des images toutes les secondes pour obtenir suffisamment d'images analysables. Ensuite, nous avons effectué un second tri, manuel, pour s'assurer que les régions d'intérêt de la face étaient visibles (joue, oreillon, barbillon et crête), et que l'éclairage de ces régions était homogène et sans soleil direct. Pour chaque poule et chaque situation, 20 images ont été échantillonnées automatiquement en favorisant des images provenant de films différents, 1680 images au total (script python). Le nombre d'images par poule et par situation a été choisi à partir d'études précédentes (Arnould et al., soumis ; Bertin et al., 2023).

A partir de ces images, nous avons obtenu le taux de rouge des régions d'intérêt à l'aide du logiciel ImageJ. Jusqu'à 3 zones de 10 x 10 pixels ont été placées sur chaque région d'intérêt. Les proportions moyennes de rouge (R), vert (V) et bleu (B) de chaque région ont été obtenues, ce qui nous a permis de calculer le taux de rouge moyen : $R/(R+V+B)$ (Bertin et al., 2023). Un carré de 10 x 10 pixels a également été placé sur des plumes blanches afin de contrôler la balance des blancs dans les images.

1.4. Analyses statistiques

L'analyse statistique globale a été réalisée à l'aide d'un modèle linéaire mixte incluant les régions d'intérêt (joue, oreillon, barbillon et crête), les trois types de situations (V+/I-, V+/I+ et V-/I+), l'interaction des deux comme effets fixes et l'identité de la poule comme effet aléatoire. La fonction lmer du package lme4 du logiciel R (version 4.1.2) a été utilisée. La normalité des résidus et l'homogénéité des variances ont été confirmées à l'aide du package DHARMA. L'analyse post-hoc comparant les types de situations a été réalisée avec la fonction emmeans du package du même nom (p-values ajustées par la méthode de Tukey).

2. RESULTATS ET DISCUSSION

Le taux de rouge de la face de la poule change significativement en fonction des situations et des régions d'intérêt ($p < 0,002$). Pour toutes les régions d'intérêt (joue, oreillon, barbillon et crête), le taux de rouge de la peau différencie l'intensité des situations. Les situations de faible intensité sont associées à un taux de rouge plus faible que les situations de forte intensité (Figure 1). En effet, la peau est significativement moins rouge pour les situations V+/I- que dans les situations V+/I+ ($p \leq 0,039$ dans tous les cas) ou les situations V-/I+ ($p < 0,001$ dans tous les cas) (Figure 1). Les poules seraient donc moins rouges dans des situations de calme/contentement que dans des situations émotionnelles de forte intensité. Ce résultat est en accord avec ce qui est observé chez d'autres espèces d'oiseaux. La peau de la face des vautours charognards et des aras bleu et jaune est moins rouge dans des situations de calme (Bertin et al., 2018 ; Negro et al., 2006).

Le taux de rouge de la peau de la joue, de l'oreillon et du barbillon différencie également les situations à valence positive et négative de forte intensité. Dans les situations positives de forte intensité, la peau de la face est significativement moins rouge que dans les situations négatives de forte intensité pour la joue ($p < 0,001$), l'oreillon ($p = 0,039$), et le barbillon ($p = 0,006$). En revanche, il n'y a pas de différence significative entre les situations V+/I+ et V-/I+ pour le taux de rouge au niveau de la crête ($p = 0,157$). Ce rougissement lié à des états affectifs de forte intensité a déjà été observé chez les vautours et les aras. En effet, l'étude sur les vautours nubiens de Bamford *et al.* (2010) montre la présence d'un rougissement de la face et du cou dans un contexte de rencontre agonistique entre des congénères. La peau de la face des vautours charognards rougit elle aussi dans des contextes agonistiques, mais également dans un contexte positif, quand de la nourriture leur est donnée (Negro et al., 2006). Enfin, les joues des aras bleu et jaune rougissent lors d'interactions positives avec leur soigneur (Bertin et al., 2018 ; 2023).

Cependant, notre étude montre pour la première fois que l'observation de situations émotionnelles contrastées permet de révéler des différences de taux de rouge en fonction de la valence des émotions. Les poules rougissent dans les situations de forte intensité et ce rougissement est plus prononcé pour les situations à valence négative que positive. De plus, ce rougissement est observable à l'œil nu (Figure 2). Ces résultats confirment nos premiers résultats obtenus sur des poules de race pékin et meusienne juvéniles (Arnould et al., soumis).

La crête et le barbillon ont un taux de rouge significativement plus élevé que la joue et l'oreillon ($p < 0,001$ dans tous les cas). Ces deux régions sont des caractères sexuels secondaires chez la poule qui rougissent avec la maturation sexuelle et acquièrent d'autres fonctions, notamment dans les interactions sociales (relation de dominance) (O'Connor et al., 2011). Malgré tout, ces deux régions présentent des changements de couleur en fonction des situations émotionnelles, bien que ce soit moins marqué pour la crête. Enfin, la joue semble être la région discriminant le mieux les situations, les différences significatives entre les situations étant les plus marquées dans cette région.

CONCLUSION

En conclusion, nous montrons pour la première fois chez la poule domestique adulte que le rougissement, visible à l'œil nu, de la peau de leur face varie en fonction de la valence et de l'intensité de l'expérience émotionnelle. La peau de la face est moins rouge dans les situations de calme/contentement et elle rougit dans les situations de plaisir, de peur ou de frustration. Cependant, le rougissement est le plus intense lors des expériences émotionnelles à valence négative comparé aux expériences positives. Les variations de couleur de la peau pourraient permettre d'inférer l'état affectif de la poule et donc la manière dont elle perçoit les stimulations de l'environnement. Le taux de rouge pourrait venir enrichir les marqueurs de bien-être existant chez la poule, et notamment en ce qui concerne les états affectifs positifs de faible intensité comme le calme, particulièrement peu étudié. Par exemple, ce changement de couleur pourrait être utilisé pour évaluer la qualité de la relation entre l'humain et la poule.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier Manuela Leduc (<https://lehautmontmartre.com/>) pour l'accès qu'elle nous a donné à son élevage et pour les soins portés aux animaux. Nous remercions également la Région Centre-Val de Loire et INRAE pour le financement de thèse de D. Soulet ainsi que INRAE pour le financement du projet RED (méta-programme SANBA).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Alonso M.E., González-Montaña J.R., Lomillos J.M., 2020. *Animals*, (10), 385-398.
- Arnould C., Piégu B., Lefort G., Blache M-C., Parias C., Soulet D., Lévy F., Love S., Nowak R., Lansade L., Bertin A., soumis.
- Bamford A.J., Monadjem A., Hardy I.C.W., 2010. *Ethol.*, (116), 1163-1170.
- Benitez-Quiroz C.F., Srinivasan R., Martinez A.M., 2018. *PNAS*, (115), 3581-3586.
- Bertin A., Beraud A., Lansade L., Blache M-C., Diot A., Mulot B., Arnould C., 2018. *PLoS ONE*, (13), 1-12.
- Bertin A., Beraud A., Lansade L., Mulot B., Arnould C., 2020. *Behav. Processes*, (178), 104188-104193.
- Bertin A., Mulot B., Nowak R., Blache M-C., Love S., Arnold M., Pinateau A., Arnould C., Lansade L., 2023. *Behav. Processes*, (206), 104833-104840.
- Boissy A., Manteuffel G., Jensen M.B., Moe R.O., Spruijt B., Keeling L.J., Winckler C., Forkman B., Dimitrov I., Langbein J., Bakken M., Veissier I., Aubert A., 2007. *Physiol. & Behav.*, (92), 375-397.
- Descovich, K.A., Wathan J., Leach M.C., Buchanan-Smith H.M., Flecknell P., Farningham D., Vick S-J., 2017. *ALTEX*, (34), 409-429.
- Désiré L., Boissy A., Veissier I., 2002. *Behav. Processes*, (60), 165-180.
- Jones R.B., 1996. *Worlds Poult. Sci. J.*, (52), 131-174.
- Kumar A., 2010. *J. Threat. Taxa*, (2), 919-929.
- Matsumoto D., Ekman P., 2008. *Scholarpedia* (3), 4237-4248.

- McGrath N., Burman O., Dwyer C., Phillips C.J.C., 2016. Appl. Anim. Behav. Sci., (184), 80–90.
- Mendl M., Burman O.H.P., Paul E.S., 2010. Proc. R. Soc. B: Biol. Sci., (277), 2895–2904.
- Mendl M., Paul E.S., 2020. Neurosci Biobehav Rev, (112), 144–163.
- Negro J.J., Sarasola J.H., Fariñas F., Zorrilla I., 2006. Comp. Biochem. Physiol. Part A Mol. Integr. Physiol., (143), 78–84.
- O'Connor E.A., Saunders J.E., Grist H., McLeman M.A., Wathes C.M., Abeyesinghe S.M., 2011. Appl. Anim. Behav. Sci., (135), 293–299.
- Papageorgiou M., Goliomytis M., Tzamaloukas O., Miltiadou D., Simitzis P., 2023. Sustainability, (15), 10890–10917.
- Papini M.R., Penagos-Corzo J.C., Pérez-Acosta A.M., 2019. Front. Psychol., (9), 1–14.
- Richardson M., McEwan K., Maratos F., Sheffield D., 2016. Evol. Psychol. Sci., (2), 308–320.
- Russell J.A., 2003. Psychol. Rev., (110), (145–172).
- Waller B.M., Micheletta J., 2013. Emot. Rev., (5), 54–59.
- Widowski T.M., Duncan I.J.H., 2000. Appl. Anim. Behav. Sci., (68), 39–53.

Figure 1. Taux de rouge (médianes, interquartiles et valeurs individuelles) observés dans des situations émotionnelles contrastées en valence et intensité pour la joue, l'oreillon, le barbillon et la crête. V+/I- (repos, toilettage, mange) = situations à valence positive de faible intensité ; V+/I+ (bain de poussière, test de récompense alimentaire) = situations à valence positive de forte intensité ; V-/I+ (tests de capture et de frustration alimentaire) = situations à valence négative de forte intensité. Différentes lettres = différences significatives entre les situations émotionnelles ($p < 0,05$ - tests post-hoc)

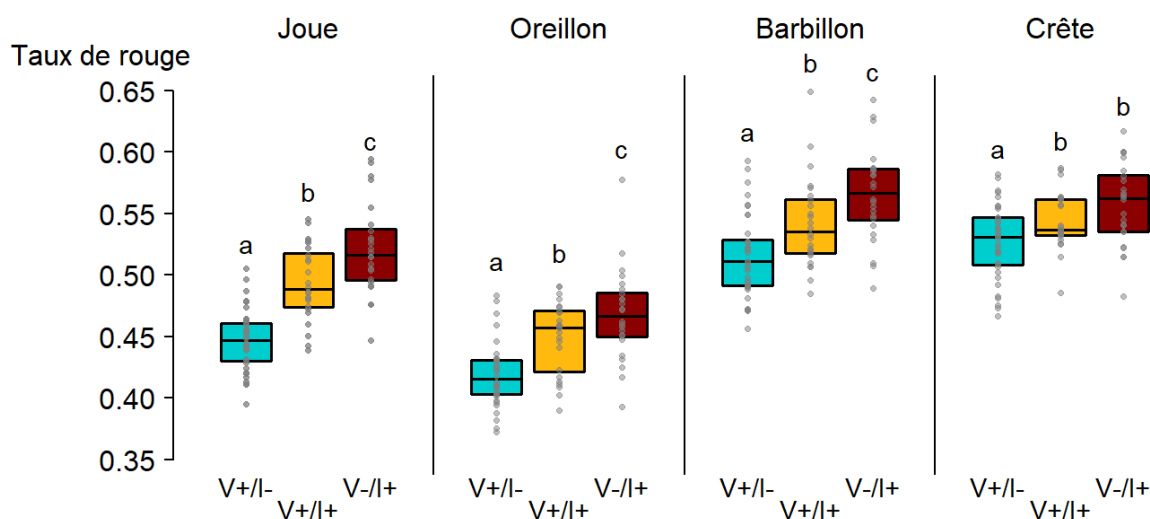
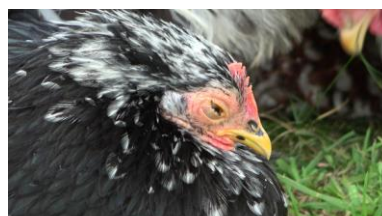
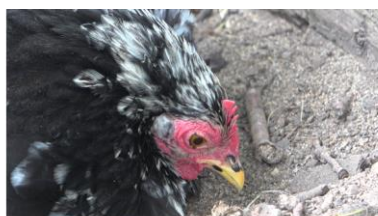


Figure 2. La même poule filmée lors de trois situations contrastées en valence émotionnelle et intensité. V+/I- = situation à valence positive de faible intensité ; V+/I+ = situation à valence positive de forte intensité ; V-/I+ = situation à valence négative de forte intensité.



V+/I- (repos)



V+/I+ (bain de poussière)



V-/I+ (capture)