

EVALUATION D'ENRICHISSEMENTS POUR AMELIORER LE BIEN-ETRE DES POULETS DE CHAIR

Estelle Guérin^{1*}, Mathilde Stomp^{1*}, Sophie Brajon², Félicie Aulanier³, Morgane Leroux⁴, Laura Warin⁵, Isabelle Bouvarel⁵

¹ ITAVI, 41, rue de Beaucemaine, 22440 PLOUFRAGAN, France

²ESA, 49000 ANGERS, France

³Chambre d'agriculture Bretagne, 22190 PLERIN, France

⁴LIT OUESTEREL, 44300 NANTES, France

⁵ITAVI, UMR BOA, BP1 – 37380 NOUZILLY, France

*Co-auteurs principales

guerin@itavi.asso.fr ; stomp@itavi.asso.fr

RÉSUMÉ

Face aux attentes sociétales, la filière avicole souhaite proposer des axes d'amélioration du bien-être des volailles en système claustré tout en maîtrisant les surcoûts économiques. La mise en place d'enrichissements physiques du milieu de vie semble bénéfique au bien-être des volailles. Cinq élevages du Grand-Ouest produisant des poulets de chair Ross308 ou JA987 ont été suivis entre mars et juin 2021 afin d'évaluer les forces et faiblesses d'enrichissements du point de vue de l'animal et de l'éleveur. Les enrichissements visaient à répondre à différents besoins comportementaux tels qu'explorer (blocs à picorer, ficelles, chaînettes, ballots de paille, ballons, sacs de granulés), se percher et se reposer (perchoirs plateformes, linéaires, ballots de paille, panneaux verticaux) et réaliser des bains de poussière (bac). D'une part, des observations comportementales des animaux (scan sampling toutes les 1-mn sur 5-mns et continuous sampling sur 5-mns, deux fois par jour) ont été effectuées et analysées par des tests de Kruskal-Wallis et Mann-Whitney. D'autre part, des entretiens semi-directifs avec les éleveurs ont été menés, analysés via une analyse descriptive thématique. Les enrichissements ont eu un impact sur les comportements des poulets : davantage d'oiseaux exploraient lorsqu'il y avait la présence d'un enrichissement à piquer que lorsqu'il n'y en avait pas (10% d'oiseaux/scan contre 2%, $p < 0,05$). Les panneaux verticaux, plateformes, perchoirs en A et ballots de paille ont particulièrement été plébiscités par les poulets pour se reposer. Toutefois, moins de toilettage ont été constatés sur les perchoirs fins (-20% d'oiseaux/scan se toilettent sur les perchoirs linéaires comparativement aux perchoirs plateformes, $p < 0,05$). Les poulets semblaient préférer être plus au contact, notamment perchés, des perchoirs à surfaces larges (60% d'animaux au contact de l'enrichissement/scan contre 10% si perchoirs fins, $p < 0,001$). Des analyses multicritères ont permis d'identifier des enrichissements à privilégier tels que les ballots de paille, bénéfiques pour les poulets grâce à leur double fonction (perchage et picorage) et les éleveurs (peu couteux, repaillage, pas de nettoyage). Cette étude montre que l'ajout d'enrichissements permettrait de mieux satisfaire, plus ou moins spécifiquement selon leur type, certains besoins essentiels du poulet. Il apparaît important d'apporter différents types d'enrichissements pour que les poulets puissent exprimer la totalité de leur répertoire comportemental et ainsi améliorer leur bien-être.

ABSTRACT

In response to societal expectations, poultry industry intends to propose ways to improve poultry welfare in indoor systems while controlling the economic costs. The implementation of physical enrichment in the living environment seems particularly beneficial for the poultry welfare. Five farms in France producing broilers from Ross308 or JA987 strains were monitored between March and June 2021. The goal was to evaluate the strengths and weaknesses of enrichments from the animal and farmer's point of views. The enrichments were designed to meet different behavioral needs such as exploring (pecking blocks, strings, chains, straw bales, balloons, bag of pellets), roosting and resting (platform perches, linear perches, straw bales and vertical panels) and dust bathing (boxes). First, behavioral observations of the animals (1-min scan-sampling for 5-min and 5-min live observation using continuous sampling, twice per day) were performed and analyzed using Kruskal-Wallis and Mann-Whitney tests. Then, semi-structured interviews with farmers were conducted and analyzed by thematic descriptive analysis. Enrichments had an impact on the broilers' behaviour: more animals were seen exploring when there was an enrichment for pecking than when there was nothing (10% of animals/scan against 2%, $p < 0.05$). They seemed less stable on thin perches than on platform perches (-20% of animals/scan grooming on thin perches, $p < 0.05$) and preferred to perch on large surfaces (60% of animals/scan against 10% if thin perches, $p < 0.001$). Multi-criteria analyses based on the interviews and behavioral analysis allowed at identifying suitable enrichments such as straw bales, which were favorable both for broilers due to their dual function (perching and pecking) and farmers (repacking litter). This study shows that some basic needs of broilers are satisfied by the presence of enrichments. It is important to provide different types of enrichments so that broilers can exhibit their full behavioral repertoire and thus have an improved welfare.

INTRODUCTION

Les poulets, comme les autres animaux, ont des besoins comportementaux propres à leur espèce qu'ils expriment au cours de leur journée et de leur vie. Le répertoire comportemental des poulets se caractérise majoritairement par le fait de courir librement, picorer, gratter le sol, interagir avec des congénères, battre des ailes, se toiletter, ou encore se reposer et dormir sans être dérangés (Bessei, 2006). Ces comportements constituent des besoins, c'est-à-dire une exigence de survie et de qualité de vie liée au maintien de l'homéostasie et aux motivations comportementales (ANSES., 2018).

En système d'élevage standard, les poulets sont élevés dans des milieux homogènes qui ne leur permettent pas d'exprimer pleinement leur répertoire comportemental. En effet, l'appauvrissement du milieu ne permet pas la satisfaction de certains besoins, comme le besoin de se percher par exemple et cela est source de frustration. La répétition de la frustration dans le temps aboutit à un état de stress chronique pouvant accroître le risque de maladie (Bergmann et al., 2017; de Jong et al., 2021).

La mise en place d'enrichissements en élevage s'impose comme une solution pour stimuler les animaux et ainsi répondre aux besoins comportementaux essentiels à leur bien-être (Bergmann et al., 2017; de Jong et al., 2021). De plus, proposer un environnement diversifié aux animaux permet d'avoir un impact positif sur l'état de bien-être général des animaux, leur laissant la possibilité d'avoir plus de choix et de contrôle sur leur environnement (Hoeks et al., 2011).

L'ITAVI a mené un projet mêlant observations comportementales et entretiens semis directifs avec des éleveurs pour évaluer les enrichissements mis en place en élevage de poulets de chair standards. A travers une évaluation multicritères, cette étude visait à proposer les meilleures solutions améliorant le bien-être des animaux et répondant aux attentes de l'éleveur.

1. MATERIELS ET METHODES

L'étude a été menée auprès de 5 éleveurs de poulets de chair standard en Bretagne et Pays de la Loire disposant d'enrichissements innovants. Au total, 12 enrichissements différents ont été étudiés, divisés en quatre grandes catégories en fonction des besoins auxquels ils répondent : explorer (ballot de paille, bloc à picorer, ficelle, ballon, sac de granulés), se percher (perchoirs plateformes, perchoir linéaire sur treuil, sur pieds, perchoirs en A et ballot de paille), faire des bains de poussière (bacs à bain de poussière), se protéger lorsqu'ils sont au repos (panneaux verticaux).

Les animaux observés étaient des poulets de souche Ross308 ou JA987, en élevages commerciaux, élevés à des densités allant de 19 à 22 poulets au m². Un lot a été suivi par élevage. Plusieurs enrichissements différents étaient présents pour chacun des lots et tous les enrichissements étudiés ont été observés pour les

deux souches, exceptés les ficelles, panneaux verticaux et perchoirs linéaires en A uniquement chez la souche JA987.

Chaque visite se divisait en deux étapes successives, un entretien semi-directif avec les éleveurs suivi d'observations comportementales en bâtiments.

Entretiens avec les éleveurs

Les entretiens semi-directif d'une heure en moyenne ont été menés auprès des éleveurs rencontrés dans le but de les laisser s'exprimer et développer librement sur leurs points de vue. Ils ont été menés avant l'observation des animaux pour éviter de biaiser les propos des éleveurs enquêtés. Chaque entretien a été enregistré à l'aide d'un dictaphone pour une meilleure retranscription du discours. Les éléments clés (i.e. *verbatim*, avis donnés concernant le prix, le confort, le nettoyage et le bien-être liés aux enrichissements) de chaque entretien ont ainsi été saisis sous une grille de dépouillement EXCEL[®] 2019 puis analysés via une analyse descriptive thématique.

Observations comportementales

Des observations du comportement des poulets ont été réalisées par un même observateur, situé à 2 m de la zone comprenant un enrichissement et des zones témoins (i.e., sans enrichissement). Des zones de 1 m de rayon autour du barycentre de l'enrichissement (zone enrichie) (ou d'un point neutre dans le bâtiment concernant les zones témoin) ont été définies, de sorte de pouvoir observer les animaux à la fois au contact direct de l'enrichissement ou simplement au sol, proche de celui-ci. Différents comportements ont été relevés par l'observateur, selon deux méthodes distinctes. Les comportements de bain de poussière, toilettage, secouement, battement des ailes, étirement des pattes, picage agressif et interaction positives ? avec les congénères ont été observés de manière continue pendant 5 minutes selon la méthode *ad libitum*. D'autre part, les comportements explore, debout, au repos ont été observés par la méthode de *scan sampling* (Altmann, 1974), en faisant un comptage du nombre d'animaux exprimant le comportement toutes les minutes pendant 5 minutes. Afin de faciliter les observations, une photographie dynamique a été réalisée chaque minute à l'aide de la fonction « live » d'un téléphone portable (Apple[®] SE) pour permettre le comptage du nombre de poulets à posteriori. Le nombre d'animaux en contact physique avec l'enrichissement a été également comptabilisé à cette occasion.

Les observations ont été effectuées une semaine avant abattage (individus âgés de 28 à 38J selon les élevages, 33±4J) sur des poulets pesant de 1,33 à 2,55 kg ($X=2\pm 0.5$ kg). 2 sessions d'observations (sur deux zones distinctes) ont été réalisées par type d'enrichissement et par élevage, ainsi que pour les zones témoin. Les comportements ont été relevés le matin et l'après-midi de chaque visite.

Statistiques

Les données comportementales récoltées dans cette étude ne suivant pas une loi normale, l'analyse statistique a été réalisée sous forme de comparaison des rangs à l'aide de tests non paramétriques de Kruskal-Wallis, pour comparer les occurrences moyennes de comportements selon les types d'enrichissement, et de Mann-Whitney, en cas de différence significative pour évaluer les différences entre enrichissements deux à deux, grâce à RStudio®.

Analyses multicritères

Afin d'obtenir une évaluation globale de chacun des enrichissements, une analyse multicritère a été réalisée, basée sur les critères suivants : semble remplir les besoins comportements des poulets (*i.e.* plus de comportements cibles sont observés sur l'enrichissement en comparaison des zones témoins et autres enrichissements), opinion des éleveurs concernant la satisfaction au travail, la pénibilité physique, le coût et les conditions de nettoyage liés aux enrichissements. Cette analyse avait pour objectif de trouver le meilleur compromis pour l'amélioration du bien-être des animaux tout en prenant en compte l'avis de l'éleveur.

2. RESULTATS ET DISCUSSION

Entant donné les faibles effectifs de cette étude (*i.e.* 5 lots, dont un seul lot de JA987), l'effet de la souche, de l'âge ainsi que du poids des animaux n'ont pu être étudiés.

Des différences d'expression des comportements de repos, exploration, toilettage, étirement des pattes et se secoue ont été observées entre les zones témoin et celles comprenant des enrichissements de type repos/perchage (Tests de Mann-Whitney, $0,01 < p < 0,02$) et exploration ($0,0003 < p < 0,02$). En revanche, aucune différence significative n'a été noté concernant les comportements de bain de poussière battement des ailes, picage et interactions positives ($p > 0,05$), et ce quel que soit les types d'enrichissements. Enfin, aucune différence significative n'a été constaté entre les zones contenant des bacs à bain de poussière et les zones témoins, pour l'ensemble des comportements étudiés ($p > 0,05$).

2.1. Permettre le repos et le perchage

La Figure 1 montre que plus d'animaux étaient plus en contact physique (*i.e.* directement perchés ou au contacts des parois au sol) avec les « ballots de paille » et les « plateformes » que les perchoirs en A et linéaires. Ceci peut s'expliquer en partie par la surface plus importante de ces enrichissements, permettant aux animaux d'y être plus nombreux pour s'y percher. De plus, vue la conformation des poulets à croissance rapide, l'accès à des surfaces larges et donc stables, facilité par des rampes à pente douce pour les plateformes, semble favoriser leur équilibre (LeVan et al., 2000). Par ailleurs, les surfaces larges pourraient assurer un repos de meilleure qualité en permettant

aux poulets de se réfugier en dehors de la zone de passages de leurs congénères. Elles pourraient également permettre d'offrir aux poulets des zones « d'abris » (*i.e.*, le dessous des plateformes et les côtés des ballots de pailles) pour échapper à des interactions négatives avec des congénères et/ou éviter les dérangements pour un meilleur repos (Cornetto and Estevez, 2001). En effet, en moyenne, $95,3 \pm 3,2\%$ des poulets par scan étaient au repos sur les zones contenant des plateformes. Par ailleurs les données montrent qu'il existe une différence significative du pourcentage d'animaux au repos selon le type d'enrichissement présent dans la zone (Test de Kruskal-Wallis $\chi^2 = 8,03$; $p = 0,04$). Toutefois, aucune différence significative n'a pu être mise en évidence en comparant les enrichissements deux à deux, bien que les zones contenant les panneaux verticaux et les perchoirs en A semblent particulièrement appréciés des poulets pour se reposer ($99,1 \pm 0,7\%$ et $98,1 \pm 0,5\%$ des individus présents dans la zone au repos par scan respectivement, contre $94,9 \pm 3,8\%$ pour les perchoirs linéaires et $92,4 \pm 4,3\%$ pour les ballots de pailles). De plus, aucune différence significative du nombre d'animaux au repos entre les zones témoins et celles contenant un enrichissement favorisant le repos et le perchage n'a été constatée (Tests de Mann-Whitney, $p > 0,05$). S'il est difficile à ce stade de conclure quant à l'effet positif de ces enrichissements sur le repos des poulets, les résultats montrent tout de même qu'un nombre significativement supérieur d'animaux a été observé sur les zones contenant une plateforme ($45,6 \pm 10,7$ poulets) ou des panneaux verticaux ($32,3 \pm 6,6$) comparé aux zones témoin ($27,3 \pm 11$) (Mann-Whitney, $p < 0,001$ et $p = 0,05$ respectivement), suggérant que ces enrichissements semblent davantage plébiscités par les animaux pour le repos que les zones nues. L'éleveur disposant du système de panneaux confiait avoir observé que ses poulets avaient « tendance à se coucher contre les panneaux comme ils le font sur les côtés du bâtiment ».

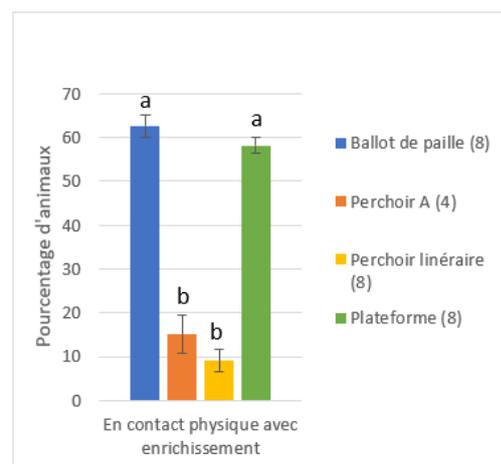


Figure 1 : Pourcentage moyen d'animaux présents dans la zone d'observation étant en contact physique avec l'enrichissement. Deux lettres différentes indiquent une différence significative (tests

de Mann-Whitney, $p < 0,05$). Le nombre de zones observées par condition est indiqué entre parenthèses.

Par ailleurs, la figure 2 montre que les animaux effectuent davantage de toilette sur 5 minutes sur les zones comprenant des enrichissements à surface larges (ballots de paille ($\bar{X}=26 \pm 2,2$ fois) et les perchoirs de type plateformes ($\bar{X}=30 \pm 1,9$) que sur les surfaces étroites (perchoirs linéaires ($\bar{X}=9 \pm 2,4$) et perchoirs en A ($\bar{X}=16 \pm 2,5$)) (Mann-Whitney, $p < 0,05$).

Les perchoirs linéaires et les perchoirs en A, majoritairement utilisés pour une fonction de repos, ne semble cependant pas offrir aux animaux une surface suffisamment large et stable pour se toiletter par rapport aux enrichissement plus larges et même le sol (zones témoins). En effet, les poulets à croissance rapide ont tendance à avoir un faible équilibre et peu de force pour se maintenir en raison du fort développement de leurs pectoraux entraînant un centre d'inertie en avant (LeVan et al., 2000).

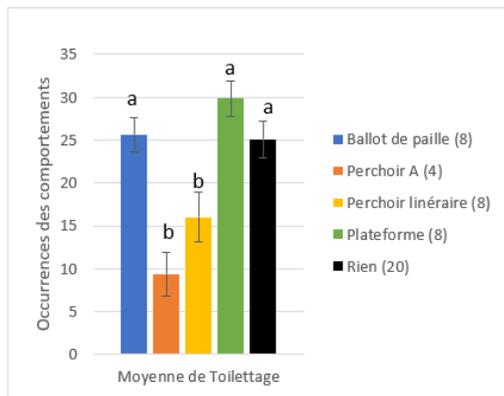


Figure 2 : Occurrences du comportement toiletteage en fonction du type d'enrichissement. Deux lettres différentes indiquent une différence significative (tests de Mann-Whitney, $p < 0,05$). Le nombre de zones observées par condition est indiqué entre parenthèses.

Côté éleveurs, les professionnels expriment une certaine satisfaction à voir les plateformes utilisées par les animaux. « Ça me fait plaisir de les voir perchés, on voit qu'ils aiment ça ». « Au début j'étais un peu sceptique mais au final on peut pas le nier, les poulets ils adorent ça ». Toutefois, le poids de la structure et son nettoyage représentent les inconvénients majeurs de cet enrichissement. Les ballots de paille sont également très appréciés des éleveurs car ils observent qu'ils permettent de stimuler différents comportements des animaux. Les éleveurs insistent sur le fait qu'il s'agit d'un enrichissement naturel dont ils peuvent utiliser la paille comme substrat de litière une fois les ballots déstructurés par les animaux.

2.2. Stimuler l'activité exploratoire

Concernant les enrichissements à explorer, les oiseaux exploraient significativement plus leur environnement sur les zones présentant un enrichissement à piquer,

tout type confondu (i.e., bloc à picorer, ficelle, ballot de paille, ballon, chaînette, sac de granulés) (10% d'oiseaux qui explorent/scan) que sur les zones témoins (2% d'oiseaux qui explorent/scan) (Mann-Whitney, $p < 0,05$). Cependant, certains enrichissements semblaient stimuler davantage l'exploration des poulets que d'autres. En effet, la figure 3 montre que les animaux semblent effectuer davantage un comportement exploratoire sur les enrichissements dégradables tels que les ficelles, les ballots de paille » et les blocs à picorer que sur les ballons et les sacs de granulés. Néanmoins, aucun test statistique n'a été réalisé car le nombre de répétition n'était parfois pas suffisant ($N < 4$). Il serait donc nécessaire de répéter l'expérience avec un plus grand échantillon afin de vérifier ces résultats.

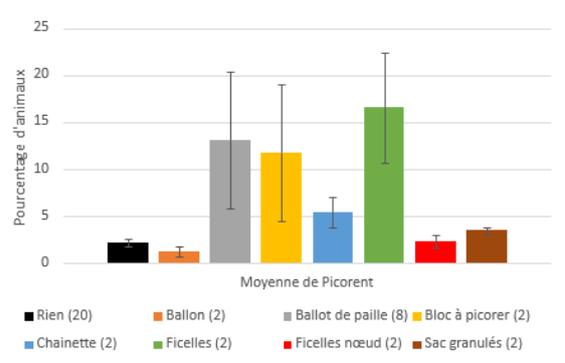


Figure 3 : Pourcentage d'animaux qui picorent selon le type d'enrichissement présent dans la zone. Pas de tests statistiques effectués car l'effectif ($N < 3$) est insuffisant pour effectuer des statistiques. Le nombre de zones observées par condition est indiqué entre parenthèses.

Côté éleveurs, le ballot de paille est l'enrichissement le plus apprécié de par leur double fonction de perchage et d'exploration. Ils expriment ensuite une satisfaction pour les ficelles : « ça ne me coûte absolument rien et ça fait un enrichissement en plus », par rapport à des blocs à picorer pour lesquels il est nécessaire de prévoir plus de manutention et qu'il faut acheter à chaque début de lot. D'après un des éleveurs, les ficelles sans nœuds apparaissent particulièrement appréciées des poulets car « les poulets s'amuse à tirer sur les fibres et les défaire ».

2.3. Permettre les bains de poussière

Aucune différence significative n'a été observé concernant les occurrences de bain de poussière entre les zones pourvues de bacs prévus à cet effet et les zones témoins (Test de Kruskal Wallis $\chi^2 = 3,45$, $p = 0,18$). Le fait que ce comportement ait tendance à diminuer avec l'âge des animaux pourrait expliquer ce résultat. En effet, en fin de lot la litière ainsi que le substrat présent dans les bacs sont probablement plus souillés qu'en début de lot, or on sait que les poulets effectuent des bains de poussière lorsqu'ils ont accès à un substrat sec et friable avec de fines particules et un espace disponible suffisant afin d'effectuer les mouvements (Hoeks et al., 2011). Globalement, les

éleveurs rencontrés sont quant à eux très satisfaits par la mise en place de ce type d'enrichissement qui est facilement réalisable (encadrement de bois ou bien des petites boîtes en carton avec du substrat).

Tableau 1 : Evaluation multicritères des différents enrichissements selon leur fonction. Légende : Vert = évaluations positives, critère satisfaisant, Jaune = évaluation moyenne retour moyen, Orange = évaluation négative, entraîne une contrainte par rapport à la situation initiale, Gris = enrichissement non gardé d'un lot à l'autre.

| Fonction | Enrichissement | Observations des animaux | Entretiens des éleveurs | | | |
|------------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|-----------------------|--------|------------------------|
| | | Besoins comportementaux | Satisfaction au travail | Pénibilités physiques | Coût | Nettoyage désinfection |
| Perchage, repos | Plateforme | Vert | Vert | Orange | Orange | Orange |
| | Perchoir sur pieds | Jaune | Vert | Vert | Vert | Vert |
| | Perchoir treuil | Jaune | Vert | Vert | Vert | Vert |
| | Perchoir en A | Jaune | Vert | Vert | Vert | Orange |
| | Panneaux verticaux | Vert | Vert | Vert | Vert | Vert |
| Perchage, repos, exploration | Ballot de paille | Vert | Vert | Vert | Vert | Gris |
| Exploration | Bloc à picorer | Vert | Jaune | Jaune | Orange | Gris |
| | Ficelles | Vert | Vert | Vert | Vert | Gris |
| | Sac de granulés | Jaune | Vert | Vert | Vert | Gris |
| | Ballons | Jaune | Vert | Vert | Vert | Vert |
| | Chainettes | Jaune | Vert | Vert | Vert | Vert |
| Bain de poussière | Bac à bain de poussière | Jaune | Vert | Vert | Vert | Vert |

Analyse multicritères

Le tableau 1 récapitule les appréciations des différents enrichissements pour l'ensemble des paramètres de l'analyse multicritères. En ce qui concerne les besoins

de perchage et de repos, il semblerait que les plateformes, les ballots de paille et les panneaux verticaux soient particulièrement efficaces pour satisfaire les besoins comportementaux des poulets. Toutefois, les plateformes imposent certaines contraintes aux éleveurs sur différents aspects, ce qui entache l'évaluation globale de cet enrichissement. A l'inverse, les panneaux verticaux et ballots de paille remplissent globalement l'ensemble des critères d'évaluation des éleveurs (peu coûteux, réutilisables, nettoyage simple). Au vu de ces résultats préliminaires, l'utilisation de ces enrichissements ne peut être qu'encouragée. D'autant plus que les ballots de paille, à l'instar des autres objets friables (*i.e.* ficelles et blocs à picorer), permettent également de stimuler les comportements exploratoires. En revanche, bien qu'appréciées des éleveurs pour leur praticité, les chainettes, tout comme les ballons ou les sacs de granulés sont moins efficaces. Enfin, si les bacs à bains de poussière sont appréciés des éleveurs, ils ne semblent pas remplir leur fonction à un âge avancé des poulets. Un meilleur entretien du substrat de ces bacs pourrait stimuler davantage les animaux. L'efficacité de ces bacs à un âge plus jeune serait par ailleurs intéressante à étudier.

CONCLUSION

Cette étude préliminaire montre que certains enrichissements du milieu de vie permettraient de promouvoir les comportements naturels des poulets de chair en système de production standard et par conséquent satisfaire certains de leurs besoins. Tous les besoins comportementaux des poulets sont importants (Bergmann et al., 2017). Ainsi, pour que les poulets puissent exprimer la totalité de leur répertoire comportemental et avoir un meilleur état de bien-être, il est nécessaire de mixer les objectifs d'enrichissements mis à disposition des animaux (*i.e.*, perchage, repos, exploration, et bain de poussière). En ce sens, le ballot de paille apparaît particulièrement intéressant au vu de sa double fonction qui permet à la fois l'exploration et le perchage des animaux. Par ailleurs, cet enrichissement permet également de satisfaire les attentes des éleveurs. Globalement, les éleveurs rencontrés affichaient une vision positive de la mise en place des enrichissements dans leurs élevages. Ils mentionnaient tout de même un bémol au niveau de l'aspect économique et de la charge de travail supplémentaire pour certains types d'enrichissement.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Altmann J 1974. Observational Study of Behavior: Sampling Methods. Behaviour 49, 227–266.
- Bergmann S, Schwarzer A, Wilutzky K, Louton H, Bachmeier J, Schmidt P, Erhard M and Rauch E 2017. Behavior as welfare indicator for the rearing of broilers in an enriched husbandry environment—A field study. Journal of Veterinary Behavior 19, 90–101.
- Bessei W 2006. Welfare of broilers: A review. World's Poultry Science Journal 62, 455–466.
- Cornetto T and Estevez I 2001. Behavior of the Domestic Fowl in the Presence of Vertical Panels. Poultry Science 80, 1455–1462.
- Hoeks, C., Bokkers, E., Bos, B., de Jong, I., Janssen, A., & Koerkamp, P. G. (2007). Brief of Requirements of the Broiler. Poultry Science, 9, 109-117.

- de Jong IC, Blaauw XE, van der Eijk JAJ, Souza da Silva C, van Krimpen MM, Molenaar R and van den Brand H 2021. Providing environmental enrichments affects activity and performance, but not leg health in fast- and slower-growing broiler chickens. *Applied Animal Behaviour Science* 241, 105375.
- LeVan NF, Estevez I and Stricklin WR 2000. Use of horizontal and angled perches by broiler chickens. *Applied Animal Behaviour Science* 65, 349–365

