



HAL
open science

yOGA - Développement d'un outil de gestion du bien-être et de la santé des volailles

Pauline Creach, Laura Warin, Pascal Galliot, Christophe Souchet, Isabelle Bouvarel

► To cite this version:

Pauline Creach, Laura Warin, Pascal Galliot, Christophe Souchet, Isabelle Bouvarel. yOGA - Développement d'un outil de gestion du bien-être et de la santé des volailles. *Innovations Agronomiques*, 2021, 82, pp.441-452. 10.15454/ck2p-fp07 . hal-04433024

HAL Id: hal-04433024

<https://hal.inrae.fr/hal-04433024>

Submitted on 1 Feb 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

yOGA – Développement d'un outil de gestion du bien-être et de la santé des volailles

Créach P.¹, Warin L.¹, Galliot P.¹, Souchet C.¹, Bouvarel I.¹

¹ ITAVI (Institut Technique de l'Aviculture), F-75009 Paris

Correspondance : creach@itavi.asso.fr

Résumé

Garantir aux consommateurs un élevage respectueux du bien-être animal est la base du métier d'éleveur de volailles, mais la société civile demande plus de transparence sur les pratiques d'élevage. Le bien-être et la santé de l'animal peuvent être évalués selon différentes méthodes, et les nouvelles technologies présentent une opportunité de réaliser des mesures en continu et en temps réel. Le projet yOGA visait à valider le fonctionnement d'un algorithme d'analyse d'image Optical Flow mis au point par l'Université d'Oxford comme outil de monitoring du bien-être en élevage de poulets de chair. Il est basé sur l'analyse des mouvements de l'ensemble des animaux présents dans le champ d'observation. Des données ont été collectées sur 21 lots de poulets de chair, dans 5 élevages différents : performances techniques, relevés des événements sanitaires et traitements associés, évaluations du bien-être avec la méthode EBENE[®] qui était en cours de développement, notation des pododermatites, de brûlures de tarses et de la démarche... Il était prévu de relier les données collectées en élevage aux résultats Optical Flow mais l'Université d'Oxford n'a pas été en capacité d'extraire les informations des enregistrements vidéos. C'est pourquoi l'étude a porté sur l'analyse de sensibilité des mesures EBENE[®] ainsi que leurs liens avec d'autres mesures plus classiques (densité, croissance, pododermatites...). L'analyse des résultats a permis de montrer l'intérêt de la méthode EBENE[®] avec une sensibilité moyenne à forte des critères de bien-être EBENE[®]. De nombreuses corrélations sont apparues entre les indicateurs EBENE[®] et des données plus classiques. Notamment, l'expression des comportements naturels de l'espèce est liée à la densité des animaux et à leur état sanitaire. Les lésions observées à l'abattoir sur les pattes sont la conséquence des conditions environnementales et se traduisent par une modification du comportement des animaux en élevage.

Mots-clés : Bien-être, comportement, poulet de chair.

Abstract: yOGA – Development of a tool for managing the welfare and health of poultry

Ensuring consumers that animals are kept in a way that respects animal welfare is the basis of poultry farming, but civil society is calling for more transparency on farming practices. Animal welfare and health can be assessed using different methods and new technologies. They present an opportunity to carry out continuous and real-time measurements. The yOGA project aimed at validating the operation of an image analysis algorithm, Optical Flow, developed by the University of Oxford as a tool for monitoring welfare in broiler farms. It is based on the analysis of the movements of all the animals present in the field of observation. Data were collected from 21 broiler batches from 5 different farms: technical performances, records of health events and associated treatments, evaluations of welfare with the EBENE[®] method which was under development, scoring of footpad dermatitis, hockburns and gait scoring. It was planned to link the data collected on the farm to the results of Optical Flow but Oxford University was not able to extract the information from the video recordings. Therefore, the study focused on sensitivity analysis of the EBENE[®] measurements and their relationship to other more traditional data such as density, growth, gait scores, footpad dermatitis and hockburns. Analysis of the results showed the value of the EBENE[®] method with a medium to high sensitivity of the EBENE[®] criteria. Numerous correlations appeared between the EBENE[®] indicators and more traditional data. In particular, the expression of the natural behaviour of the species is linked to the density of animals and

their health status. The lesions observed at the slaughterhouse on the legs are the consequence of environmental conditions and result in a change in the behaviour of the animals on the farm.

Keywords: Welfare, behaviour, broiler.

1. Introduction

1.1 Etat de l'art

L'importante sensibilité des citoyens à la condition des animaux pousse la filière avicole à mettre en place des moyens permettant de rendre compte du bien-être et de la santé des volailles. Pour répondre à cette demande sociétale grandissante, des méthodes existent pour évaluer le bien-être animal en élevage. Ces méthodes sont avant tout basées sur l'observation des animaux en élevage par des personnes formées. L'ITAVI a notamment développé la méthode EBENE® d'auto-évaluation du bien-être des volailles en concertation avec la filière et la recherche. Des Organisations Non Gouvernementales welfaristes ont également été consultées (CIWF, Welfarm). EBENE® est une méthode pratique réalisée en moins d'une heure la semaine précédant l'abattage. Elle débute par la collecte d'informations générales sur l'élevage puis une observation directe des animaux pour recueillir des indicateurs comportementaux et sanitaires, en suivant un cadre précis décrit par Bignon *et al.* (2017). A l'issue d'une évaluation, les points forts et les points faibles du lot évalué sont mis en avant. Des leviers d'action sont listés pour aider l'éleveur à améliorer le bien-être des futurs lots mis en place. Dans l'objectif de disposer de mesures en continu sur les animaux, l'élevage de précision ouvre un champ nouveau. Il devrait permettre d'identifier un écart à un comportement attendu de façon à prendre immédiatement des mesures correctives. D'après Rowe *et al.* (2019), une majorité des articles relatifs à l'élevage de précision utilise l'analyse d'images pour mesurer le bien-être en aviculture (42 % sur un total de 264 publications). En effet, les systèmes de caméra de surveillance associés à des techniques de traitement de l'image sont des moyens peu coûteux de fournir des mesures objectives du comportement des volailles dès le plus jeune âge, sans avoir à entrer dans le bâtiment d'élevage, qui implique des changements comportementaux des animaux.

La plus répandue des méthodes d'analyse vidéo repose sur le comptage et l'identification de petits carrés (pixels) qui s'allument et s'éteignent pour une période de temps donnée. Plus précisément, ces méthodes analysent la variation de brillance ou intensité de pixels (sont-ils allumés ou éteints) par zone d'une image, à la fois dans le temps et dans l'espace. L'idée générale de ces méthodes repose sur la relation entre le nombre de pixels qui s'allument et s'éteignent et l'activité des animaux dans une unité de surface déterminée. Cette méthode est utilisée par exemple dans l'algorithme d'analyse d'image appelé Optical Flow. Ce dernier utilise des caméras pour la prise de vue et analyse le flux, c'est-à-dire les mouvements de l'ensemble des animaux présents dans le champ d'observation. L'algorithme Optical Flow détecte les changements de brillance des images acquises et analyse la distribution des valeurs de brillance. Il permet une évaluation du bien-être des poulets tout au long de la vie des poulets de chair et à l'échelle du groupe d'animaux. Seuls les résultats des calculs, utiles pour l'analyse, sont stockés, ce qui évite d'encombrer la mémoire avec les images et permet ainsi un enregistrement pendant plusieurs mois.

L'analyse Optical Flow peut être faite à l'échelle du pixel mais, pour alléger le traitement, chaque image est divisée en bloc de pixels, exactement 1200 blocs de 84 pixels chacun. Ces changements sont combinés pour donner une estimation des vecteurs de vitesse locaux illustrant le mouvement du groupe de volaille. L'algorithme génère ensuite, de façon automatique et en continu sur toute la durée de vie des volailles, quatre valeurs statistiques agrégées sur des séquences de 15 minutes (moyenne, variance, dissymétrie et aplatissement) (Dawkins *et al.*, 2009). L'Optical Flow a été utilisé dans 24 bâtiments de 33 000 à 35 000 poulets de chair. Les données générées quotidiennement sur 35 jours sont significativement corrélées au % de mortalité (% élevé), au score de démarche (mauvaise

démarche) et à la prévalence de brûlures de tarse (score de sévérité élevée) (Dawkins *et al.*, 2012) et de pododermatites (Dawkins *et al.*, 2013).

Selon Dawkins *et al.* (2013), les animaux dont le bien-être est dégradé ont une moyenne de flux réduite tandis que la dissymétrie et l'aplatissement de la courbe de distribution des flux sont augmentés, suggérant l'existence de mouvements anormaux : par exemple, si la distribution est déplacée vers les valeurs basses, cela signifie que les poulets bougent moins que la moyenne. Les valeurs élevées du coefficient d'aplatissement signent l'existence de mouvements très lents causés par des boîtes observées sur les animaux.

D'autre part, l'étude de Colles *et al.* (2016) montrent, sur 31 lots de poulets de chair étudiés, que le système Optical Flow permet de détecter des lots positifs à *Campylobacter* dans les 7 à 10 premiers jours du lot. Les lots positifs à *Campylobacter* bougent moins (moyenne de flux réduite) et le coefficient d'aplatissement (kurtosis) est plus élevé par rapport aux lots négatifs à *Campylobacter*.

D'autres systèmes d'analyse sont basés sur les mêmes principes d'analyse d'image mais permettent d'évaluer l'activité et la distribution des animaux dans le bâtiment sur toute la durée du lot (De Montis *et al.*, 2013). Le taux d'occupation des volailles est calculé pour chacune des zones par le ratio entre le pourcentage de pixels représentant un poulet (pixels allumés) et le nombre total de pixels de la zone.

1.2 Objectifs du projet yOGA

Le projet yOGA avait pour objectif de valider le fonctionnement du système Optical Flow comme outil de monitoring du bien-être en élevage commercial de poulets de chair et de proposer des seuils d'alerte pour détecter précocement des épisodes sanitaires ou de dégradation du bien-être. Le système Optical Flow est basé sur l'analyse des mouvements de l'ensemble des animaux présents dans le champ d'observation. Le projet yOGA s'inscrit dans le cadre d'un projet européen AWAP "Validation of automated welfare assessment for poultry", coordonné par Marian Stamp Dawkins, et a été déposé au financement ANIWhA en février 2015. Comme dans yOGA, ce projet européen visait à valider les données issues du système d'Optical Flow, relatives aux déplacements des animaux, en collectant des données technico-économiques, d'ambiance, de qualité de poussins, de bien-être et de santé des poulets dans plusieurs pays européens (Suisse, France et Angleterre). Le projet AWAP s'intéressait aussi à vérifier la sensibilité du système d'analyse d'images Optical Flow pour détecter précocement des lots positifs à *Campylobacter* ou à *Salmonella*.

2. Matériel et Méthodes

2.1 Cinq élevages commerciaux de poulets de chair

Cinq élevages de poulets de chair ont été sélectionnés en lien avec leurs organisations de production respectives (LDC Amont et Sanders). Dans l'objectif d'identifier des différences en termes de bien-être animal, les élevages sélectionnés présentaient des profils sanitaires différents et des types de sol différents (béton et terre battue). Les poulets étaient uniquement de souche à croissance rapide Ross 308 (lourds sexés de 45 jours et standards de 35 jours).

2.2 Matériel installé

Une caméra a été installée dans un bâtiment pour chacun des cinq éleveurs. Lorsque les animaux étaient élevés en sexes séparés, deux caméras ont été installées, une pour chaque sexe. La caméra était accompagnée d'un dispositif d'enregistrement des vidéos et d'un disque dur pour le stockage des vidéos (Figure 1 a, b, d). Les enregistrements ont été réalisés en continu sur toute la durée des lots de poulets étudiés (entre 35 et 45 jours d'élevage des poulets). La caméra était positionnée au plus haut

du toit (avec perspective contrairement à l'aplomb des animaux ce qui permettait de voir davantage d'animaux) (Figure 1c). Le champ de vision intégrait une seule zone centrale du bâtiment dont des zones d'alimentation et d'abreuvement.

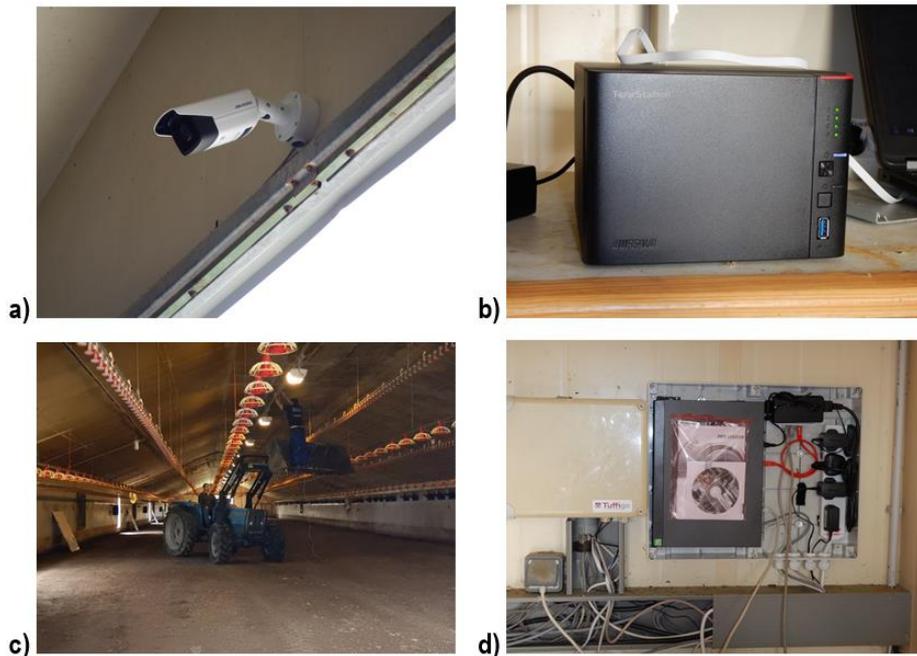


Figure 1 : Matériel installé en élevage ; a) Caméra installée en élevage de poulets de chair, b) Disque dur pour le stockage des vidéos, c) Installation des caméras au plafond, d) Dispositif d'enregistrement des vidéos

2.3 Données collectées sur les bâtiments et lots de poulets étudiés

Pour chacun des 5 bâtiments suivis, des données relatives au bien-être et à la santé des poulets (boiteries, lésions cutanées, épisodes infectieux et mortalité) ont été collectées ainsi que différentes informations relatives à la production :

- Les performances techniques des poulets (indice de consommation, gain moyen quotidien, poids moyen final, % de mortalité, % de saisies...) et des données descriptives du lot (densité mise en place au m²...);
- Les paramètres d'ambiance du bâtiment générés en continu sur toute la durée du lot, récupérés en fin de lot au niveau du boîtier de régulation (température intérieure mini et maxi, % d'hygrométrie relative mini et maxi, concentrations en CO₂...);
- Une évaluation du bien-être des volailles a été réalisée la semaine avant le départ des animaux à l'abattoir, en utilisant la méthode EBENE® décrite dans l'article de Mika *et al.* (2019). La méthode EBENE®, développée par l'ITAVI pour les filières avicoles permet d'observer des indicateurs comportementaux et de l'état sanitaire des animaux, sans manipulation et pendant une heure. L'ensemble des indicateurs observés et critères calculés est listé dans le Tableau 1.

Dans les 4 premiers jours de vie, un examen de la qualité de 100 poussins, choisis de façon aléatoire sur l'ensemble de la surface du bâtiment a été réalisé. Un certain nombre d'indicateurs sont collectés en fonction de l'âge des poussins selon Tona *et al.* (2003) (Tableau 2). Cette évaluation a permis de déterminer le pourcentage de poussins avec au moins un défaut de qualité. Les poussins observés ont aussi été pesés.

Tableau 1 : Grille des indicateurs EBENE® mesurés chez les volailles de chair en bâtiment

Principes	Critères	Indicateurs de moyens	Indicateurs de résultats
Bonne alimentation	Accès à une alimentation adaptée	Disponibilité mangeoires	Nb petits animaux
	Accès à un abreuvement adapté	Disponibilité abreuvoirs	
Bon environnement	Confort au repos	Disponibilité perchoirs, état litière	Sales, repos
	Confort d'ambiance		Halète, répartition des animaux
	Capacité de mouvement	Espace disponible, aménagement du parcours	Etire ses ailes/pattes / bat des ailes
Bonne santé	Prévention des blessures et soin des animaux blessés		Blessé, boiteux
	Prévention des maladies et soin des animaux malades		Immobile, autres anomalies, mortalité
	Bonnes pratiques des interventions sur l'animal	Méthode de mise à mort, autres interventions (épointage...)	
Comportement approprié de l'espèce domestiquée	Comportement du groupe		Picage agressif, interactions sociales
	Adaptation aux exigences comportementales de l'espèce domestiquée		Explore l'environnement, bain de poussière, se toilette
	Comportement professionnel approprié vis-à-vis de l'animal	Pratiques de l'éleveur	Réaction approche de l'homme, morts lors de la visite
	Prévention de peur et de stress	Enrichissement	Mouvements de foule/panique

Tableau 2 : Indicateurs collectés pour l'examen de la qualité des poussins au démarrage, en fonction du nombre de jours après l'arrivée dans le bâtiment d'élevage

JX (X = nombre de jours après l'arrivée dans le bâtiment)	Liste des indicateurs de qualité du poussin (sur 100 poussins pris individuellement)
J1 à J4	Activité (bonne VS faible) Etat des pattes (normales VS Articulations rouges et gonflées) Etat de l'ombilic (cicatrisé et propre VS non cicatrisé et/ou sale) Présence ou absence de membrane au niveau de l'ombilic Etat du ventre (normal VS dur/gros, poussin ballonné) Etat du duvet (normal VS mauvais : plaqué/hérissé, sale) Etat de la zone cloacale (propre/sale) Aplombs (bons VS présence de problèmes)
A J1 uniquement	Etat de déshydratation (pattes normales VS pattes déshydratées)

Puis, dans le même jour que l'évaluation EBENE® et spécifiquement sur 100 poulets choisis de façon aléatoire, sur l'ensemble de la surface du bâtiment, pour des examens spécifiques :

- Une évaluation des pododermatites (scores de 1 à 5) d'après la grille de Michel *et al.* (2012) ;
- Une évaluation des brûlures de tarse (de 0 à 4), d'après la grille du Welfare Quality® Protocol (2009) ;
- Une évaluation de la démarche des poulets, avec des scores de 0 à 2 d'après Dawkins *et al.* (2004) ;
- Un relevé des événements sanitaires a aussi été réalisé par les éleveurs, sur ces 21 lots (variables « nombre d'événements sanitaires justifiant un traitement » et « nombre de jours de traitement »), à l'aide d'une grille de saisie proposée par l'ITAVI.

2.4 Traitement des données

Pour permettre la comparaison des performances entre les différentes souches de volailles, l'Indice de Consommation (IC) et le poids moyen des poulets ont été standardisés à 39 jours en fonction des courbes de référence, fournies par les sélectionneurs pour les différentes souches. De la même manière, le poids moyen des poussins lors de la visite de démarrage a été standardisé à deux jours d'âge des volailles.

A partir des indicateurs de bien-être relevés avec la méthode EBENE[®], 23 indicateurs ont été transformés en score, les équations ayant été établies selon la position moyenne de trois groupes (représentants de la filière, de la recherche et des Organisations Non Gouvernementales welfaristes). Les scores de bien-être EBENE[®] varient de 0 à 5 (5 étant un très bon score). La moyenne des scores des indicateurs est réalisée pour chaque critère. Les indicateurs et critères EBENE[®] retenus sont ceux de la version 2017 de la méthode EBENE[®] (Bignon *et al.*, 2017).

Pour faciliter l'analyse, les données d'ambiance quotidiennes ont été synthétisées à l'aide d'indicateurs statistiques simples pour décrire l'évolution des variables :

- Les paramètres de position : moyenne, médiane, minimum, maximum ;
- Les paramètres de dispersion : écart type, erreur standard, amplitude ;
- Les paramètres de forme de la distribution : coefficient d'asymétrie (skewness) et coefficient d'aplatissement (kurtosis).

L'analyse des corrélations a été réalisée avec R-Studio[®]. Pour l'étude de corrélation, des tests de corrélation de Spearman ont été utilisés. Les indicateurs présentant un coefficient de corrélation élevé ou très élevé ($\rho \geq 0,70$) (Martin et Bateson, 2013) et respectant un seuil de probabilité inférieur à 5 % ont été considérés comme très corrélés. Les variables et indicateurs présentant un coefficient de corrélation de Spearman modéré ($0,40 \leq \rho < 0,70$) et respectant un seuil de probabilité inférieur à 5 % ont été considérés comme modérément corrélés. Dans les autres cas, les indicateurs ne sont pas liés entre eux.

3. Résultats et discussion

3.1 Caractérisation des lots étudiés

L'échantillon de 5 éleveurs était constitué de 3 éleveurs de poulets lourds et 2 éleveurs de poulets standards du Grand Ouest de la France. Entre 3 et 5 lots ont été suivis dans chacun des 5 bâtiments entre fin 2016 et fin 2017, soit un total de 21 lots de poulets de chair étudiés.

Tableau 3 : Performances techniques des lots étudiés (n = 21 lots)

	Moyenne \pm écart-type	Minimum	Maximum
Densité mise en place (nombre/m ²)	19,7 \pm 2,2	15,7	23,0
Indice de consommation standardisé à 39 jours	1,73 \pm 0,05	1,64	1,81
Gain moyen quotidien (g/jour)	60,6 \pm 6,4	41,2	71,5
Poids moyen à l'abattage standardisé à 39 jours (kg)	2,6 \pm 0,5	1,5	3,2
% de mortalité	4,83 \pm 1,74	2,56	9,90
% de saisies	0,89 \pm 0,36	0,12	1,68

La majorité des souches de poulets de chair était des souches à croissance rapide (Ross 308 [n = 13], Ross PM3 [n = 6], Cobb500SF [n = 1]) et un lot à croissance lente (JA 957 [n = 1]). Le poids moyen standardisé à 39 jours est de 2,6 kg pour les 21 lots de poulets de chair, avec un minimum de 1,5 kg et

un maximum de 3,2 kg. L'indice de consommation moyen standardisé à 39 jours est de 1,73 (minimum de 1,64 et maximum de 1,81). Le gain moyen quotidien est, sur les 21 lots, de 60,6 g/jour (minimum de 41,2 g/jour et maximum de 71,5 g/jour). L'âge moyen des animaux au départ à l'abattoir est de 39 jours (minimum de 34 jours et maximum de 45 jours). Le pourcentage de mortalité moyen en fin de lot était de 4,83 %, avec des valeurs allant de 2,56 à 9,90 % selon les lots. Le pourcentage de saisies moyen est de 0,89 % (minimum observé 0,12 % et maximum 1,68 %) (Tableau 3).

3.2 Absence de résultats d'analyse d'images

Il était prévu de relier les données collectées en élevage aux résultats d'Optical Flow. Malgré le nombre conséquent de vidéos enregistrées, l'analyse des vidéos de poulets par l'Université d'Oxford a rencontré des difficultés et les données générées par les algorithmes Optical Flow n'étaient pas exploitables pour la mise au point d'un outil de prédiction de problèmes de bien-être et de santé des poulets. Afin de valoriser le nombre important de données collectées, l'étude a porté sur l'analyse de sensibilité des mesures EBENE® afin d'appréhender de potentielles différences de bien-être et de santé entre les différents lots de poulets étudiés. De plus, les liens entre les mesures EBENE® et d'autres mesures plus classiques comme la densité, la croissance, les scores de démarche, de pododermatites et de brûlures de tarses, ont été étudiés afin de mettre en évidence l'importance d'observer les animaux (comptabiliser des occurrences de comportements spécifiques ou le nombre d'animaux observés boiteux comme réalisés dans EBENE® par exemple).

Cependant, dans le cadre du projet européen AWAP, l'étude *Salmonella* a été réalisée par INRAE Centre Val de Loire en conditions expérimentales, sur du poulet de chair. Les résultats de cette étude montrent des différences de déplacements et de distances entre individus pour les animaux infectés par *Salmonella enteritidis* (par voie aérienne) par rapport aux poussins non infectés. Ces résultats ont été observés par *scan sampling* au stade poussin, avant même l'excrétion de *Salmonella* (Leterrier *et al.*, 2018). Ceci montre l'intérêt d'étudier le comportement des animaux pour détecter précocement des problèmes sanitaires ou de moindre bien-être. Les résultats de l'algorithme Optical Flow n'ont pas permis de mettre en évidence ces résultats dans ces conditions expérimentales. En effet, l'algorithme n'est pas adapté à une utilisation en conditions d'élevage expérimentales de poulets de chair (très petit effectif d'animaux filmés). Concernant les analyses *Campylobacter*, les résultats ont été obtenus par l'Université de Bern, en Suisse et ne sont pas publiés à ce jour. Les données Optical Flow générées ont permis de distinguer des lots positifs de lots négatifs à *Campylobacter* (soit < 0,0006 % d'ADN de *Campylobacter*) ce qui confirme les résultats déjà obtenus par Marian Stamp Dawkins au Royaume-Uni (Colles *et al.*, 2015).

3.3 Evaluations de bien-être et de qualité des poussins

3.3.1 Evaluation de la qualité des poussins

L'examen de la qualité des poussins dans les 4 premiers jours après l'arrivée à l'élevage montre une grande variabilité de la qualité des poussins (de 13 % à 71 % des poussins avec au moins un défaut de qualité) (Tableau 4). De même pour le poids des poussins (standardisé à J2) qui varie entre 35 et 76 g. Le pourcentage de poussins avec au moins un défaut de qualité varie aussi beaucoup pour un même jour après l'arrivée.

Tableau 4 : Résultats de l'évaluation de la qualité des poussins (n = 21 lots)

	Pourcentage de poussins avec au moins un défaut de qualité (%)	Poids des poussins pondérés à J2 après l'arrivée dans le bâtiment (g)
Moyenne ± écart-type	34,7 ± 14,4	64 ± 6,6
Minimum	13	45
Maximum	71	76

3.3.2 Evaluation des pododermatites, brûlures de tarses et démarches des poulets

Le pourcentage d'animaux avec présence de pododermatites (score > 1) varie selon les lots, de 6 à 100 %, avec une moyenne de 60 ± 39 % (Tableau 5). Le pourcentage de poulet avec présence de brûlures au niveau des tarses (score supérieur à 0) varie selon les lots entre 0 et 79 %, avec une moyenne de 34 ± 28 %. Ces lésions cutanées sont principalement causées par une dégradation de la litière, trop humide (Haslam *et al.*, 2007). Les scores de dermatites de tarses et de pododermatites sont variables pour les lots étudiés. Concernant l'examen de la démarche des volailles, en moyenne 84 ± 17 % des animaux présentaient un score supérieur à 0 (de 34 % à 100 % des animaux selon les lots). Ceci peut être dû à des boiteries, défauts d'aplombs ou anomalies osseuses empêchant les poulets de se déplacer normalement (Bizeray *et al.*, 2004).

Tableau 5 : Pourcentage d'animaux avec présence de pododermatites (score de 1 à 5 ; 0 = pas de lésion et 5 = lésions très marquées avec perte de substance > 50% du coussinet plantaire), brûlures de tarses (score de 0 à 4 ; 0 = pas de lésion et 4 = lésion très marquée) et problème de démarche (score de 0 à 2 ; 0 = démarche normale et 2 = animal a du mal à se déplacer) (n = 21 lots)

	Pourcentage d'animaux avec présence de pododermatites [score > à 1] (%)	Pourcentage d'animaux avec présence de brûlures de tarses [score > à 0] (%)	Pourcentage d'animaux avec problème de démarche [score > à 0] (%)
Moyenne \pm écart-type	60 \pm 39	34 \pm 28	84 \pm 17
Minimum	6	0	34
Maximum	100	79	100

3.3.3 Evaluation du bien-être des poulets avec la méthode EBENE®

Le minimum et le maximum observés pour chacun des critères sont portés dans la Figure 2.

Minimum et maximum pour les critères de bien-être EBENE étudiés (sur 21 lots de poulets de chair claustrés)

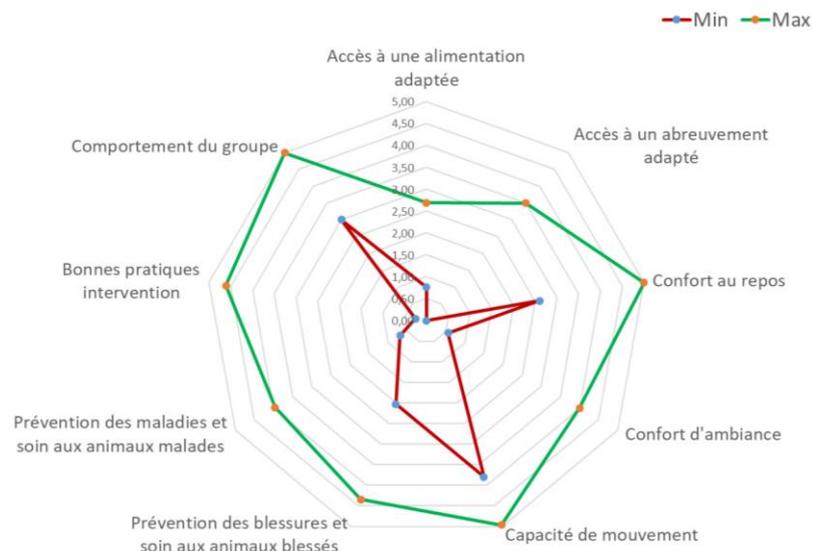


Figure 2 : Minimum et maximum des scores critères de bien-être animal EBENE® (n = 21 lots)

Le critère le plus sensible est le critère « adaptation aux exigences comportementales de l'espèce domestiquée », avec 4,36 d'étendue totale. Pour 4 critères sur les 9 étudiés, l'étendue est supérieure à 2,5 ce qui suggère que ceux-ci sont sensibles. Au contraire, le critère « prévention des blessures et soin des animaux blessés » est le moins sensible, avec 1,16 d'étendue totale. Ceci s'explique par la très

faible variabilité d'un des indicateurs qui compose ce critère, notamment l'observation de lésions (étendue de 0,55). Ces dernières ont été très peu observées en élevage. Pour le critère « accès à une alimentation appropriée », l'étendue est relativement faible puisqu'un indicateur qui le compose est notamment le linéaire de mangeoires, qui correspond à des prescriptions de certaines organisations de production.

Quatre critères présentent des étendues élevées (de 3,27 à 4,36), donc une forte sensibilité de ces critères : « confort au repos », « capacité de mouvement », « comportement de groupe » et « adaptation aux exigences comportementales de l'espèce ». Pour les 21 lots étudiés, les critères de bien-être EBENE® semblent globalement sensibles, au regard de l'étendue des scores. Le déploiement de la méthode, notamment via l'application smartphone permettra de confirmer et d'affiner ces premiers résultats. Les résultats montrent une sensibilité des critères de bien-être EBENE® au regard de l'étendue des scores sur 21 lots de poulets de chair. L'intérêt de disposer de critères et d'indicateurs sensibles est de pouvoir utiliser ces critères pour discriminer des lots ou pour évaluer une pratique innovante en termes de bien-être par exemple.

3.4 Etude des corrélations entre variables

D'après Créach *et al.* (2019), l'indicateur « surface disponible » est corrélé positivement aux indicateurs « toilettage » ($\rho = 0,4$; p -value = 0,9t) et « exploration » ($\rho = 0,6$; p -value = 0,001***). L'expression des comportements naturels chez le poulet est favorisée lorsque les animaux ont davantage de surface disponible. D'ailleurs, ces deux comportements d'exploration et de toilettage sont très significativement corrélés et évoluent dans le même sens ($\rho = 0,5$; p -value = 0,01**).

Une corrélation positive très significative est observée entre les indicateurs « surface disponible par animal », « boiteux » ($\rho = 0,7$; p -value = 0,003**) et « immobiles » ($\rho = -0,8$; p -value = $9,1 \times 10^{-6}$ ***). Plus la surface disponible par animal est grande, moins des animaux boiteux et immobiles ont été observés. Ces deux indicateurs (boiteux et immobiles) sont également positivement et fortement corrélés.

L'indicateur « état de la litière » est corrélé à l'indicateur « surface disponible par animal » ($\rho = 0,6$; p -value = 0,01*). Ceci suggère que la qualité de la litière est en partie liée à la densité, bien que d'autres facteurs aient également un impact (alimentation, génétique, gestion de l'ambiance, type de litières, ...) (Haslam *et al.*, 2007). Une hypothèse est que les animaux grattent plus la litière lorsqu'ils ont plus de place pour bouger. Une corrélation est d'ailleurs observée entre les deux indicateurs « exploration » et « état de la litière » ($\rho = 0,4$; p -value = 0,12t). Le critère technique de la densité animale à la mise en place est ainsi corrélé aux indicateurs « exploration de l'environnement » ($\rho = -0,6$; p -value = 0,0005***), « toilettage » ($\rho = -0,4$; p -value = 0,05*) et « bain de poussière » ($\rho = -0,5$; p -value = 0,03*). Ce résultat se traduit par le fait que plus il y a d'animaux au m², moins les animaux explorent, se toilettent et réalisent des comportements propres à l'espèce (bains de poussière). La densité animale à la mise en place est par ailleurs corrélée négativement à l'indicateur « état de la litière » ($\rho = -0,5$; p -value = 0,03*).

Les indicateurs « animaux au repos » et « surface disponible par animal » sont significativement corrélés positivement ($\rho = 0,4$; p -value = 0,02*). Lorsque les animaux ont davantage de surface disponible, un nombre moins important d'animaux au repos ont été observés et davantage de comportement de bains de poussière ($\rho = 0,4$; p -value = 0,05*). En effet, lorsque les poulets ont davantage de place, ils sont plus actifs et expriment des comportements propres à l'espèce.

« L'état de la litière » est très significativement corrélé au taux de pododermatites ($\rho = -0,6$; p -value = 0,01**). Une litière de qualité (sèche et friable) évite l'apparition de lésions sur les coussinets plantaires. En effet, d'après McIlroy (1987), la qualité de la litière est l'élément favorisant le plus l'apparition de ces lésions. Une corrélation négative est par ailleurs observée entre la présence de

pododermatites et les indicateurs « expression de comportement d'exploration » ($\rho = -0,6$; p -value = 0,002**) et « toilettage » ($\rho = -0,4$ p -value = 0,07t). En effet, la présence de lésions cutanées comme les dermatites peuvent être douloureuses et limiter l'activité (Arnould *et al.*, 2007). Concernant les brûlures au niveau des tarses, l'indicateur « animaux au repos » est très significativement corrélé à cet indicateur ($\rho = 0,4$; p -value = 0,01**). Ce résultat peut s'expliquer par le fait que des poulets davantage au repos ont leurs tarses plus en contact avec la litière, donc plus de susceptibilité à être abîmés. Les lésions observées à l'abattoir sont ainsi la conséquence des conditions environnementales et du comportement des animaux en élevage. L'ensemble des corrélations discutées sont issues de Créach *et al.* (2019) et sont répertoriées dans le Tableau 6 ci-dessous.

Tableau 6 : Corrélations significatives entre indicateurs EBENE® (score de 0 à 5 ; 0 = mauvais et 5 = bon) et les données collectées en élevage (n = 21 lots) (en rose sont identifiés les indicateurs EBENE® ; * = p -value < 0,05 ; ** p -value < 0,01 ; *** p -value < 0,001 ; (t) tendance à être significatif (p -value < 0,13) (d'après Créach *et al.* ; 2019)

	ρ	p -value	
% de mortalité	-0,4	*	Absence de petit
	-0,4	(t)	Absence de boiteux
	-0,5	**	Absence d'immobile
Nombre d'événement sanitaire impliquant un traitement	0,5	*	Absence de picage agressif
	-0,4	(t)	Absence de lésions
nombre de jour de traitement	0,5	*	Absence de picage agressif
	-0,5	*	Absence de lésions
% d'animaux avec des pododermatites	-0,6	**	Litière
	-0,6	**	Explore l'environnement
	-0,4	(t)	Toilettage
densité d'animaux mise en place	-0,6	***	Explore l'environnement
	-0,4	*	Toilettage
	-0,5	*	Bain de poussière
	-0,5	*	Litière
Surface disponible par animal	0,6	***	Explore l'environnement
	0,4	(t)	Toilettage
Toilettage	0,5	**	Explore l'environnement
Absence de boiteux	0,8	***	Absence d'immobile
Absence de mort lors de la visite	0,4	*	Absence d'immobile
	0,4	*	Absence de boiteux
Absence de halètement	0,4	(t)	Toilettage
Litière	0,6	*	Surface par animal
	0,4	(t)	Explore l'environnement
Pourcentage optimal d'animaux au repos	0,4	*	Surface disponible
	0,4	*	Bain de poussière

L'indicateur « mortalité » est significativement corrélé négativement au nombre d'événements sanitaires et de jours de traitement effectué tout au long du lot ($\rho = -0,7$; p -value = 0,002** et 0,02*). De même, l'indicateur « lésions » est corrélé négativement au nombre d'événements sanitaires ($\rho = -0,4$; p -value = 0,15t) et jours de traitement ($\rho = -0,5$; p -value = 0,04*). L'indicateur « picage agressif » est significativement corrélé au nombre d'événements sanitaires et de jours de traitement ($\rho = 0,5$; p -value = 0,03*). En effet, les agressions entre individus peuvent potentiellement entraîner de la mortalité lorsqu'elles sont sévères. Ceci indique que les observations faites ponctuellement avec la méthode EBENE® sont bien liées à des problèmes sanitaires apparus en cours d'élevage.

La mortalité moyenne en fin d'élevage est significativement corrélée négativement aux indicateurs « petits » ($\rho = -0,4$; p -value = 0,02*), « boiteux » ($\rho = -0,5$; p -value = 0,05*) et « immobiles » ($\rho = -0,5$; p -value = 0,01**). Lorsque moins d'animaux petits, boiteux et immobiles sont observés, le taux de mortalité est plus faible.

L'indicateur « halètement » est corrélé à l'indicateur « toiletteage » ($\rho = 0,4$; $p\text{-value} = 0,12t$). Les animaux qui halètent sont moins susceptibles de réaliser un comportement de toiletteage.

Les indicateurs de bien-être relevés avec la méthode EBENE® sont suffisamment sensibles pour appréhender des résultats de fin de lot, comme le pourcentage de mortalité ou le taux de pododermatites par exemple. Ces résultats restent à confirmer avec un échantillon de lots plus important. Cependant, l'évaluation du bien-être avec la méthode EBENE® n'est réalisée qu'en fin de lot, contrairement à l'Optical Flow qui peut générer des données quotidiennement (ou sur un pas de temps plus fin).

Conclusion et perspectives

Le projet yOGA n'a pas pu aboutir à une validation de l'Optical Flow en élevage commercial de poulets de chair. Ce travail a permis de mettre à l'épreuve la méthode EBENE®, en cours de déploiement à l'ITAVI, sur un plus grand nombre de lots de poulets de chair. De plus, le grand nombre d'informations collectées sur les lots, en parallèle de la mesure du bien-être et de la santé des poulets en fin d'élevage a permis de tester la sensibilité de la méthode avec des relations pertinentes identifiées entre les indicateurs collectés dans le cadre d'EBENE® et les données d'élevage : densité d'élevage, événements sanitaires... Ceci souligne également l'impact de facteurs d'élevage (densité, qualité de la litière...) sur le bien-être des poulets.

Le système Optical Flow permet de mesurer des variations générales d'activité à l'échelle du groupe de volailles. Des travaux en cours s'orientent vers le tracking individuel dans le but de relever des indicateurs de bien-être et de santé pour chaque animal observé. C'est dans ce sens que l'ITAVI a démarré le projet CASDAR RT 2018 E-Broiler-Track en janvier 2019. Ce projet vise à mettre au point des mesures automatisées d'indicateurs du bien-être et de la santé des volailles basées sur le développement d'un système de tracking des volailles pour collecter des informations à l'échelle de l'animal (distance parcourue, vitesse de déplacement, présence/absence dans les zones dortoir, abreuvoir et mangeoires...), grâce à l'intelligence artificielle.

Références bibliographiques

- Aydin A., Cangar O., Eren Ozcan S., Bahr C., Berckmans D., 2010. Application of a fully automatic analysis tool to assess the activity of broiler chickens with different gait scores. *Computers and electronics in Agriculture*, 73, 2, 194-199.
- Arnould C., Leterrier C., 2007. Le bien-être animal en élevage de poulets de chair. *INRA Productions Animales*, 20 (1), 41-46.
- Bizeray D., Faure J-M., Leterrier C., 2004. Faire marcher le poulet : pourquoi et comment. *INRA Productions animales*, 17 (1), 45-57.
- Bignon L., Mika A., Mindus C., Litt J., Souchet C., Bonnaud V., Picchiottino C., Warin L., Bouvarel I., 2017. Une méthode pratique et partagée d'évaluation du bien-être en filières avicole et cunicole : EBENE. 12e Journées de la Recherche Avicole et Palmipèdes à Foie Gras, Tours, 05 et 06 avril 2017
- Colles F.M., Cain R.J., Nickson T., Smith A.L., Roberts S.J., Maiden M.C.J., Lunn D., Dawkins M.S., 2016. Monitoring chicken flock behaviour provides early warning of infection by human pathogen *Campylobacter*. *Proc. R. Soc. B* 283, 20152323.
- Créach P., Warin L., Mika A., Bignon L., Galliot P., Souchet C., Benoit S., Nicolas C., Mansuy E., Lagarrigue S., Bouvarel I., 2019. Utilisation de la méthode EBENE pour évaluer le bien-être et la santé des poulets de chair. Treizième Journées de la Recherche Avicole et Palmipèdes à Foie Gras, Tours.
- Dawkins M.S., 1998. Evolution and Animal Welfare. *The Quarterly Review of Biology*, 73(3), 305-328.
- Dawkins M.S., Donnelly C.A., Jones T.A., 2004. Chicken welfare is influenced more by housing conditions than stocking density. *Nature*, 427, 342-344.

- Dawkins M.S., Lee H-J., Waitt C.D., Roberts S.J., 2009. Optical flow patterns in broiler chicken flocks as automated measures of behavior and gait. *Applied Animal Behaviour Science* 119, 203-209.
- Dawkins M.S., Cain R., Roberts S.J., 2012. Optical flow, flock behaviour and chicken welfare. *Animal Behaviour*, 84(1), 219-223.
- Dawkins M.S., Cain R., Merelie K., Roberts S.J., 2013. In search of the behavioural correlates of optical flow patterns in the automated assessment of broiler chicken welfare. *Applied Animal Behaviour Science*, 145(1), 44-50.
- De Montis A., Pinna A., Barra M., Vranken E., 2013. Analysis of poultry eating and drinking behavior by eYeNamic. *Journal of agricultural engineering*, XLIV (s2):e33
- Haslam S.M., Knowles T.G., Brown S.N., Wilkins L.J., Kestin S.C., Warriss P.D., Nicol C.J., 2007. Factors affecting the prevalence of foot path dermatitis, hock burn and breast burn in broiler chicken. *British Poultry Science*, 48(3), 264-275.
- Kashiha M., Pluk A., Bahr C., Vranken E., Berckmans D., 2013. Development of an early warning system for a broiler house using computer vision. *Biosystems Engineering*, 116(1), 36-45.
- Letierrier C., Kraimi N., Velge P., Constantin P., Menanteau P., Dawkins M.S., 2018. Behaviour in chickens contaminated with Salmonella Enteritidis. ISAE North Group Conference. Helsinki. January 2018. Oral presentation.
- Manteuffel G., Puppe B., Schön P.C., 2004. Vocalization of farm animals as a measure of welfare. *Applied Animal Behaviour Science*, 88(1), 163-182.
- Marcon M., 2019. Smart Tracking surveille l'activité des porcs. *Réussir Porc/tech Porc (FRA)*, 272, 17-18.
- Martin P., Bateson P., 2013. *Measuring Behaviour*. Cambridge University Press, Cambridge.
- McIlroy S.G., Goodall E.A., McMurray C.H., 1987. A contact dermatitis of broilers--epidemiological findings. *Avian Pathology*, 16(1), 93-105.
- Michel V., Mirabito L., Prampart E., Allain V., Huonnic D., Arnould C., Le Bouquin S. et Albaric O., 2012. Histologically-validated footpad dermatitis scoring system for use in chicken processing plants. *British Poultry Science* 53 (3), 275-281.
- Mika A., Warin L., Tombo L., Bouvarel I., Bignon L., 2019. La méthode d'évaluation du bien-être animal EBENE : Répétabilité des indicateurs comportementaux et sanitaires en poulets de chair. Treizième Journées de la Recherche Avicole et Palmipèdes à Foie Gras, Tours, 20 et 21 mars 2019.
- Rowe E., Dawkins M.S., Gebhardt-Henrich S.G., 2019. A Systematic Review of Precision Livestock Farming in the Poultry Sector: Is Technology Focussed on Improving Bird Welfare? *Animals*. In press.
- Welfare Quality® Assessment protocol for poultry, 2009. [URL](#)
- Youssef A., Exadaktylos V., Berckmans D.A., 2015. Towards real-time control of chicken activity in a ventilated chamber. *Biosystems Engineering*, 135, 31-43.

Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-NC-ND 3.0)



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « *Innovations Agronomiques* », la date de sa publication, et son URL)