



AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : ddoc-theses-contact@univ-lorraine.fr

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>



2009 – 2010

Master FAGE

Biologie et Ecologie pour la Forêt,
l'Agronomie et l'Environnement

Spécialité

Biologie Animale et Systèmes d'Elevage

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

**Pauline
OLIVERE**

Sous la direction de Laure BIGNON
Ingénieur avicole

BIEN-ETRE DU POULET DE CHAIR

Détermination des conditions
d'ambiance et des caractéristiques
physico-chimiques de la litière
responsables de l'apparition de
dermatites de contact
en Poulet de chair



Du 01/02/10 au 31/08/10

Soutenu à Nancy, le 07/09/2010

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier très fortement Laure Bignon pour avoir répondu positivement à ma candidature, pour m'avoir fait confiance et m'avoir soutenue et conseillée tout au long du stage.

Je remercie les encadrants du Master FAGE pour m'avoir permis de suivre cette formation et les enseignants de cette année et plus particulièrement, Mr Guido Rychen et Mme Marielle Thomas.

Un grand merci à Isabelle Bouvarel et Philippe Lescoat, pour tous leurs conseils et la relecture de mon rapport.

Je souhaite également remercier Vérane Gigaud et Angélique Travel pour leurs disponibilités et les conseils qu'elles m'ont apportés.

Merci à Cécile Arnould pour ses commentaires et son intérêt porté à l'expérience.

Je remercie Frédéric Mercerand, Jean-Marie Brigant, Olivier Callut, Béatrice Nowakoowski pour le suivi des expériences, leur aide et l'intérêt qu'ils ont porté quant aux résultats des manip'.

Merci à Maxime Traineau, Charlotte Martin, Emilie Casenave et Clément Moire pour tous les bons moments passés ensemble et l'aide qu'ils m'ont apportée au cours des manip' (pesées, observations des lésions, marquage des poussins,... !!!) ☺

Merci également aux autres titulaires, thésard(e)s et stagiaires du rez-de-chaussée !! Anne-Marie Chagneau, Xavière Rousseau, Stéphanie Lecuelle, Florence Laviron, Mylène Chaudeau, Sarah Guardia, Murtala Umar Faruk et Dolorès Batonon pour la bonne humeur apportée aux « pauses café » !!

Merci à Isabelle, Gwenaëlle, Imen, Kévin, François et mes autres camarades de classe de cette année pour les bons moments passés ensemble à Nancy.

Enfin, un grand MERCI à mes parents et à ma sœur (♥), d'avoir toujours été là pour moi, malgré des moments difficiles et mes mauvaises humeurs... et pour m'encourager encore et toujours...

LISTE DES ABREVIATIONS

AFSSA : Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments

BT : brûlure des tarses

GMQ : gain moyen quotidien

IC : indice de consommation








INRA : Institut National de la Recherche Agronomique

ITAVI : Institut Technique de l'Aviculture

PDD : pododermatites

ppm : partie par million

TABLE DES MATIERE

	INTRODUCTION	1
1.	Contexte	1
2.	Présentation de l'ITAVI	1
3.	Bibliographie.....	2
o	Le Bien-Etre Animal	2
o	Bien-Etre des poulets de chair et Directive.....	2
o	Evaluation de Bien-Etre Animal – Welfare Quality ®	3
o	Dermatites de contact : généralités	3
o	Facteurs principaux responsables des dermatites de contact	4
4.	Problématique	7
	PREMIERE EXPERIMENTATION	8
1.	Matériel et Méthodes	8
1.1	Animaux	8
1.2	Conditions d'élevage	8
1.3	Mise en place.....	9
1.4	Mesures réalisées.....	9
1.4.1	Sur les animaux	9
1.4.2	Sur l'aliment.....	10
1.4.3	Sur l'ambiance	10
1.5	Analyses statistiques	10
2.	Résultats	11
2.1	Ambiance et alimentation	11
2.1.1	Température et Hygrométrie	11
2.1.2	Dégagements gazeux.....	11
2.1.3	Performances zootechniques	11
2.2	Observation des lésions	12
2.3	Analyse des litières.....	13
2.4	Relation entre caractéristiques de la litière et pododermatites	13
3.	Conclusion	14
	DEUXIEME EXPERIMENTATION	15
1.	Matériel et Méthodes	15
1.1	Animaux	15
1.2	Conditions d'élevage	15
1.3	Mise en place	15
1.4	Mesures réalisées.....	16
1.4.1	Sur les animaux	16
1.4.2	Sur l'aliment.....	16
1.4.3	Sur l'ambiance	16
1.5	Analyses statistiques	16
2.	Résultats	17
2.1	Ambiance et alimentation	17
2.1.1	Température et Hygrométrie	17
2.1.2	Dégagements gazeux.....	17
2.1.3	Performances zootechniques	18
2.1.4	Vitesses d'air	18
2.2	Observation des lésions	18
2.3	Etude des relations entre caractéristiques physico-chimiques de la litière et les dermatites de contact	20
3.	Conclusion	21
	DISCUSSION	22
	CONCLUSION ET PERSPECTIVES	23
	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	24
	ANNEXES	26

INTRODUCTION

1. Contexte

La viande de volaille, à l'échelle mondiale et française, représente près de 30% de la production totale de viande, ce qui la place au second rang derrière la viande porcine. Cette position confortable de la filière avicole est à mettre en relation avec l'industrialisation de la production. En effet, l'élevage, intensifié ces dernières décennies, met l'accent sur la productivité au niveau de l'exploitation. L'aviculture « industrielle » doit donc être très bien organisée, structurée par des relations contractuelles entre les différents membres de la filière, afin de maîtriser la production et la mise sur le marché des produits.

La logique de la production intensive est notamment basée sur les quatre points suivants :

- l'intensification : plus d'animaux pour une surface donnée
- la spécialisation : par espèce et/ou par type de production
- l'automatisation : mécanisation, nouvelles techniques agricoles, ...
- la concentration de la production : diminution du nombre d'exploitations et intégration en filière

Mais à côté de ces productions industrielles, il existe des productions sous des Labels spécifiques qui répondent à des cahiers des charges rigoureux s'appliquant à l'ensemble de la filière. Subsistent également des élevages qui travaillent en « filière courte », les éleveurs vendant directement leurs produits sur les marchés locaux.

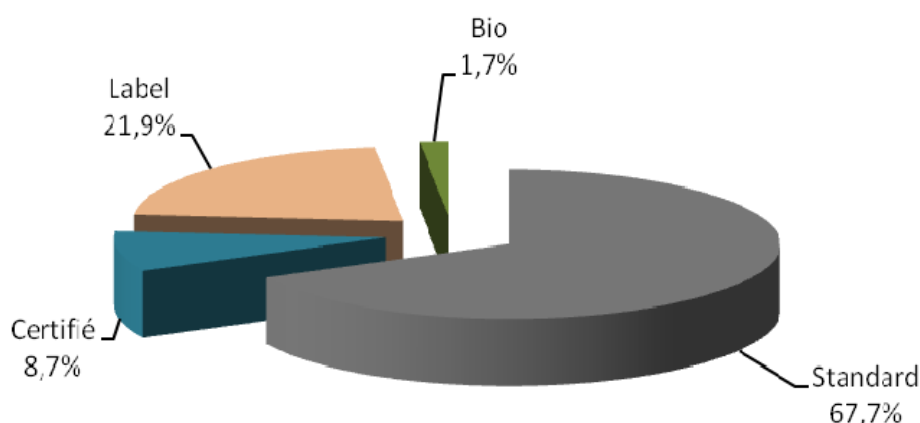


Figure 1. Répartition de la production de volaille, en nombre d'exploitations. Echantillon de 664 aviculteurs de 19 départements français. Chambres d'Agriculture du Grand Ouest, Novembre 2009.

2. Présentation de l'ITAVI

L'Institut Technique de l'Aviculture, créé en 1968, est actuellement sous convention avec le Ministère de l'Agriculture et le Compte d'Affectation Spéciale pour le Développement Agricole et Rural (CAS DAR). La Recherche Appliquée et le Développement sont mis au service des professionnels de la filière avicole mais également des filières cunicole, palmipèdes à foie gras et piscicole. Cet institut apporte, aux éleveurs et autres représentants de ces filières, des références, des éléments scientifiques, techniques et économiques qui permettent d'améliorer la durabilité de la production. Il s'agit d'une interface entre la recherche, les professionnels et l'administration.

3. Bibliographie

○ Le Bien-Être Animal

La notion de bien-être s'est développée depuis plusieurs années, en raison notamment de l'intensification de l'élevage. Dans les années 1960, le ministère britannique de l'Agriculture avait chargé un groupe d'experts de faire le point sur le bien-être des animaux dans le contexte de l'élevage intensif. Ainsi, en 1965, a été rédigé le rapport de Brambell, selon lequel le système de production doit permettre à l'animal *cinq libertés* (Five Freedoms) qui sont : pouvoir se lever, se coucher, se nettoyer normalement, se retourner et s'étirer les membres.

Ce rapport, a permis de mettre en évidence les aspects psychiques et émotionnels autant que physiologiques du bien-être des animaux (Porcher, 2004). Ses conclusions sont que les systèmes intensifs exercent des contraintes sur les animaux et ne permettent pas l'expression des comportements libres et la sauvegarde de la santé psychique et physique, dans la majorité des cas. Elles conduiront en 1967 à la création d'un comité pour le bien-être des animaux d'élevage qui deviendra en 1979 le FAWC (Farm Animals Welfare Council) et qui développera les 5 libertés comme suit :

- ◆ Absence de soif, de faim et de malnutrition (aspect physiologique)
- ◆ Absence d'inconfort : les animaux doivent disposer d'un environnement de vie approprié, d'un abri et d'une zone de repos confortable (aspect environnemental)
- ◆ Absence de douleur, de blessure et de maladie : mesures préventives et traitements rapides (aspect sanitaire)
- ◆ Absence de peur et de détresse (aspect psychologique)
- ◆ Liberté d'exprimer les comportements appropriés de l'espèce : espace, installations appropriées, possibilité d'interagir avec des congénères (aspect comportemental).

○ Bien-être des poulets de chair et directive

En Mars 2000, le « Scientific Committee on Animal Health and Animal Welfare » a publié un rapport sur le bien-être des poulets de chair. Ce rapport faisait état d'un certain nombre de problèmes concernant la production intensive de cet animal. En effet, des conséquences négatives, sur le bien-être des volailles issues de sélections génétiques visant à obtenir des souches à croissance rapide et sur des conditions observées en élevage industriel, ont été mises en évidence. Il en résulte des troubles du métabolisme responsables d'affection des pattes, de désordres osseux, de maladies de peau, d'ascites, de crises cardiaques, ... A l'époque, aucune réglementation ne portait sur la protection des volailles destinées à la production de viande. Les conclusions du rapport ont alors amené la Commission Européenne à publier, en 2007, une directive portant sur le bien-être des poulets de chair, la directive 2007/43/CE.

Cette directive repose sur une obligation de résultats, entre autres, une mortalité maximale sur la période d'élevage, des concentrations en gaz (dioxyde de carbone et ammoniac) limitées, un contrôle de l'intégrité physique des animaux (dermatites de contact, parasitismes, maladies)... Ce dernier aspect sera relevé, via des inspections post-mortem, à l'abattoir, et certains éleveurs pourront être pénalisés. En juin 2010, cette directive, fixant les règles minimales relatives à la protection des poulets destinés à la production de viande, a été transposée en droit français.

Désormais, la charge animale maximale autorisée est de 33 kg de poulet/m². Deux dérogations sont cependant possibles, une première à 39 kg/m² et une seconde à 42 kg/m², sous réserve de respecter certaines conditions. En effet pour les chargements à 39 kg/m² et 42 kg/m², la concentration en gaz, la température intérieure et l'humidité relative sont à surveiller et pour le chargement à 42 kg/m², s'y ajoute la mortalité.

La directive 2007/43/CE concerne les élevages de plus de 500 poulets exceptés les élevages de reproducteurs, les couvoirs et les élevages extensifs, plein air et biologiques. Elle touche près de 3500 élevages produisant 1,1 million de tonnes de poulets vifs de type standard, lourd et certifié. Cela représente 5,2 millions de mètres carrés de bâtiments.

L'application immédiate de la directive semble difficile pour les éleveurs. En effet, près de 60% des élevages dépassent le chargement de 39 kg/m² dont 40% se situent entre 39 et 42 kg/m² et 20% sont au-delà de 42 kg/m². De plus, bien que le taux de mortalité ait diminué ces dix dernières années, il reste en moyenne supérieur à celui demandé dans la directive. Il sera donc difficile pour les éleveurs de rester, pendant sept bandes consécutives (comme spécifié dans la directive), en dessous du seuil toléré. Cela condamnerait donc beaucoup d'éleveurs à ne pas dépasser le chargement de 39 kg/m².

○ Evaluation du Bien-Être Animal – Welfare Quality®

Le projet Européen Welfare Quality®, a débuté le 1^{er} mai 2004 et a duré 5 ans. Il a permis de développer et de standardiser une méthode d'évaluation du bien-être animal. En effet, le niveau de bien-être de l'animal apparaît désormais comme un indicateur important de la qualité du produit (viande, œufs,...) auquel les consommateurs accordent de plus en plus d'importance. Un protocole d'évaluation du bien-être des poulets de chair a ainsi été mis en place et précise les données à récolter en élevage ou en abattoir. La propreté du plumage, la qualité de la litière, la fréquence de halètement, les maladies, les dermatites de contact (brûlures des tarses, pododermatites, ampoule/croûte du bréchet) font partie des éléments pouvant être mesurés. Les dermatites de contact sont alors réparties selon 3 classes de gravité (**a**-aucun signe de lésion, **b**-lésion minimale, **c**-lésion importante).

○ Dermatites de contact : généralités

Les dermatites de contact sont des lésions cutanées fréquemment rencontrées chez les poulets de chair. Greene *et al.* (1985) les décrivent comme des érosions brunes ou noires, de sévérité variable. En effet, il peut s'agir de simples décolorations de la peau ou d'hyperkératoses (épaississement de l'épiderme) ou, plus grave, d'inflammations aiguës avec nécroses de l'épiderme (McIlroy *et al.*, 1987) et d'ulcères (Greene *et al.*, 1985). Le terme de « dermatites de contact » est dû au fait que les lésions observées apparaissent au niveau des zones en contact avec le sol. Différentes parties du corps de l'animal peuvent être atteintes par ce type de lésions :

- la région plantaire de la patte de l'animal (Harms *et al.*, 1977, Greene *et al.*, 1985, Martland, 1985), on parle alors de « pododermatites »;
- le bréchet (Greene *et al.*, 1985), les lésions sont alors nommées « ampoules » et « croûtes » du bréchet ;
- les tarses (Greene *et al.*, 1985), dont les atteintes sont appelées « brûlures » des tarses.

Les dermatites de contact sont à l'origine de nombreux déclassements de carcasses, en France et à l'étranger, ce qui impacte sur l'économie des productions de poulets de chair. Des études ont donc été conduites depuis les années 1980 afin de déterminer les causes d'apparition de ces lésions.

En 1984 puis en 1985, Martland reproduit expérimentalement des dermatites de contact chez des dindes et des poulets de chair élevés sur une litière humide. Il observe alors que les pododermatites et les croûtes du bréchet sont généralement associées. Cette association s'expliquerait par le fait que les poulets atteints de pododermatites se déplaceraient moins et seraient plus longtemps couchés. Par conséquent, leur bréchet serait continuellement en contact avec la litière et les substances irritantes contenues dans cette dernière (Harms and Simpson, 1975). Il y aurait donc une forte association entre la fréquence des lésions et la qualité de la litière (McIlroy *et al.*, 1987).

De plus, des croûtes de litière peuvent se former au niveau des lésions, dues à l'agglomération d'exsudat, de substances fécales et de paille (ou autre matériel servant de litière) (Meluzzi *et al.*, 2008), aggravant la sévérité des lésions.

En plus d'être potentiellement source de douleur pour l'animal (Ekstrand *et al.*, 1997 ; Estevez, 2002 ; Meluzzi *et al.*, 2008), les dermatites peuvent être des portes d'entrée pour les bactéries et autres agents pathogènes (Greene *et al.*, 1985 ; Ekstrand *et al.*, 1997). Effectivement, dans les cas les plus sévères, les dermatites sont associées à des infections bactériennes, par *Staphylococcus aureus* et *Escherichia coli*, notamment. Les animaux ont alors des difficultés à se déplacer de par la souffrance induite, ce qui dégrade leur état général et pose un réel problème de mal-être (Ekstrand *et al.*, 1997).

Concernant la cinétique d'apparition des pododermatites, Mirabito *et al.* (2007) ont observé les premières lésions dès la première semaine de vie des animaux. Ces lésions, bien que mineures, étaient présentes dans plus de la moitié des dix lots étudiés. Ils en ont donc conclu que la phase de démarrage est une étape importante dans le développement des pododermatites.

Plusieurs cas de guérison ont pu être observés. Greene *et al.* (1985) ont remarqué une amélioration de l'état et de la propreté des pattes des animaux lors de l'ajout de paille fraîche au cours de la période d'élevage. De la même façon, des poulets élevés sur une litière humide pendant 7 semaines puis transférés sur une litière sèche, présentent une rapide guérison des pododermatites et ampoules du bréchet (Martland, 1985). Bien que l'amélioration de la qualité de la litière via un ajout de paille, par exemple, permette la guérison des lésions, peu d'éleveurs le pratiquent (Ekstrand *et al.*, 1997) sans doute en raison, notamment, des contraintes que cela entraîne (coût, temps, ...).

○ Facteurs principaux responsables de l'apparition des dermatites de contact

Plusieurs paramètres entrent en jeu dans l'apparition des dermatites de contact, notamment des pododermatites.

➤ Les abreuvoirs

Des facteurs qui influent notablement sur la qualité de la litière sont le type et le nombre d'abreuvoirs (Martrenchar *et al.*, 2002). En effet, il existe différents systèmes servant à l'abreuvement des poulets : des abreuvoirs siphoniques, des pipettes sans récupérateurs et des pipettes avec récupérateurs. L'avantage de ces dernières est de réduire les pertes d'eau en récoltant le surplus de liquide. Martrenchar *et al.* (2002) observent qu'un grand nombre d'abreuvoirs, qui permet de diminuer d'éventuelles compétitions autour des points d'eau, augmentent cependant le déversement d'eau, et par conséquent, la teneur en eau de la litière.

➤ La densité

En 1987, McIlroy *et al.*, observent que l'augmentation de la densité a un effet négatif sur la fréquence des lésions. Cet effet serait dû au peu de gestion de la litière réalisée quand la densité est élevée. En revanche, d'autres études ont montré des résultats contradictoires avec ceux de McIlroy. Pour Dawkins *et al.* (2004), l'environnement (ambiance du bâtiment, qualité de la litière) a plus d'impact sur les lésions que la densité et dans leurs études de 2002, Martrenchar *et al.*, ne concluent pas à un effet significatif de la densité. Bien que cette dernière n'ait pas d'impacts directs sur le développement des pododermatites, une relation entre la densité et la présence de griffures peut être notée. En effet, les poulets auraient plus de difficultés à accéder aux abreuvoirs et mangeoires en raison du peu d'espace disponible, et se marcheraient les uns sur les autres, ce qui engendrerait des griffures plus ou moins profondes (Allain *et al.*, 2009).

➤ Le bâtiment

L'ambiance du bâtiment joue également un rôle important dans l'apparition des lésions. L'humidité relative, notamment, détermine la qualité de la litière. En effet, quand elle augmente,

une élévation de l'occurrence des lésions est observée. Ainsi, la fréquence des lésions, est significativement plus importante à 75% HR qu'à 45% (Weaver et Meijerhof, 1991).

La ventilation du bâtiment (Ekstrand *et al.*, 1998) apparaît comme un facteur influençant l'apparition et la sévérité des lésions. Nécessaire, pour diminuer la température lorsque que celle-ci est trop élevée et pour éviter une concentration en gaz néfaste pour les animaux, la ventilation permet également d'évacuer l'humidité présente dans l'air et d'aérer la litière (Nagaraj *et al.*, 2007). En conséquence, la litière s'assèche et sa qualité se maintient.

➤ La saison

La saison peut également avoir des conséquences indirectes sur la fréquence des pododermatites (McIlroy *et al.*, 1987 ; Bruce *et al.*, 1990 ; Martrenchar *et al.*, 2002). En effet, en hiver, dans un souci d'économie de chauffage, les éleveurs ont tendance à moins ventiler afin de garder la chaleur. Or, la ventilation est apparue comme un paramètre important dans la survenue des dermatites de contact. Les mois d'hiver sont donc plus propices à l'apparition des lésions puisque l'excès d'humidité n'est pas évacué suffisamment.

➤ L'aliment

Plusieurs études (Ekstrand *et al.*, 1998 ; Martrenchar *et al.*, 2002) ont montré que les fournisseurs d'aliments, de par la formulation des granulés, pouvaient avoir un effet sur l'état des pattes des poulets. En effet, la composition de l'aliment varie (Ekstrand *et al.*, 1998). Or, l'aliment intervient dans la fréquence et la sévérité des lésions. Premièrement, une déficience en biotine (Patrick *et al.*, 1942 ; Harms *et al.*, 1977) semble pouvoir en être à l'origine. Cette hypothèse a cependant été remise en cause par Chavez et Kratzer, qui, dans leur étude de 1972, observent que l'ajout de cette vitamine est inefficace dans la prévention des lésions. Eichner *et al.* (2007), observent que la formulation de l'aliment a un impact sur l'humidité de la litière et par conséquent, sur l'apparition des pododermatites. Certains aliments, de différentes manières, dégradent la qualité de la litière. Un aliment dont les teneurs en sodium et potassium sont fortes, engendrera une augmentation de la prise d'eau par les poulets (James *et al.*, 1949, cité par Eichner *et al.*, 2007). Les fèces seront alors plus humides et la litière d'autant plus dégradée que la densité sera élevée. La viscosité des fientes est également un facteur contribuant à l'aggravation des lésions (Eichner *et al.*, 2007). En effet, des fèces plutôt gluants adhéreront davantage au corps de l'animal, générant un contact prolongé avec ces substances irritantes (Eichner *et al.*, 2007) menant au développement de lésions.

➤ Le sexe des animaux

Le sexe semble avoir un effet sur l'occurrence des lésions. Bruce *et al.* (1990), notent, qu'en général, les mâles sont plus atteints aux tarses et aux bréchets que les femelles. De la même façon, McIlroy *et al.* (1987) observent cette tendance et constatent que la litière issue des bandes de mâles est davantage dégradée que celle trouvée chez les femelles. A l'inverse, Harms *et al.* (1977), remarquent que ce sont les femelles qui, sur une litière humide, sont les plus lésées. Toutefois, sur une litière sèche, aucune distinction entre les deux sexes, n'a été identifiée dans cette étude.

➤ L'activité des poulets

Il est toutefois important de noter que le temps passé au contact de la litière dépend de l'activité des poulets. Cette activité varie en fonction de l'âge et de la souche des animaux. Ainsi, les poulets sont d'autant moins actifs qu'ils sont âgés et issus de souche à croissance rapide. Effectivement, la sélection des poulets de chair s'étant portée sur un développement rapide, certains individus souffrent de troubles locomoteurs dus à une prise de poids accélérée et des désordres osseux et musculaires (Webster, 1995). En conséquence, les animaux sont principalement couchés, et une surface corporelle non négligeable reste continuellement au contact des produits irritants de la litière (ammoniac, ...).

➤ Les caractéristiques de la litière

Le type et l'épaisseur de la litière apparaissent comme les principaux facteurs responsables de la survenue des pododermatites. La litière est effectivement un paramètre important à prendre en compte puisque les animaux sont constamment à son contact (Bilgili *et al.*, 2009). Martland (1984) remarque qu'une litière humide provoque systématiquement des pododermatites chez les dindes en engraissement. Ses recherches sur le poulet de chair, l'année suivante, mènent à la même conclusion. La sévérité des lésions, quant à elle, semble fortement associée à une dégradation de la qualité de la litière (Harms *et al.*, 1977 ; Greene *et al.*, 1985). Les caractéristiques de la litière peuvent être importantes dans la fréquence et la gravité des lésions. Mirabito *et al.* (2007), comparent ainsi deux types de litières ; les copeaux de bois et la paille de blé mais aucun effet significatif du type de litière sur la prévalence des pododermatites n'a été constaté. En revanche, l'étude de Martrenchar *et al.* (2002) avait rapporté l'effet positif des copeaux de bois par rapport à la paille.

Une autre caractéristique importante, aux vues des nombreux articles la mentionnant depuis une dizaine d'années, est l'épaisseur de la litière. Ekstrand *et al.* (1997), en Suède où les élevages sont majoritairement sur un sol bétonné, trouvent significativement moins de pododermatites chez les poulets élevés sur une litière de 5cm (ou moins) que sur une litière plus épaisse. L'hypothèse avancée est qu'une couche épaisse est plus difficile à garder sèche, du fait, entre autre, du comportement des animaux qui ont tendance à moins gratter et retourner les particules servant de litière. De plus, en fine couche, la litière serait plus facilement ventilée et ainsi davantage asséchée (Ekstrand *et al.*, 1997 ; Martrenchar *et al.*, 2002). La friabilité de la litière joue aussi un rôle (Eichner *et al.*, 2007). La qualité de la litière sera d'autant améliorée qu'elle sera friable.

➤ Propriétés physico-chimiques de la litière

La litière est apparue comme un élément important dans la prévalence des dermatites de contact, notamment son humidité. Martland (1985) observe ainsi que le pH d'une litière sèche est davantage alcalin que celui d'une litière humide. Il suggère que l'humidité entraîne une prolifération bactérienne responsable de la dégradation des fèces et donc d'une augmentation de la teneur en ammoniacque et autres substances irritantes menant à une augmentation de la sévérité des lésions. Meluzzi *et al.* (2004), quant à eux, observent une association entre l'incidence des pododermatites et, d'une part une forte teneur en azote, et d'autre part un taux d'humidité important de la litière (Haslam *et al.* cités par Meluzzi *et al.*, 2008). Ceci semble confirmer les hypothèses avancées par Martland en 1985. Les propriétés physico-chimiques de la litière mentionnées dans beaucoup d'articles scientifiques se restreignent cependant à l'humidité, au pH et à l'ammoniacque.

4. Problématique

Peu de références bibliographiques mentionnent donc les relations entre les particularités physico-chimiques de la litière et la prévalence des dermatites de contact même si des hypothèses peuvent être posées. Il est donc intéressant d'étudier plus particulièrement les caractéristiques de la litière afin de déterminer si des éléments comme le pH, l'humidité, les matières minérales et organiques, l'urée ou l'azote peuvent participer au développement de lésions et si oui, de quelle manière et en quelles quantités.

L'étude présentée ici s'est déroulée en 2 étapes. La première visait à définir les conditions d'environnement (température, alimentation) permettant la dégradation de la qualité de la litière et susceptibles d'occasionner des dermatites de contact ou autres problèmes de bien-être chez les poulets de chair. Cette étude a également permis de tester deux types génétiques sur leur susceptibilité à développer des lésions sur une même qualité de litière. La seconde avait pour but de déterminer plus précisément les caractéristiques physico-chimiques de la litière à l'origine des pododermatites et autres lésions.

PREMIERE EXPERIMENTATION

1. Matériel et Méthodes

1.1 Animaux

1 200 poussins de chair de 1 jour (600 poussins de souche A et 600 poussins de souche B, mâles et femelles mélangés) ont été mis en place au printemps 2010. Ces animaux ont été abattus à l'âge de 35 jours.

1.2 Conditions d'élevage

Quatre salles dont le sol était bétonné, avec chacune deux parquets, ont été utilisées.

Quatre traitements ont été considérés et deux répétitions par traitement ont été effectuées :

- Températures témoins et aliment simple
- Températures témoins et aliment complexe
- Températures chaudes et aliment simple
- Températures froides et aliment simple

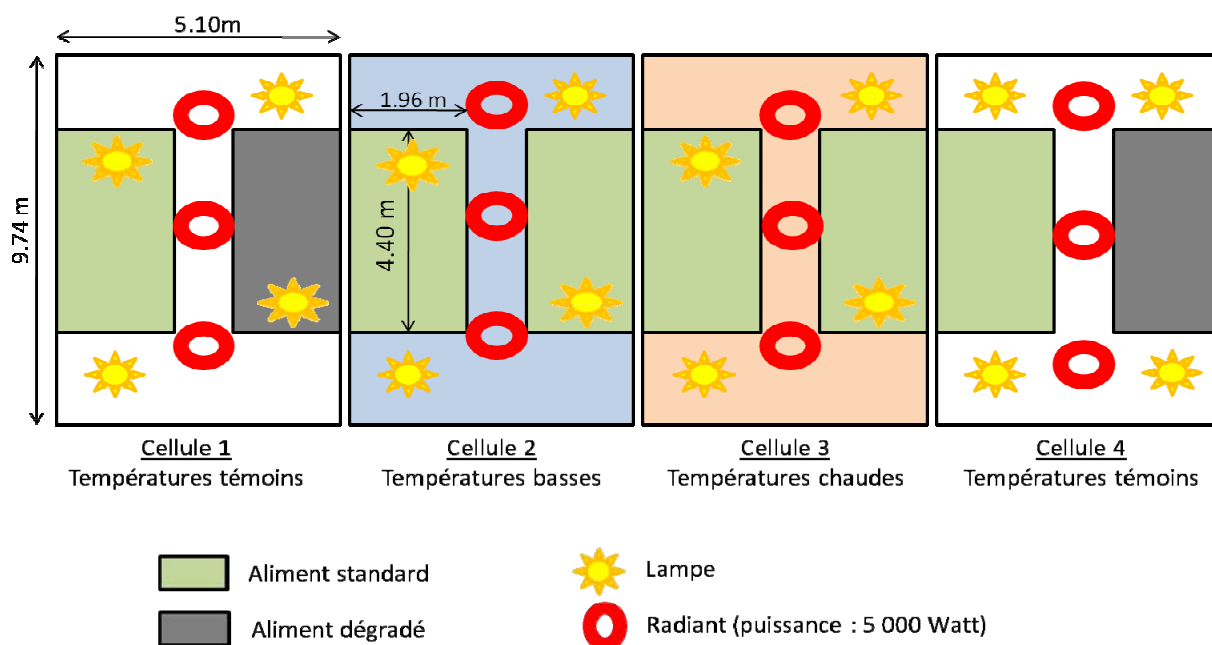


Figure 2. Représentation schématique de la disposition des parquets et des traitements appliqués

Les températures dites « témoins » étaient celles recommandées dans les guides d'élevage respectifs des 2 types génétiques utilisés. Ainsi, au 1^{er} jour d'élevage, la température était de 30°C et diminuait continuellement pour atteindre 20°C à 27 jours d'âge des animaux. La salle où les températures demandées étaient « basses » était à 27°C au démarrage et la mise en chauffe de la salle était tardive (le matin même de la mise en place des animaux). Pour ce qui est des températures chaudes, le démarrage s'est effectué à 33°C et l'ambiance est restée chaude tout au long de la période d'élevage (27°C en fin de bande).

Pour chaque période d'élevage (démarrage de 0 à 15j et croissance de 16 à 35j), deux aliments différant par leurs matières premières ont été formulés de façon à être iso-énergétiques et iso-protéiques (cf tableau 1). L'aliment simple était formulé à base de maïs, d'huile de colza et de tourteau de soja tandis que l'aliment complexe était un mélange de maïs, de blé, d'orge, d'huile de colza, de tourteaux de soja, de tourteaux de colza et de pois. Aucun ajout d'enzymes n'a été effectué. La différence dans la formulation de ces aliments est extrême. En effet, en élevage, des formulations intermédiaires sont plutôt utilisées.

Tableau 1. Propriétés des différents aliments utilisés

	Simple Démarrage	Complexe Démarrage	Simple Croissance	Complexe Croissance
EMcoq (kcal/kg)	2950	2950	3050	3050
MAT (g/kg)	220	220	180	185
Lysine (g/kg)	12	12	10,5	10,5
Méthionine (g/kg)	4,7	4,6	4,3	4
Met + Cys (g/kg)	8,5	8,5	7,3	7,4
Phosphore digestible (g/kg)	4,21	4,19	3,80	3,79

1.3 Mise en place

Dans chacun des parquets, 150 poussins (75 animaux de chaque souche) ont été installés après avoir été bagués et répartis selon des poids homogènes. 240 animaux (15/souche/parquet), pris aléatoirement, ont été marqués sur la tête à l'aide d'une bombe de peinture (1 couleur pour chaque souche).

Une rangée d'une vingtaine de pipettes avec récupérateur était mise à disposition des animaux, ainsi que 4 trémies d'aliment par parquet. Il est à noter que durant la 1^{ère} semaine de vie des poussins, 3 abreuvoirs siphonides étaient présents pour faciliter la prise d'eau par les animaux.

Concernant la litière, il s'agissait de paille d'orge broyée grossièrement (brins d'environ 10cm). La quantité de litière mise en place était de 6kg/m², soit 51 kg/parquet. Cela correspondait à une épaisseur d'une douzaine de centimètres au démarrage.

Le programme lumineux était conforme à la directive 2007/43/CE, c'est-à-dire :

- Au démarrage : 23h de lumière (30/40 lux) et 1h de coupure
- Puis à partir de 7 jours d'âge des animaux : 18h de lumière (avec une intensité lumineuse d'au moins 20 lux) et 6h de coupure (de 0h00 à 6h00).

La ventilation était dynamique et transversale.

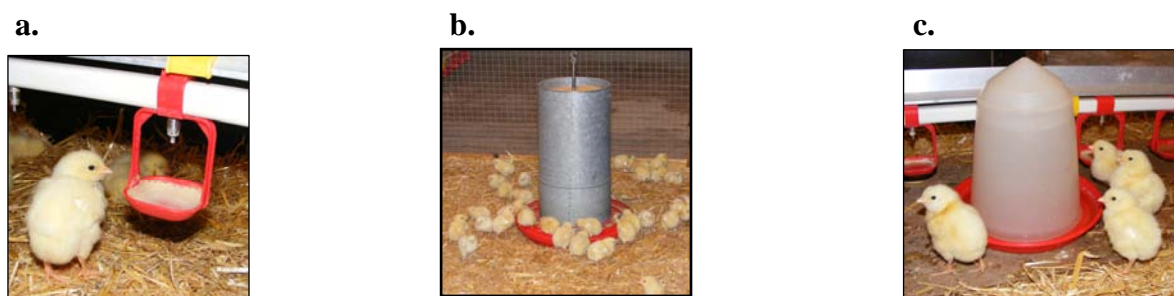


Figure 3. Les différents systèmes d'abreuvement et d'alimentation utilisés :
a. Pipette avec récupérateur, b. Trémie d'aliment, c. abreuvoir siphonide

1.4 Mesures réalisées

1.4.1 Sur les animaux

Aux 9^{ème}, 23^{ème} et 35^{ème} jours d'élevage, les animaux marqués ont été pesés puis observés pour les lésions. La grille de notation des pododermatites utilisée est celle mise en place par l'AFSSA, l'INRA et l'ITAVI en 2009. Le score des lésions est compris entre 1 et 5. Ainsi le score 1 correspond à aucune lésion ou à une simple hyperkératose de l'épiderme, les scores 2 et 3 correspondent à la présence d'écailles marrons allongées sur moins de 50% de la surface du coussinet plantaire (score 2) ou sur plus de 50% (score 3), les scores 4 et 5, de la même manière, correspondent à des lésions ulcéreuses recouvrant moins de 50% du coussinet plantaire (score 4) et plus de 50% (score 5). Les brûlures des tarses ont été notées selon cette même grille en remplaçant la surface plantaire par la surface de l'articulation tarsienne. Le bréchet, les éventuels signes de diarrhée et les griffures ont également été observés.

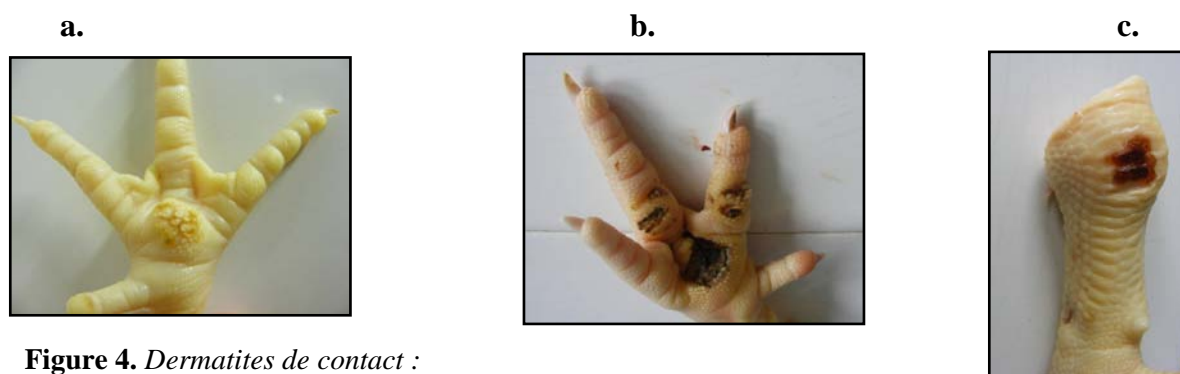


Figure 4. *Dermatites de contact :*

a. Pododermatite avec simples écailles allongées (score 1), b. Pododermatite ulcéreuse (score 4), c. Brûlure du tarse (score 2)

1.4.2 Sur l'aliment

La quantité d'aliment distribuée et les refus ont été pesés deux fois au cours de l'expérience ; une première fois au changement d'aliment (démarrage → croissance) et une deuxième fois au 35^{ème} jour d'élevage. La consommation a ainsi pu être calculée pour l'aliment de démarrage et pour l'aliment de croissance puisque l'ensemble des animaux a été pesé en parallèle.

Les performances zootechniques (indice de consommation, gain moyen quotidien, poids vif, ...) ont donc pu être estimées.

1.4.3. Sur l'ambiance

Une fois par semaine, la température de la litière, en surface et en profondeur, était relevée en quatre points de chaque parquet (un près des mangeoires, un sous les pipettes et deux en zone de repos). Une note, entre 1 (litière sèche et friable) et 5 (litière totalement croûtée ou humide), était également attribuée à chacun des quatre points (cf annexe 2).

Parallèlement aux observations des lésions, des carottages de la litière dans chacun des parquets ont été réalisés. Trois points de carottage ont été faits ; un près des mangeoires, un à proximité des pipettes et un dernier en zone de repos des animaux. Après avoir mélangé les 3 prélèvements issus du même parquet, un échantillon de 1kg était mis en sac, le reste remis aux endroits carottés. L'ensemble des échantillons a été envoyé au Laboratoire de Touraine pour analyse du pH, des matières sèche, organique et minérale, de l'azote total et ammoniacal et de l'urée.

Les concentrations en dioxyde de carbone et en ammoniac ont été mesurées à 4, 21, 32 et 35 jours d'âge des animaux afin de connaître leurs évolutions au cours de la période d'élevage. Ces mesures ont été réalisées 3 fois dans la journée ; à 7, 11 et 16 heures pour détecter une éventuelle modification de la concentration en gaz dans la journée.

Tout au long de l'expérience, un boîtier KIMO® a été mis en place afin d'enregistrer température et hygrométrie toutes les quinze minutes dans chacun des parquets.

A la fin de l'expérimentation, la litière des 8 parquets a été pesée.

1.5 Analyses statistiques

L'ensemble des variables a été testé pour la normalité via le test de Shapiro-Wilks. Ainsi, seules les valeurs du poids et du GMQ suivaient la loi normale, une ANOVA a donc été réalisée sur ces variables. Les effets de la souche et du sexe sur le score moyen des pododermatites ont donc été testés grâce au test non paramétrique de Mann-Whitney. L'effet du traitement a été traité par le test de Kruskal-Wallis. Enfin, le coefficient de corrélation de Spearman a été calculé entre les pododermatites, le pH, l'humidité, les matières minérales et organiques et l'azote total et ammoniacal. Les logiciels utilisés étaient Statview et SAS.

2. Résultats

2.1. Ambiance et alimentation

2.1.1. Température et hygrométrie

L'enregistrement en continu de la température et de l'hygrométrie via les boîtiers KIMO® est présenté en figure 6. Au cours de l'expérience, des problèmes techniques ont été rencontrés dans la cellule 2. La gestion de cette salle, censée être maintenue à des températures relativement basses (27°C au démarrage), a donc été difficile. En conséquence, l'ambiance obtenue dans cette salle est assez proche des ambiances témoins.

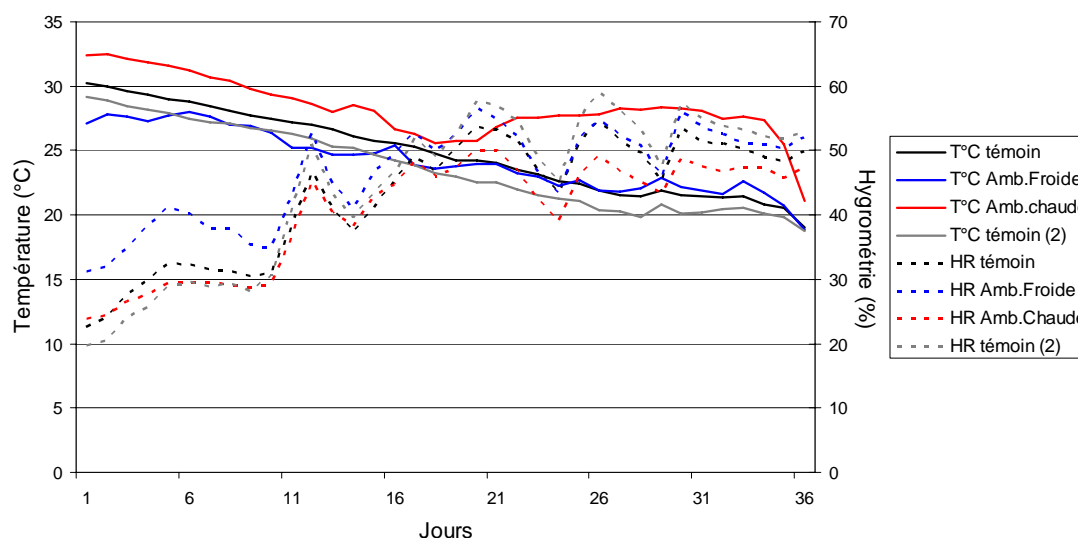


Figure 6. Différentiel de température (en °C) et d'hygrométrie (en % d'humidité relative) obtenu entre les traitements (en noir et gris, les ambiances témoins, en bleu, l'ambiance froide et en rouge, l'ambiance chaude).

2.1.2. Dégagements gazeux

Les mesures de la concentration en dioxyde de carbone et en ammoniac, étaient réalisées à titre indicatif, afin de vérifier le respect de la directive Bien-être. Les concentrations maximales autorisées sont de 3000 ppm pour le dioxyde de carbone et 20 ppm pour l'ammoniac. Au cours de l'expérience, les teneurs en CO₂ et NH₃ maximales mesurées étaient, respectivement, de 1500 ppm en fin d'élevage pour les cellules 1 et 3 et 20 ppm, à 35 jours, pour la cellule 3. Les concentrations en gaz diminuaient au cours de la journée.

2.1.3. Performances zootechniques

Connaissant la quantité d'aliment distribuée, le poids des animaux et leur nombre, nous avons pu calculer les indices de consommation et les gains moyens quotidiens en fonction du traitement dans lequel évoluaient les poulets. Ainsi, sur l'ensemble de la période d'élevage, les individus témoins ont les meilleurs IC et GMQ, respectivement 1,54 et 54,69g/j ; alors que les poulets nourris à l'aliment complexe ont un IC de 1,67 et ceux élevés à des températures chaudes ont un GMQ assez faible, de l'ordre de 48 g/j. Les données de l'IC sont indiquées pour information mais aucune analyse statistique n'a été réalisée en raison de la mesure de la consommation d'aliment par parquet.

Tableau 1. Poids, IC et GMQ moyens obtenus à 35 jours pour chacun des traitements appliqués

	Témoin	Ambiance froide	Ambiance chaude	Aliment complexe	Effet traitement	Effet souche
Poids souche A (g) (N=240)	1857 ± 263	1797 ± 227	1647 ± 223	1772 ± 253	< 0,001	< 0,001
Poids souche B (g) (N=240)	1963 ± 214	1891 ± 214	1727 ± 212	1827 ± 240		
GMQ souche A (g/j) (N=240)	53,06 ± 7,53	50,65 ± 8,79	47,05 ± 6,38	49,23 ± 11,00	< 0,001	< 0,001
GMQ souche B (g/j) (N=240)	56,10 ± 6,11	54,06 ± 6,14	49,36 ± 6,07	52,20 ± 6,88		
IC moyen (N=2)	1,54 ± 0,00	1,58 ± 0,02	1,57 ± 0,01	1,67 ± 0,00		

2.2. Observations des lésions

Des pododermatites ont été observées dès la première observation, soit à 9 jours d'âge des poussins. Il s'agissait principalement d'écailles allongées marron mais certaines lésions apparaissaient comme ulcéreuses. En revanche, aucune brûlure des tarses n'a été notée. Le tableau 2 présente les scores moyens obtenus pour chacun des effets testés. Un rôle important de l'ambiance et de l'aliment dans le développement des lésions est confirmé ici. Ainsi, la salle où les températures étaient élevées apparaît comme étant l'ambiance entraînant les lésions les moins graves comparée aux ambiances froide ou témoin, et ce, tout au long de l'expérience (scores moyens respectifs à 35 jours : $1,90 \pm 0,64$ vs. $2,35 \pm 0,67$ et $2,37 \pm 0,74$). En ce qui concerne l'aliment, il a, tout comme l'ambiance, un effet hautement significatif ($p < 0,001$) sur la sévérité des lésions mais avec une inversion de tendance entre 23 et 35 jours d'âge des animaux. En effet, aux observations faites à 10 et 23 jours, ce sont les poulets nourris avec l'aliment simple qui présentent les scores de pododermatite les plus élevés par rapport aux poulets élevés à l'aliment complexe. En revanche, à 35 jours, le score moyen enregistré sur les animaux issus des parquets où l'alimentation était complexe est nettement supérieur à celui noté en alimentation simple ($3,01 \pm 1,11$ vs. $2,36 \pm 0,74$).

Les animaux ayant été sexés le jour de l'abattage, l'effet sexe a ainsi pu être testé. A 10 jours, les femelles sont significativement plus atteintes que les mâles ($p < 0,05$), mais cette différence n'est plus observable à 23 et 35 jours. Concernant l'effet souche, la différence entre « A » et « B » devient significative à 35 jours ($p = 0,01$). La souche « B » apparaît comme étant la plus sévèrement atteinte.

Tableau 2. Effet des traitements appliqués (ambiance, aliment) par le test de Kruskal-Wallis et de la souche et du sexe, par le test de Mann-Whitney sur le score moyen des pododermatites (PDD) à 10, 23 et 35 jours d'âge des oiseaux. (N = nombre d'animaux échantillonnés).

	N	PDD à 10 jours	N	PDD à 23 jours	N	PDD à 35 jours
Témoin	60	$2,08 \pm 0,75$	60	$2,60 \pm 0,87$	141	$2,37 \pm 0,74$
Ambiance froide	60	$1,62 \pm 0,49$	60	$2,93 \pm 0,77$	142	$2,35 \pm 0,67$
Ambiance chaude	60	$1,41 \pm 0,50$	60	$1,59 \pm 0,62$	144	$1,90 \pm 0,64$
Effet de l'ambiance		< 0,001		< 0,001		< 0,001
Aliment simple	60	$2,08 \pm 0,75$	60	$2,60 \pm 0,87$	141	$2,36 \pm 0,74$
Aliment complexe	60	$1,63 \pm 0,67$	60	$1,97 \pm 0,79$	142	$3,01 \pm 1,11$
Effet de l'aliment		< 0,001		< 0,001		< 0,001
Souche « A »	60	$1,88 \pm 0,67$	60	$2,38 \pm 0,76$	282	$2,32 \pm 0,88$
Souche « B »	58	$1,83 \pm 0,82$	59	$2,19 \pm 0,99$	287	$2,50 \pm 0,91$
Effet souche		NS		NS		0,01
Mâle	138	$1,60 \pm 0,57$	138	$2,21 \pm 0,94$	307	$2,36 \pm 0,90$
Femelle	96	$1,81 \pm 0,74$	98	$2,36 \pm 0,90$	262	$2,46 \pm 0,90$
Effet sexe		< 0,05		NS		NS

NS : Non Significatif

2.3. Analyses des litières

Les analyses faites sur la litière ont permis de constater le rôle des différents traitements sur l'évolution des propriétés physico-chimiques de la litière et leurs influences sur la sévérité des lésions. Ainsi, les résultats obtenus montrent des différences hautement significatives entre les traitements pour tous les paramètres étudiés (pH, humidité, matières minérales, matières organiques, teneurs en azote et azote ammoniacal et température) mise à part l'urée dont la teneur était inférieure à 1g/kg de paille brute, et ce, à 10, 23 et 35 jours.

Concernant les caractéristiques des litières à 36 jours (tableau 3), le traitement « aliment complexe » semble impacter très fortement la qualité de la litière. En effet, il acidifie notablement la litière (pH = $5,49 \pm 0,28$ vs $6,95$ à $7,07$) et diminue le taux de matière sèche (humidité = $40,35\% \pm 3,44$ vs $32,83$ à $39,18$). C'est également avec ce traitement que la teneur en azote total est la plus importante ($2,94\% \pm 0,34$ vs $2,50$ à $2,84$), et la litière la plus lourde ($258\text{kg} \pm 14,37$ vs 180 à 223). L'ambiance chaude, quant à elle, semble permettre à la litière de se maintenir dans une qualité acceptable puisque la note qui lui a été attribuée à la fin de la période d'élevage des poulets est de 4 contre 5 pour les autres traitements, elle n'était donc pas totalement croûtée, contrairement à celle des autres parquets. Par ailleurs, la litière de l'ambiance chaude est la plus légère ($180,8 \pm 0,9\text{kg}$) et est celle qui apparaît comme étant la plus « sèche », avec $32,83 \pm 1,15\%$ d'humidité. Il semblerait donc que des températures relativement élevées à l'intérieur du bâtiment aident à garder une litière davantage sèche en comparaison aux températures recommandées dans les guides d'élevage.

Tableau 3. *Caractéristiques de la litière à 35 jours selon le traitement appliqué.*

	Témoin	Ambiance froide	Ambiance chaude	Aliment complexe
pH	$7,06 \pm 0,20$	$7,07 \pm 0,04$	$6,95 \pm 0,01$	$5,49 \pm 0,28$
Humidité (%)	$39,18 \pm 0,98$	$37,46 \pm 2,47$	$32,83 \pm 1,15$	$40,35 \pm 3,44$
Matières minérales (%)	$11,45 \pm 0,40$	$11,40 \pm 1,75$	$12,63 \pm 0,97$	$11,08 \pm 1,39$
Matières organiques (%)	$49,38 \pm 1,38$	$51,15 \pm 4,21$	$54,53 \pm 2,13$	$48,58 \pm 2,06$
Teneur en azote (%)	$2,51 \pm 0,61$	$2,50 \pm 0,12$	$2,84 \pm 0,11$	$2,94 \pm 0,34$
Teneur en azote ammoniacal (%)	$0,33 \pm 0,07$	$0,33 \pm 0,03$	$0,26 \pm 0,03$	$0,20 \pm 0,03$
T° de la litière (°C)	$27,8 \pm 0,55$	$28,7 \pm 2,67$	$32,3 \pm 0,86$	$27,4 \pm 1,82$
Note de la litière	5 ± 0	5 ± 0	4 ± 0	5 ± 0
Poids de la litière (kg)	$223,4 \pm 13,8$	$209,2 \pm 0,5$	$180,1 \pm 0,9$	$258,2 \pm 14,4$

Deux répétitions par traitement

2.4. Relations entre caractéristiques de la litière et pododermatites

Les analyses des litières faites en parallèle des observations des lésions ont permis de mettre en évidence des relations entre paramètres chimiques de la litière et sévérité des pododermatites. Ainsi, les scores 4 et 5, lésions ulcéreuses, sont davantage expliqués par un pH acide (figure 7a) tandis que les scores 1 à 3 se trouvent majoritairement sur pH neutre. Pour ce qui est de l'humidité, la figure 7b montre clairement une augmentation du score des pododermatites avec l'humidité de la litière. En effet, on remarque que les poulets atteints de la note 5 se trouvaient sur une litière plus humide (42% d'humidité) que les animaux présentant des pattes saines (32 à 37% d'humidité).

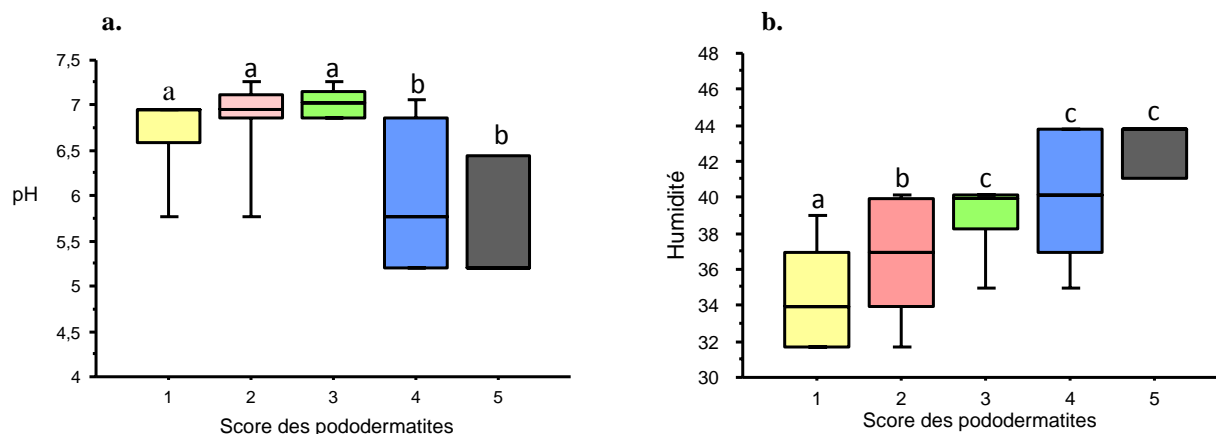


Figure 7. Répartition des 5 scores de pododermatites à 35 jours d'âge des poulets selon le pH et l'humidité relevés au 35^{ème} jour.

Le tableau 4 permet de mettre en évidence certaines corrélations entre la sévérité des lésions et les résultats des analyses de litière. Ainsi, l'humidité de la litière, apparaît comme le paramètre le plus déterminant dans le score final des pododermatites ($r=0.41$; $p<0.001$). Elle est aussi négativement corrélée au pH ($r=-0.36$; $p<0.001$), il semble donc qu'une litière sera d'autant plus acide qu'elle sera humide. Le pH, quant à lui, est négativement corrélé au score des pododermatites ($r=-0.23$; $p<0.001$). Une litière humide et acide semble donc entraîner une aggravation du score des lésions.

Tableau 4. Corrélations de Spearman entre les scores des pododermatites (PDD) et les propriétés chimiques de la litière, à 35 jours.

	PDD	pH	Humidité	Matières minérales	Matières organiques	Azote	Azote ammoniacal
PDD	1	-	-	-	-	-	-
pH	-0,23295***	1	-	-	-	-	-
Humidité (%)	0,40530***	-0,36202***	1	-	-	-	-
Matières minérales (%)	-0,15879*	-0,18259**	-0,17888**	1	-	-	-
Matières organiques (%)	-0,37707***	0,50710***	-0,92827***	-0,10719	1	-	-
Azote (%)	-0,04974	-0,63813***	-0,12021	0,66644***	-0,07350	1	-
Azote ammoniacal (%)	-0,12170	0,48044***	0,01815	0,07079	0,12531	0,00097	1

* $P<0.05$; ** $P<0.01$; *** $P<0.001$

3. Conclusion

Les conditions d'ambiance mises en place dans cette expérimentation ont permis d'observer des différences inter-individuelles dans le score des pododermatites et d'obtenir des qualités de litière différentes entre les traitements. En effet, il apparaît clairement que l'ambiance et l'aliment jouent un rôle important dans la dégradation de la qualité de la litière et dans la sévérité des pododermatites. Les résultats obtenus ont permis d'établir le protocole de l'expérimentation principale.

Etant donné l'effet souche observé à 35 jours, nous avons fait le choix de ne prendre que des poulets de souche B dans la seconde expérience puisque ce sont les plus couramment utilisés en systèmes intensifs. Afin d'éviter un éventuel effet sexe, non mis en évidence dans cette étude, mais observé dans de nombreuses autres expériences, seuls des individus mâles ont été mis en place. Les différences de caractéristiques physico-chimiques de la litière entre les traitements ont permis de montrer l'intérêt de ces analyses en parallèle des observations des lésions. Elles seront donc reconduites.

Les premières pododermatites ayant été observées dès l'âge de 10 jours, la mise en place d'observations plus précoces serait intéressante.

DEUXIEME EXPERIMENTATION

1. Matériel et Méthodes

1.1 Animaux

La souche utilisée dans cette expérimentation était la souche B, étudiée précédemment. Ainsi, 2688 poussins mâles de cette souche ont été mis en place à la fin du printemps 2010 et élevés pendant 42 jours. 600 animaux ont été abattus.

1.2 Conditions d'élevage

Dans cette expérience, deux modalités ont été testés ; l'ambiance au démarrage et l'aliment. Ainsi, 4 traitements furent expérimentés et répétés six fois :

- Températures témoins et aliment simple (témoin)
- Températures témoins et aliment complexe
- Températures chaudes au démarrage et aliment simple
- Températures chaudes au démarrage et aliment complexe

Nous disposions de 2 salles au sol bétonné, contenant chacune 12 parquets. Ainsi, la salle 1 était chauffée de sorte à respecter les températures témoins tandis que la salle 2 suivait les températures dites chaudes au démarrage. Dans chaque cellule, les animaux de 6 parquets étaient nourris à l'aliment simple et ceux des 6 autres parquets, à l'aliment complexe.

De la même façon que dans la première expérimentation, les températures témoins sont celles préconisées dans le guide d'élevage de la souche considérée. Les températures chaudes, quant à elles, étaient de 33°C au premier jour d'élevage et ont progressivement diminué de manière à atteindre les températures témoins à partir du 21^{ème} jour d'élevage.

Un différentiel de ventilation entre les deux salles a été mis en place. Nous avons donc, dans la salle 1 (ambiance témoin) un cycle de 25 secondes de ventilation toutes les 100 secondes tandis que dans la salle 2, un cycle de 35 secondes de ventilation toutes les 100 secondes était mis en place. La gestion de la ventilation était automatique, paramétrée à l'aide de boîtiers AVISTAR®. Afin que la salle 2 soit encore davantage ventilée, nous avons limité la tolérance d'écart entre température relevée et température de consigne.

Concernant les aliments simple et complexe, il s'agissait des mêmes formules que celles utilisées dans la première expérimentation.

1.3 Mise en place

Le 25 mai 2010, 2688 poussins ont été mis en place. Les 24 parquets expérimentaux avaient une superficie de 6m² et contenait chacun 112 animaux.

Le lendemain de la mise en place des poussins, 15 individus par parquet ont été attrapés aléatoirement, marqués d'une tâche de peinture bleue sur la tête puis bagués à l'aile droite. Dix autres de chaque parquet ont également été bagués mais marqués cette fois-ci d'une tâche de peinture verte. Les poussins marqués en bleu sont ceux qui ont été suivis tout au long de l'essai pour les lésions puis abattus à 42 jours. Les poussins marqués en vert, quant à eux, n'ont pas été suivis régulièrement, mais ont été abattus et observés à la fin de l'expérimentation.

Les systèmes d'alimentation et d'abreuvement des animaux comprenaient deux trémies, et des pipettes avec récupérateurs en nombre suffisant.

La litière utilisée était de la paille de blé broyée grossièrement. La quantité mise en place était identique à celle de la première expérimentation, à savoir 6kg de paille par mètre carré, par conséquent, 36kg de paille répartis dans chaque parquet.

Le programme lumineux et l'intensité lumineuse sont les mêmes que dans l'expérience précédente.

1.4 Mesures réalisées

1.4.1 Sur les animaux

Une pesée individuelle des animaux bagués a eu lieu à 15 (changement d'aliment) et 42 jours d'élevage. Le reste des animaux, a été pesé collectivement.

Les lésions (pododermatites, brûlures des tarses, ampoule ou croûte du bréchet, griffures), l'état de propreté des pattes et les signes de diarrhée ont été notés à 4, 7, 9, 23 et 35 jours d'âge sur les animaux marqués en bleu. Au 42^{ème} jour, l'ensemble des poulets marqués a été abattu puis observé sur la chaîne d'abattage pour les lésions. La grille de notation utilisée est la même que lors de la première expérimentation. Dans cet essai, les dermatites aux doigts ont été observées et notées selon une échelle binaire (présence/absence).

Une étude histologique des pattes de quelques animaux a été réalisée. Au 11^{ème} jour, cinq poussins (non bagués) ont été choisis en fonction de la sévérité des pododermatites. Ainsi, deux poussins n'ayant aucun signe de lésions apparent (témoins) et trois poussins présentant des hyperkératoses ou des débuts d'écailles allongées ont été euthanasiés. Leurs pattes ont été coupées, nettoyées et placées dans un tube (une patte par tube) contenant une solution de Glyo-Fixx (fixateur histologique). Les dix prélèvements ont ensuite été envoyés au Laboratoire d'Histopathologie Animale de Nantes afin d'avoir une description histologique du stade précoce des pododermatites.

1.4.2 Sur l'aliment

Tout comme ce qui avait été fait dans l'expérience précédente, la quantité d'aliment distribuée et les refus ont été enregistrés afin de connaître les performances zootechniques des animaux selon le traitement.

1.4.3 Sur l'ambiance

La température et l'hygrométrie, de la même manière que dans la première expérience, ont été enregistrées en continu à l'aide de boîtiers KIMO®.

Les concentrations en dioxyde de carbone et en ammoniac ont été mesurées aux 1^{er} et 39^{ème} jours d'élevage, 3 fois dans la journée (7, 11 et 16 heures).

Chaque semaine, la température des litières était relevée, en surface et en profondeur, et une note attribuée en quatre points de chaque parquet (même protocole que la première expérience).

Des carottages de litière, en trois points de chaque parquet (mangeoire, abreuvoir et zone de repos) ont été réalisés plusieurs fois au cours de l'essai. Un premier carottage a eu lieu avant la mise en place des poussins, afin de déterminer d'éventuelles modifications des caractéristiques de la paille, entre les deux ambiances, qui auraient pu survenir lors de la mise en chauffe des cellules. D'autres carottages ont été effectués à 10, 24, 36 et 43 jours d'âge des animaux en suivant le même protocole que pour la première expérimentation. Les échantillons ont été apportés au Laboratoire de Touraine pour des analyses identiques à celles réalisées précédemment.

Afin de connaître les températures ressenties par les animaux en fin de bande, les vitesses d'air ont été évaluées grâce à un anémomètre KIMO® utilisé dans chaque parquet, à hauteur de tête des poulets.

1.5 Analyses statistiques

La normalité de la distribution des variables a été testée grâce au test de Shapiro-Wilks. Ainsi, seules les valeurs du poids, de l'IC et du GMQ suivaient la loi normale, une ANOVA a donc été réalisée sur ces variables. L'effet du traitement sur le score moyen des lésions a été traité en utilisant le test de Kruskal-Wallis et pour déterminer les effets séparés de l'ambiance et de l'aliment, les données ont été traitées via le test de Mann-Whitney. Des corrélations de Spearman ont été effectuées entre les analyses de litière (pH, humidité, matières minérales et organiques, azote total et ammoniacal) et les lésions (pododermatites et brûlures des tarses).

2. Résultats

2.1. Ambiance et alimentation

2.1.1 Température et Hygrométrie

La figure 8 met en évidence l'évolution de la température et de l'hygrométrie dans chacune des deux salles.

Au 1^{er} jour de l'expérimentation, les températures relevées dans la salle 2, étaient bien inférieures à celles requises. Ceci est dû au fait que les salles ont été mises en chauffe trois jours avant l'arrivée des poussins, mais à des températures avoisinant les 25°C. La veille de la mise en place des animaux, les températures ont été paramétrées de manière à respecter le protocole, mais les températures chaudes de la salle 2 ont été atteintes plus tardivement que les témoins, ce qui explique l'écart de température observé au jour 1.

A partir de 30 jours, malgré des températures de consignes de 20°C, les températures enregistrées à l'intérieur du bâtiment étaient nettement supérieures à celles paramétrées. Ceci s'explique par une période de fortes chaleurs, rendant difficile la gestion du bâtiment. L'hygrométrie, quant à elle, augmente au cours du temps.

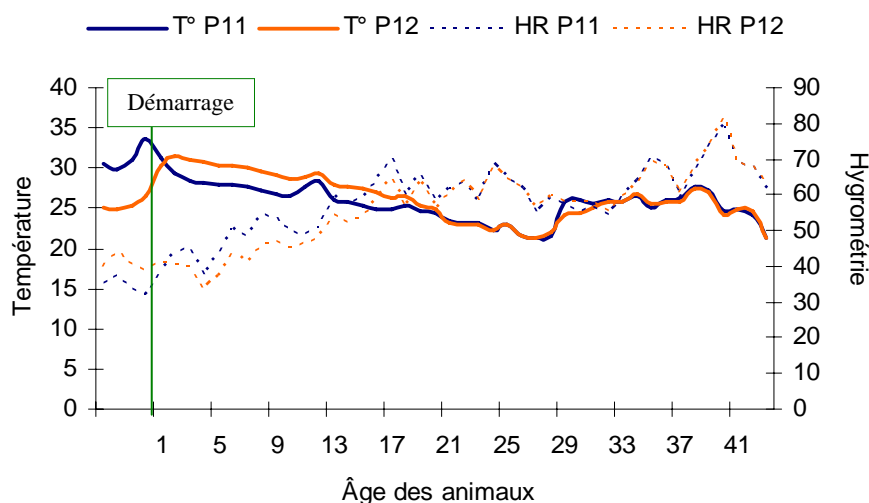


Figure 8. Différentiel de température (en °C) et d'hygrométrie (en % d'humidité relative) obtenu entre les traitements (en bleu, l'ambiance témoin et en orange, l'ambiance chaude au démarrage).

2.1.2 Dégagements gazeux

Les mesures sur les gaz (CO_2 et NH_3) ont permis de constater une évolution de leur concentration dans le courant de la journée et entre le démarrage et la fin de l'élevage. Elles ont également permis de noter des différences entre les deux ambiances testées.

Ainsi, le matin et en fin de bande, la concentration en dioxyde de carbone et en ammoniac était plus forte que dans l'après-midi et au démarrage.

Au 2^{ème} jour de l'expérience, la concentration en CO_2 de l'ambiance témoin était de 800 ppm au matin et de 400 ppm l'après-midi tandis que dans l'ambiance « chaude », elles étaient respectivement de 800 et 600 ppm. A 39 jours d'âge des poulets, les deux ambiances présentaient une teneur en CO_2 de 1000 ppm le matin et de 800 ppm l'après-midi.

Concernant les concentrations en NH_3 , elles étaient inférieures à 2 ppm pour les deux ambiances au démarrage et étaient, à 39 jours, de 5 ppm pour l'ambiance témoin et de 10 ppm pour l'ambiance « chaude ».

2.1.3 Performances zootechniques

De la même manière que dans la première expérimentation, les indices de consommation et gains moyens quotidiens ont été calculés afin d'observer une éventuelle différence selon le traitement appliqué (tableau 5).

Les différences observées sur le poids, l'IC et le GMQ à 42 jours sont dues à l'aliment ($p < 0,001$) et non pas à l'ambiance de la salle ($p > 0,05$). Ainsi, les animaux nourris à l'aliment simple ont un poids moyen supérieur à ceux nourris à l'aliment complexe (2,413kg vs 2,240kg) et un IC et un GMQ moyens de, respectivement, 1,74 (vs 1,84) et 57,43 g/j (vs 53,34 g/j).

Tableau 5. Poids, IC et GMQ moyens obtenus pour chacun des traitements appliqués et effet de l'aliment mis en évidence ($N=6$)

	Témoin	Ambiance témoin – Aliment dégradé	Ambiance chaude – Aliment standard	Ambiance chaude – Aliment dégradé	Effet de l'aliment
Poids moyen	2,442 ^a ± 0,103	2,253 ^b ± 0,070	2,383 ^a ± 0,104	2,227 ^b ± 0,132	< 0,001
IC moyen	1,73 ^a ± 0,05	1,86 ^b ± 0,10	1,74 ^{ac} ± 0,03	1,81 ^{bc} ± 0,05	< 0,001
GMQ moyen (en g/j)	58,13 ^a ± 2,44	53,65 ^b ± 1,66	56,73 ^a ± 2,48	53,03 ^b ± 3,15	< 0,001

2.1.4 Vitesses d'air

Les vitesses d'air ont été mesurées en fin d'élevage (j38), à hauteur de tête des animaux, afin d'avoir une idée de la température ressentie par les poulets. Or, elles étaient très faibles (de 0,0 m/s à 0,7 m/s). Les températures relevées étaient donc bien celles ressenties par les animaux.

2.2 Observation des lésions

Les observations effectuées à 4 et 7 jours d'âge des poussins n'ont montré aucun signe de lésion apparent. Les premières pododermatites ont été observées à 9 jours, il s'agissait d'écailles allongées marron touchant 1,45% d'individus. Les brûlures des tarses, quant à elles, ont été observées à partir de 35 jours d'âge des animaux.

L'étude histologique réalisée sur les pattes de cinq poussins âgés de 11 jours a montré que les individus témoins, retenus pour n'avoir aucun signe visible de lésions souffraient malgré tout de pododermatites débutantes. En effet, des hyperplasies et des hyperkératoses (légères à modérées) étaient déjà présentes. Les pattes des individus présentant des écailles allongées plus ou moins sévères, ont montré, d'un point de vue histologique, «des pododermatites hyperplasiques et hyperkératosiques marquées, modérément érosive et pustulo-croûteuse».

Le tableau 6 permet de récapituler les scores moyens obtenus pour chacun des traitements appliqués et l'effet des températures et de l'aliment sur ce score moyen.

A 9 jours, il n'y a pas de différences dans le score des pododermatites entre les traitements. Ce score moyen est, d'ailleurs, relativement faible puisqu'il ne dépasse pas 1,03.

En revanche, à partir de 23 jours, l'ambiance joue un rôle important dans l'évolution des lésions. L'ambiance standard apparaît alors comme étant la moins adaptée puisqu'elle engendre un score plus élevé (2,40±0,49 pour l'ambiance standard contre 2,09±0,33 pour l'ambiance chaude).

A 35 jours, les lésions au niveau des tarses sont désormais visibles et les pododermatites apparaissent comme ulcéreuses. L'ambiance n'a plus d'effet sur le score moyen des lésions mais l'aliment, en revanche, joue un rôle significatif. Ainsi, des ulcérations, au niveau du coussinet plantaire, plus importantes chez les poulets nourris à l'aliment complexe que ceux nourris à l'aliment simple sont observées.

De la même manière, les brûlures des tarses, ne semblent être déterminées que par les effets de l'aliment.

Tableau 6. Scores moyens des lésions (PDD : pododermatites ; BT : brûlures des tarses), obtenus pour chacun des traitements appliqués (Témoin ; Amb.Ch = ambiance chaude ; Alim.S = aliment simple et Alim.C = aliment complexe). Effet de l'aliment et de l'ambiance sur le score moyen des lésions mis en évidence par le test de Kruskal-Wallis. ($N_1=360$ et $N_2=600$)

	PDD à 9 jours (N_1)	PDD à 23 jours(N_1)	PDD à 35 jours(N_1)	PDD à 42 jours(N_2)	BT à 35 jours(N_1)	BT à 42 jours(N_2)
Témoin	1,03 ± 0,18	2,49 ± 0,50	3,25 ± 1,01	4,19 ± 0,93	1,80 ± 0,78	2,80 ± 1,14
Amb.Std – Alim.C	1,01 ± 0,11	2,31 ± 0,46	4,38 ± 0,55	4,82 ± 0,39	2,30 ± 1,19	3,90 ± 1,00
Amb.Ch – Alim.S	1,00 ± 0,00	2,08 ± 0,35	3,62 ± 0,83	4,60 ± 0,72	2,06 ± 1,07	2,78 ± 1,13
Amb.Ch – Alim.C	1,01 ± 0,11	2,10 ± 0,30	4,34 ± 0,60	4,82 ± 0,39	2,25 ± 1,24	3,88 ± 1,14
Ambiance témoin	1,02 ± 0,15	2,40 ± 0,49	3,82 ± 0,99	4,51 ± 0,77	2,05 ± 1,04	3,36 ± 1,20
Ambiance chaude	1,01 ± 0,07	2,09 ± 0,33	3,98 ± 0,81	4,71 ± 0,59	2,16 ± 1,16	3,33 ± 1,26
Aliment simple	1,02 ± 0,13	2,28 ± 0,48	3,43 ± 0,94	4,39 ± 0,85	1,93 ± 0,94	2,79 ± 1,13
Aliment complexe	1,01 ± 0,11	2,20 ± 0,40	4,36 ± 0,58	4,82 ± 0,39	2,27 ± 1,21	3,89 ± 1,07
Effet de l'ambiance	NS	< 0,001	NS	<0,05	NS	NS
Effet de l'aliment	NS	NS	< 0,001	< 0,001	<0,05	< 0,001

NS : Non Significatif

La figure 9 présente les pourcentages des différents scores des brûlures des tarses obtenus à 42 jours d'âge en fonction de l'alimentation des poulets. La plupart des animaux nourris à l'aliment simple sont atteints de lésions mineures ou modérées. En effet, ils sont respectivement, 6 et 52% à présenter soit, de simples hyperkératoses, soit des écailles allongées marron. En revanche, seuls 18% des individus nourris à l'aliment complexe ne présentent aucune lésion ou des lésions modérées et 82% d'entre eux souffrent de lésions ulcéreuses.

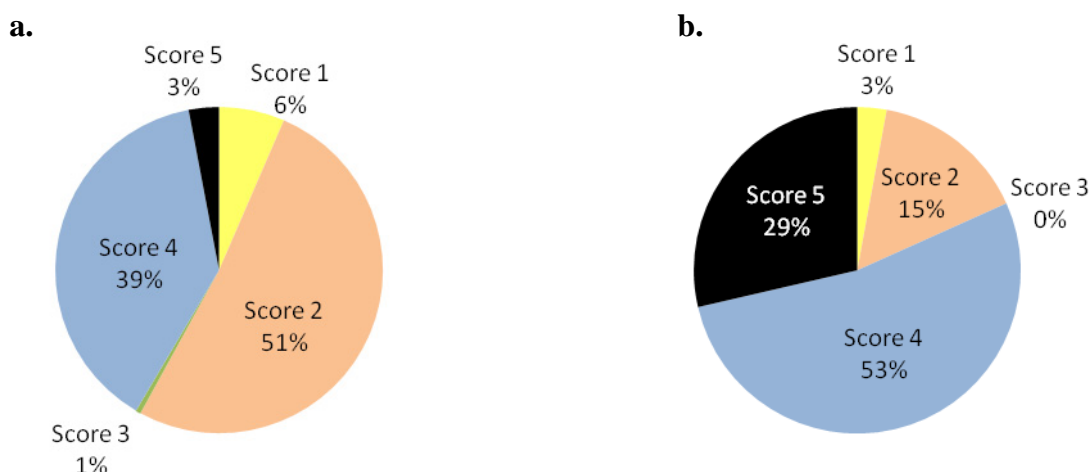


Figure 9. Répartition des scores des brûlures des tarses à 42 jours d'âge des poulets nourris à l'aliment simple (a.) ou à l'aliment complexe (b.). Echantillon de 578 individus (285 animaux pour l'aliment simple et 293 animaux pour l'aliment complexe).

Selon le traitement appliqué, les cinétiques d'apparition et de développement des pododermatites ne sont pas les mêmes (figure 10). Ainsi, à 23 jours, on note que ce sont les poulets témoins (ambiance et aliment simple) qui sont les plus sévèrement atteints, alors qu'à partir de 35 jours, ce sont eux qui présentent les pododermatites les moins graves. Inversement, les animaux nourris à l'aliment complexe apparaissent comme les plus gravement touchés par des ulcères au coussinet plantaire en fin de bande, alors qu'ils ne présentaient pas les scores les plus élevés à 9 et 23 jours.

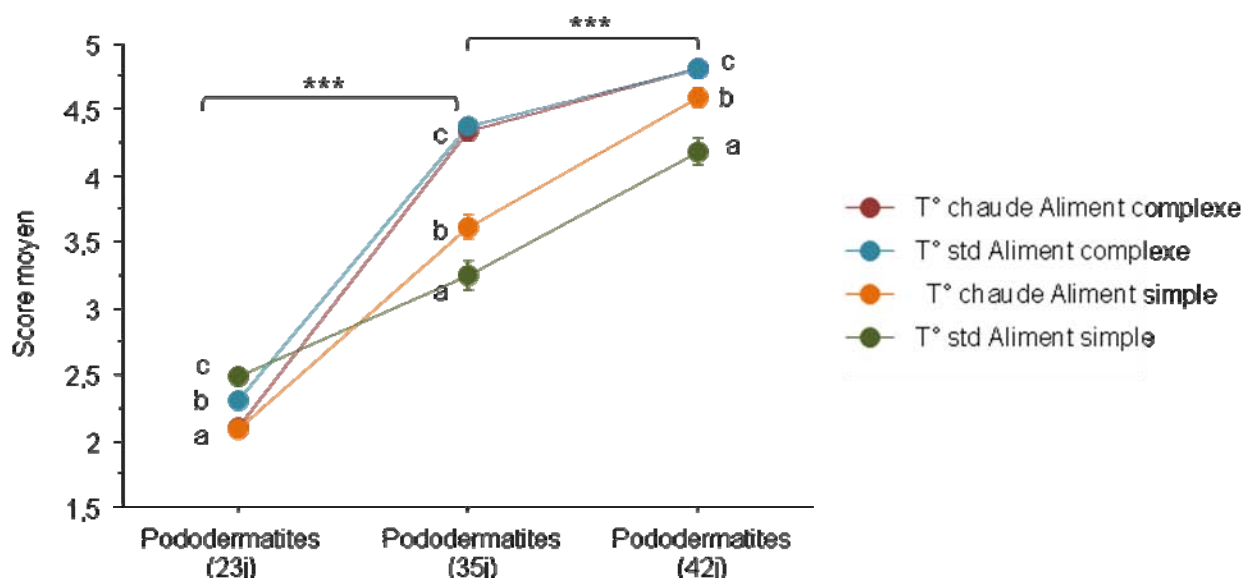


Figure 10. Evolution du score moyen des pododermatites selon le traitement appliqué. (a, b, c : différences significatives au jour j de l'observation ; *** : différences hautement significatives entre les scores obtenus entre deux observations)

2.3. Etude des relations entre les caractéristiques physico-chimiques de la litière et les dermatites de contact

Pour comprendre quelles sont les caractéristiques de la litière à l'origine de l'apparition et/ou de l'aggravation des dermatites de contact, des corrélations ont été réalisées entre les résultats des analyses de litière et les scores individuels des pododermatites et brûlures des tarses (tableaux 7). Ces corrélations ont été faites entre les lésions notées au jour X et les caractéristiques de la litière prélevée le lendemain mais également entre les lésions notées au jour X et les caractéristiques de la litière prélevée lors du carottage précédent.

Dans l'ensemble, le score des dermatites de contact est négativement corrélé au pH et à l'azote ammoniacal et positivement corrélé à l'azote total. En revanche, pour ce qui est des températures en surface et en profondeur et de l'humidité, les relations évoluent au cours du temps.

Ainsi, les pododermatites et les brûlures des tarses sont d'autant plus graves que la litière est acide et que la teneur en azote ammoniacal est faible. Toutefois, une teneur en azote total élevée est associée à des scores de lésions importants. En effet, les brûlures des tarses à 42 jours sont d'autant plus graves que la teneur en azote totale dans la litière est importante ($r = 0.42$, $p < 0.001$). En ce qui concerne les températures des litières, à 37 jours, plus les températures relevées (en surface et en profondeur) sont chaudes, moins les lésions sont sévères. Enfin, le pourcentage d'humidité de la litière en fin de bande est corrélé positivement au score des pododermatites ; plus il est élevé, plus les lésions sont graves.

Il est néanmoins important de noter que les coefficients de corrélations sont relativement faibles, bien qu'ils ressortent comme significatifs.

Tableau 7. *Corrélations (r) entre les scores des pododermatites (PDD) et les brûlures des tarses (BT), et les propriétés physico-chimiques de la litière (les valeurs en gras indiquent les corrélations positives et celles en violet, les corrélations négatives).*

	PDD à 23 jours	PDD à 35 jours	PDD à 42 jours	BT à 35j	BT à 42j
pH 10j	0,18371 ***	-	-	-	-
T° profondeur 21j	0,20330 ***	0,14124 ***	-	NS	-
pH 24j	0,27434 ***	-0,25509 ***	-	NS	-
Humidité 24j	-0,13256 *	NS	-	-0,27274 ***	-
Ammoniaque 24j	0,22315 ***	-0,28026 ***	-	-0,11151 *	-
pH 36j	-	-0,20036 ***	NS	NS	NS
Azote 36j	-	0,26290 ***	NS	NS	NS
Ammoniaque 36j	-	-0,25144 ***	-0,11869 *	NS	NS
T° surface 37j	-	-0,33276 ***	-0,15985 **	NS	NS
T° profondeur 37j	-	-0,17654 ***	NS	NS	-0,13591 *
pH 43j	-	-	-0,24084 ***	-	-0,37830 ***
Humidité 43j	-	-	0,17947 ***	-	NS
Azote 43j	-	-	0,19339 ***	-	0,41902 ***
Ammoniaque 43j	-	-	-0,19686 ***	-	-0,20150 ***

NS : Non Significatif ; * P < 0,05 ; ** P < 0,01 ; *** P < 0,001

3 Conclusion

Les températures obtenues dans les salles ont été relativement bien respectées jusqu'au 29^{ème} jour d'élevage. En effet, le début de l'été 2010 a été particulièrement chaud. Les températures extérieures à l'ombre avoisinaient les 30°C, il était donc difficile de maintenir les températures intérieures à 20°C.

Dans cette expérience, de nombreux poulets présentaient des brûlures des tarses à partir de 35 jours d'âge, contrairement à la première expérimentation où aucune dermatite de ce type n'a été observée.

L'effet de l'aliment est à nouveau démontré. En effet, ce paramètre apparaît comme important dans la sévérité des lésions. L'ambiance, quant à elle, semble avoir eu moins d'effet.

Les analyses de litière ont permis de mettre en évidence certaines caractéristiques liées au score des dermatites de contact. Ainsi, le pH, l'humidité, l'azote total et ammoniacal et les températures de la litière semblent être des paramètres importants dans l'évolution des lésions. Cependant, les premières pododermatites apparaissent entre 7 et 9 jours d'âges des animaux alors que la litière est encore sèche et friable et qu'aucune propriété physico-chimique n'est corrélée au score des lésions. Il semblerait donc que les poussins soient prédisposés à développer ces érosions cutanées ou que des caractéristiques différentes de celles étudiées soient à l'origine de l'apparition de ces lésions.

DISCUSSION

L'ensemble de l'étude a été réalisé en station expérimentale. Cela a permis de suivre, de manière très régulière, les poulets identifiés individuellement et ainsi, de connaître l'évolution des lésions. Les carottages de litière, faits en parallèle des observations des animaux, ont eux, permis d'identifier certains paramètres en relation avec l'aggravation des lésions.

☞ Apparition des dermatites de contact

Dans cette étude, les premières pododermatites sont apparues dès le 9^{ème} jour d'âge des poussins. Il s'agissait, pour la plupart des individus atteints, de lésions mineures ou modérées, bien que quelques pododermatites ulcéreuses aient été observées. Les observations faites à 4 et 7 jours n'ont montré aucun signe de lésion apparent, les dermatites de contact se sont donc développées très rapidement, entre 7 et 9 jours d'âge. Mirabito *et al.*, (2007), quant à eux, avaient enregistré, dès la fin de la première semaine de vie des animaux, les premiers signes de lésions, tandis que les lésions ulcéreuses étaient apparues entre 13 et 17 jours. Les pododermatites s'avèrent donc être des lésions se développant rapidement et précocement.

L'étude histologique des coussinets plantaires, réalisée sur cinq poussins âgés de 11 jours, a montré que les individus « témoins », ayant été choisis pour n'avoir aucun signe de lésion visible, étaient cependant atteints d'hyperkératose et d'hyperplasie légères à marquées. Ainsi ces individus présentaient des pododermatites débutantes. Il est donc difficile de faire la distinction entre une patte saine et une patte présentant un épaissement anormal de l'épiderme. Les poussins atteints d'écailles allongées, souffraient, eux, d'hyperkératose et d'hyperplasie marquées, des érosions épidermiques et des lésions dermiques étant observables. L'épaississement des tissus épidermiques et la prolifération anormale de cellules semblent être les stades les plus précoces de la formation des pododermatites. Ces déformations tissulaires sont généralement dues à des irritations. C'est, en effet, ce que suggèrent Greene *et al.*, en 1985, lorsqu'ils avancent l'hypothèse que des substances irritantes contenues dans la litière seraient à l'origine de l'apparition des pododermatites. Il se peut que les poussins soient sensibles à des substances présentes dans la litière dès le démarrage, telles que des champignons, des bactéries, des résidus de traitement ou autres polluants.

Les premières pododermatites apparaissent, effectivement, avant 10 jours alors que la litière est encore parfaitement friable et sèche. Les poussins sembleraient donc prédisposés à développer de manière très précoce des lésions. Il est possible que chez les jeunes poulets à croissance rapide, le développement normal des cellules soit perturbé. Kjaer *et al.*, (2006) ont comparé la susceptibilité de deux souches, une première à croissance rapide et une seconde à croissance lente, à développer des lésions et n'ont observé aucun signe de pododermatite chez les poulets issus de la souche à croissance lente. La vitesse de croissance, et les modifications physiologiques qu'elle entraîne, seraient donc des facteurs prépondérants dans l'apparition des dermatites.

Les brûlures des tarses, contrairement aux pododermatites, sont apparues plus tardivement puisque les premières ont été observées à 35 jours. Les observations effectuées à 23 jours n'ayant révélé aucune trace de lésion au niveau des tarses, elles sont donc apparues entre 23 et 35 jours d'âge des poulets. Aucune ampoule de bréchet n'a été constatée, en revanche quelques animaux étaient atteints de croûtes au bréchet à leur abattage, à 42 jours, alors qu'à 35 jours, les animaux observés ne semblaient présenter aucune lésion à ce niveau. Cependant, il est à noter que l'observation d'animaux vivants est difficile. En effet, les poulets, selon l'état de la litière, sont plus ou moins sales, ce qui ne facilite pas l'observation des lésions. Alors que les pattes étaient nettoyées à la brosse et à l'eau savonneuse, puis essuyées, les bréchets, quant à eux, ne pouvaient l'être dans un souci de faisabilité.

La latence d'apparition des dermatites de contact diffère donc selon la partie qu'elles affectent. Alors que les pododermatites sont apparues avant 10 jours, les brûlures des tarses se sont développées entre 23 et 35 jours et le bréchet, à partir du 35^{ème} jour de vie des poulets. Les poulets de chair passent une grande partie de leur temps couchés, et ce, d'autant plus qu'ils sont âgés (Weeks *et al.*, 2000). Poussins, ils se déplacent fréquemment, mais plus ils grandissent, moins ils sont actifs. Adultes, leurs activités se résument alors généralement à manger, boire, se gratter, se toiletter (lissage des plumes) ou picorer le sol. Les coussinets plantaires des poulets sont continuellement au contact de la litière, ce qui explique que ce soit à ce niveau que les lésions apparaissent en premier. L'arrivée plus tardive des autres types de dermatites de contact s'explique par le fait que les animaux restent davantage couchés quand ils grandissent, favorisant le développement de lésions aux tarses (Harms and Simpson, 1975) et au bréchet (Allain *et al.*, 2009). La litière apparaît donc comme un élément favorisant le développement des lésions. Sa gestion est donc importante pour maintenir une qualité satisfaisante et diminuer le risque d'aggravation de lésions.

☞ Dégradation de la litière

Différents traitements ont été testés afin d'obtenir différentes dégradations de la qualité de la litière, et *a fortiori*, des propriétés physico-chimiques différentes. L'utilisation de deux types d'aliment iso-énergétiques, l'un formulé à base de maïs, d'huile de colza et de tourteau de soja et l'autre contenant un mélange de maïs, de blé, d'orge, d'huile et de tourteau de colza, de tourteau de soja, et de pois a permis de mettre en évidence leurs effets sur la qualité de la litière, ainsi que sur la prévalence et la sévérité des lésions. L'aliment dit « complexe », de par sa composition nutritionnelle et sa métabolisation par les poulets, a permis d'avoir des caractéristiques de litière différentes de celles obtenues avec l'aliment simple. Ainsi, les litières issues des parquets où l'aliment était complexe, étaient significativement les plus lourdes. Or, la quantité de litière mise en place au démarrage était la même dans chaque parquet. Les poulets nourris à cet aliment semblent donc avoir rejeté davantage de fientes que les autres. Ce résultat concorde avec l'indice de consommation moyen obtenu sur ces poulets qui était le plus fort. Ces animaux ont donc davantage mangé et fienté. Il est possible que le traitement « aliment complexe » ait également provoqué une augmentation de la consommation en eau. C'est en effet dans ces parquets que la litière était la plus humide. La composition des aliments impacte la qualité de la litière. Kenny *et al.*, (2010) ont ainsi observé que des aliments riches en blé provoquaient une augmentation de la teneur en humidité de la litière comparés aux aliments riches en maïs.

Les quantités importantes de fèces et d'eau pourraient expliquer les fortes teneurs en azote obtenues dans ces litières, et ainsi leurs acidités. De plus, il y aurait davantage de micro-organismes à l'origine de dégagements gazeux.

La qualité de la litière est à mettre en parallèle aux scores des dermatites obtenus. Les corrélations faites entre les propriétés des litières et la sévérité des pododermatites et des brûlures des tarses ont ainsi permis d'identifier les éléments expliquant l'aggravation des lésions. Ainsi, le pH acide est corrélé à des dermatites plantaire et tarsienne graves. De la même manière, une teneur en humidité importante dans la litière, serait à l'origine de l'aggravation des lésions. Bien que dans notre 2^{ème} étude, à 23 jours, l'humidité de la litière était négativement corrélée au score des pododermatites, en fin d'élevage, une corrélation positive était constatée. Greene *et al.*, (1985) suggèrent que le maintien d'une litière sèche diminuerait les risques d'avoir des poulets ayant des pattes sévèrement lésées. L'humidité et l'acidité sont des paramètres importants dans le développement des dermatites, d'autant plus que le pH s'acidifie quand l'humidité de la litière augmente (Martland, 1985). En revanche, les résultats obtenus pour les deux expériences montrent des corrélations négatives avec l'azote ammoniacal. Or, la sévérité des lésions est généralement corrélée à une forte concentration en ammoniac atmosphérique (Dawkins *et al.*, 2004 ; Haslam *et al.*, 2006). Cependant, dans notre étude, il s'agissait de mesurer l'azote ammoniacal contenu dans la litière, ce qui pourrait expliquer la différence observée.

Alors que l'aliment a permis de dégrader nettement la litière et indirectement de développer des lésions graves, l'ambiance du bâtiment est apparue comme un paramètre jouant également sur la qualité de la litière. La première expérience a mis en évidence que des températures élevées (33°C au démarrage et 27°C en fin de bande) permettaient de maintenir une litière de meilleure qualité. En effet, la salle « chaude » présentait des litières plus sèches et les notes attribuées en fin d'élevage étaient les meilleures. De plus, les pattes des animaux issus de cette ambiance étaient les moins sévèrement atteintes. En revanche, d'un point de vue zootechnique, les poulets élevés à des températures chaudes ont un poids à l'abattage inférieur à celui des animaux élevés aux températures recommandées dans les guides d'élevage. Les animaux, dans des conditions de fortes chaleurs, ont en général tendance à moins manger, ce qui explique la différence de poids observée. Les résultats obtenus dans cette première expérience sur l'ambiance ont permis de mettre en place la deuxième expérimentation. Ainsi, les formules d'aliment et l'écart de température ont été gardés et un différentiel de ventilation a été ajouté. En effet, la ventilation (Ekstrand *et al.*, 1997) étant un facteur intervenant dans la prévalence des lésions, deux cycles de ventilation ont été mis en place afin de mettre en évidence leur effet potentiel. Or, les vitesses d'air mesurées à hauteur de tête des animaux étaient très faibles. Ceci est dû à la disposition des parquets dans la salle qui gênait la circulation normale de l'air ventilé. L'effet de la ventilation n'a donc pas pu être testé. Les températures ressenties par les animaux étaient donc celles relevées dans le bâtiment.

Les matières premières des aliments influencent la qualité de la litière sur laquelle les poulets vont évoluer. Aussi, il a été montré qu'une litière humide, acide et riche en azote augmente la sévérité des dermatites de contact. La gestion de la litière tout au long de la période d'élevage est donc importante afin de diminuer la prévalence de lésions graves.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

La directive 2007/43/CE, applicable depuis le 1^{er} Juillet 2010, fixe les règles minimales relatives à la protection des poulets de chair. L'intégrité physique des animaux est un des aspects pouvant désormais être contrôlé. Ainsi, il est important pour les éleveurs de déterminer les causes de l'apparition et de l'aggravation des dermatites de contact. La présente étude a montré une apparition précoce des pododermatites sans relation avec les caractéristiques physico-chimiques étudiées de la litière. En revanche, il est apparu que le pH, l'humidité, l'azote total et ammoniacal et les températures de la litière jouent un rôle dans le développement ultérieur des lésions. Il a également été montré une cinétique d'apparition différente entre les dermatites de contact. Alors que les pododermatites sont apparues avant 10 jours, les brûlures des tarses et les croûtes de bréchet ont été observées respectivement à 35 et 42 jours d'âge des poulets.

La qualité de la litière est un paramètre important dans le développement des lésions. Aussi, la comparaison entre des poulets élevés sur litière et d'autres élevés sur caillebotis pourrait confirmer le rôle majeur de la litière dans la prévalence des lésions.

L'étude d'autres caractéristiques physico-chimiques, comme la présence de champignons ou de résidus de traitement serait intéressante pour expliquer l'apparition précoce des pododermatites. Afin de déterminer si la vitesse de croissance amène les poulets issus de souche à croissance rapide à développer des lésions, il serait pertinent de comparer l'état des pattes entre deux ou trois types génétiques (croissance rapide, croissance intermédiaire et croissance lente) élevés sur une même qualité de litière.

Enfin, dans un souci d'exactitude de la réalité terrain, il serait intéressant de suivre le développement des lésions et l'évolution des propriétés de la litière dans plusieurs élevages de poulets de chair.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Allain V., Mirabito L., Arnould C., Colas M., Le Bouquin S., Lupo C., Michel V. (2009). Skin lesions in broiler chickens measured at the slaughterhouse : relationships between lesions and between their prevalence and rearing factors. *British Poultry Science*, **50**: 407 – 417.
- Arnould C. (2007). Projet européen Welfare Quality® : Evaluation du bien-être des poules et des poulets en élevage. 7^{ème} Journée de la Recherche Avicole, Tours, 28 et 29 Mars 2007.
- Arnould C., Leterrier C. (2007). Bien-être animal en élevage de poulets de chair. *INRA Productions Animales*, **20**: 41 – 46.
- Atapattu N.S.B.M., Wickramasinghe K.P. (2007). The use of refused tea as litter material for broiler chickens. *Poultry Science*, **86**: 968 – 972.
- Bignon L., Chevalier D., Conan S., Dezat E., Mirabito L. (2009). Litières alternatives à la paille : solutions aux problèmes de bien-être en poulet de chair. 7^{ème} Journée de la Recherche Avicole, St Malo, 25 et 26 Mars 2009.
- Bilgili S.F., Hess J.B., Blake J.P., Macklin K.S., Saenmahayak B., Sibley J.L. (2009). Influence of bedding material on footpad dermatitis in broiler chickens. *Journal Applied Poultry Research*, **18**: 583 – 589.
- Bruce D.W., McIlroy S.G., Goodall E.A. (1990). Epidemiology of a contact dermatitis of broilers. *Avian Pathology*, **19**: 523 – 537.
- Campo J.L., Gil M.G., Dávila S.G., Muñoz I. (2005). Influence of perches and footpad dermatitis on tonic immobility and heterophil to lymphocyte ratio of chickens. *Poultry Science*, **84**: 1004 – 1009.
- Chavez E. and Kratzer F.H. (1972). Prevention of foot pad dermatitis in poults with methionine. *Poultry Science*, **51**: 1545 – 1548.
- Commission Européenne, Luxembourg, 2007. Directive 2007/43/CE du Conseil du 28 juin 2007 fixant des règles minimales relatives à la protection des poulets destinés à la production de viande.
- Commission Européenne, Bruxelles, 2006. Communication de la Commission au Parlement Européen et au Conseil concernant un plan d'action communautaire pour la protection et le bien-être des animaux au cours de la période 2006-2010.
- Dawkins M.S., Donnelly C.A., Jones T.A. (2004). Chicken welfare is influenced more by housing conditions than by stocking density. *Nature*, **427**: 342 – 344.
- Eichner G., Viera S.L., Torres C.A., Coneglian J.L.B., Fraitas D.M., Oyarszabal O.A. (2007). Litter moisture and footpad dermatitis as affected by diets formulated on all-vegetable basis or having the inclusion of poultry by-product. *Journal Applied Poultry Science*, **16**: 344 – 350.
- Ekstrand C., Algers B., Svedberg J. (1997). Rearing conditions and foot-pad dermatitis in Swedish broiler chickens. *Preventive Veterinary Medicine*, **31**: 167 – 174.
- Ekstrand C., Carpenter T.E., Algers B. (1998). Prevalence and control of foot-pad dermatitis in broilers in Sweden. *British Poultry Science*, **39**: 318 – 324.
- Estevez I. (2002). Ammonia and Poultry Welfare. *Poultry Perspective*, vol. 4, n°1, 1 – 3.
- Greene J.A., McCracken R.M., Evans R.T. (1985). A contact dermatitis of broilers – clinical and pathological findings. *Avian Pathology*, **14**: 23 – 38.
- Harms R.H., Damron B.L., Simpson C.F. (1977). Effect of wet litter and supplemental biotin and/or whey on the production of foot pad dermatitis in broilers. *Poultry Science*, **56**: 291 – 296.
- Harms R.H. and Simpson C.F. (1975). Biotin deficiency as a possible cause of swelling and ulceration of foot pad. *Poultry Science*, **74** : 1711 – 1713.
- Haslam S.M., Brown S.N., Wilkins L.J., Kestin S.C., Warriss P.D. and NICOL C.J. (2006). Preliminary study to examine the utility of using foot burn or hock burn to assess aspects of housing conditions for broiler chicken. *British Poultry Science*, **47**: 13 – 18.
- Kenny M., Kemp C., Fisher C. (2010). Nutrition and pododermatitis in Broilers. XIIIth European Poultry Conference, Tours, 23 – 27 Août 2010.
- Kjaer J.B., Su G., Nielsen B.L., Sørensen P. (2006). Foot pad dermatitis and hock burn in broiler chickens and degree of inheritance. *Poultry Science*, **85**: 1342 – 1348.
- Knowles T.G., Kestin S.C., Haslam S.M., Brown S.N., Green L.E., Butterworth A., Pope S.J., Pfeiffer D., Nicol C.J., (2008). Leg disorders in broiler chickens : Prevalence, Risk factors and Prevention. *PLoS ONE*, February 2008, issue 2.
- Martland M.F. (1984). Wet litter as a cause of plantar pododermatitis, leading to foot ulceration and lameness in fattening turkeys. *Avian Pathology*, **13**: 241 – 252.

- Martland M.F. (1985). Ulcerative dermatitis in broiler chickens: The effects of wet litter. *Avian Pathology*, **14**: 353 – 364.
- Martrenchar A., Boilletot E., Huonnic D., Pol F. (2002). Risk factors for foot-pad dermatitis in chicken and turkey broilers in France. *Preventive Veterinary Medicine*, **52**: 213 – 226.
- McIlroy S.G., Goodall E.A., McMurray C.H. (1987). A contact dermatitis of broilers – epidemiological findings. *Avian Pathology*, **16**: 93 – 105.
- Meluzzi A., Fabbri C., Folegatti E., Sirri F. (2008). Effect of less intensive rearing conditions on litter characteristics, growth performance, carcase injuries and meat quality of broilers. *British Poultry Science*, **49**: 509 – 515.
- Meluzzi A., Fabbri C., Folegatti E., Sirri F. (2008). Survey of chicken rearing conditions in Italy: effects of litter quality and stocking density on productivity, foot dermatitis and carcase injuries. *British Poultry Science*, **49**: 257 – 264.
- Mirabito L., Colas M., Arnould C., Allain V., Michel V. (2007). Analyse des relations entre différentes lésions indicatrices du bien-être chez le poulet de chair. 7^{ème} Journée de la Recherche Avicole, Tours, 28 et 29 Mars 2007.
- Mirabito L., Ziemniak L., Chevalier D. (2007). Cinétique des pododermatites chez les poulets de chair élevés sur paille ou copeaux en élevage commercial. 7^{ème} journée de la Recherche Avicole, Tours, 28 et 29 Mars 2007.
- Nagaraj M., Wilson C.A., Saenmahayak B., Hess J.B., Bilgili S.F. (2007). Efficacy of a litter amendment to reduce pododermatitis in broiler chickens. *Journal Applied Poultry Research*, **16**: 255 – 261.
- Pope M.J. and Cherry T.E. (2000). An evaluation of the presence of pathogens on broilers raised on poultry litter treatment® – treated litter. *Poultry Science*, **79**: 1351 – 1355.
- Porcher J., 2004, *Bien-être animal et travail en élevage : textes à l'appui*, INRA éditions.
- Scientific Committee on Animal Health and Animal Welfare, 2000. The Welfare of Chickens Kept for Meat Production (Broilers). Commission Européenne, Bruxelles, Belgique.
- Toghyani M., Gheisari A., Modaresi M., Tabeidian S.A., Toghyani M. (2010). Effect of different litter material on performance and behaviour of broiler chickens. *Applied Animal Behaviour Science*, **122**: 48 – 52.
- Torok V.A., Hughes R.J., Ophel-Keller K., Ali M., MacAlpine R. (2009). Influence of different materials on cecal microbiota colonization in broiler chickens. *Poultry Science*, **88**: 2474 – 2481.
- Wang G., Ekstrand C., Svedberg J. (1998). Wet litter and perches as risk factors for the development of foot pad dermatitis in floor-housed hens. *British Poultry Science*, **39**: 191 – 197.
- Weaver W.D., Meijerhof R. (1991). The effect of different levels of relative humidity and air movement on litter conditions, ammonia levels, growth, and carcass quality for broiler chickens. *Poultry Science*, **70**: 746 – 755.
- Webster J., 1995, The welfare of poultry. In: Webster J., *Animal welfare, a cool eye towards eden*, edition Blackwell Science, 155 – 166.
- Weeks C.A., Danbury T.D., Davies H.C., Hunt P., Kestin S.C. (2000). The behaviour of broiler chickens and its modification by lameness. *Applied Animal Behaviour Science*, **67**: 111 – 125.
- Zulkifli I., Gilbert J., Liew P.K., Ginsos J. (2002). The effects of regular visual contact with human beings on fear, stress, antibody and growth responses in broiler chickens. *Applied Animal Behaviour Science*, **79**: 103 – 112.

ANNEXE 1 – Directive Bien-Etre

La Directive 2007/43/CE fixant les règles minimales relatives à la protection des poulets destinés à la production de viande, transposée en droit français en Juin 2010, relate certaines exigences, notamment le chargement animal.

En effet, la charge animale maximale autorisée est désormais de 33 kg/m². Deux dérogations sont cependant possibles, une première à 39 kg/m² et une seconde à 42 kg/m², sous réserve de respecter certaines conditions :

- Pour les chargements à 39 kg/m² et 42 kg/m² :
 - la concentration en ammoniac ne doit pas dépasser 20 ppm et la concentration en dioxyde de carbone, 3000 ppm selon des mesures prises au niveau de la tête des poulets,
 - la température intérieure, lorsque la température extérieure mesurée à l'ombre dépasse 30°C, ne dépasse pas cette température extérieure de plus de 3°C,
 - l'humidité relative moyenne mesurée à l'intérieur du poulailler sur une période de 48 heures ne doit pas excéder 70%, lorsque la température extérieure est inférieure à 10°C.
- Pour le chargement à 42 kg/m² :
 - le taux de mortalité journalier cumulé doit être inférieur à 1% + 0.06% multiplié par l'âge d'abattage du troupeau exprimé en jour, sur 7 bandes consécutives.




De plus, l'ensemble des exploitations est maintenant soumis aux exigences suivantes :

1. les abreuvoirs doivent être placés et entretenus de manière à réduire tous risques de déversements accidentels
2. les poulets doivent être alimentés ad libitum ou de manière distribuée mais ne doivent pas être privés de nourriture plus de douze heures avant l'abattage
3. la litière doit être sèche et friable en surface
4. le système de ventilation permet d'éviter des températures trop élevées et l'excès d'humidité
5. le niveau sonore doit être réduit à un niveau minimal
6. les poulets sont exposés à une intensité minimale de 20 lux (selon des mesures prises au niveau de la tête des oiseaux) et au moins 80% de la surface utilisable sont éclairés.
7. à partir de sept jours d'âge et jusqu'à trois jours avant l'abattage, les poulets sont soumis à un rythme de 24h comprenant au moins six heures de coupure dont quatre heures ininterrompues.
8. Un minimum de deux inspections du bâtiment d'élevage par jour doit être effectué.
9. Les poulets blessés ou présentant des troubles locomoteurs ou autres doivent recevoir un traitement adaptés ou être mis à mort
10. Un vide sanitaire doit être pratiqué entre chaque bande. Ainsi, le matériel, ustensiles, ... en contact avec les animaux est désinfecté
11. Les registres, dans lequel figurent le nombre de poulets mis en place, la surface utilisable, la souche des poulets, le nombre de poulets morts et les causes de mortalité et le nombre de poulets enlevés pour l'abattage, sont tenus correctement mis à jour. Ces registres doivent être conservés au moins trois ans
12. Les interventions chirurgicales à but non thérapeutiques et provoquant, pertes ou altérations d'une partie sensible du corps sont interdites. Néanmoins, l'épointage du bec peut être autorisé (après consultation d'un vétérinaire) s'il permet de prévenir tout picage ou cannibalisme et s'il est effectué par un personnel compétent.

ANNEXE 2 – Grilles de notation utilisées

NOTE	DEFINITION
1	Sèche et friable
2	Friable mais légèrement humide
3	Friable mais croûtée à certains endroits
4	Croûtée mais on peut accéder à de la litière friable en creusant
5	Totalement croûtée ou humide

Grille de notation de la litière

Score 1	Score 2	Score 3
		
Patte propre ou très peu sale	Patte sale Litière collante et humide	Patte sale Formation d'une croûte Litière sèche

Grille de notation de la propreté des pattes

ANNEXE 3 - Photographies
1^{ère} expérimentation



Photographie 1.

Disposition des 2 parquets dans chacune des cellules



Photographie 2.
Boitier KIMO® enregistrant
température et hygrométrie



Photographie 3.
Radiant de chauffage utilisé



Photographie 4.
Poussins de 1 jour à leur arrivée



Photographie 5.
Poussin au moment de la pesée



Photographie 6.
Poulet de 22 jours sur la balance



Photographie 7.
Poulets de 31 jours

2^{ème} expérimentation



Photographie 8.
Disposition des 12 parquets dans chacune des salles



Photographie 9.
Poussins de 2 jours



Photographie 10.
Patte de poussin de 11 jours coupée pour analyse



Photographies 11 et 12.
Carottage des litières



Photographies 13 et 14.
Poulet de 35 jours au moment de la pesée



Photographies 15.
Pattes avant nettoyage pour observation
des pododermatites



Photographies 16.
Patte prélevée après abattage.
Pododermatite – score 5

Résumé

Deux études ont été réalisées. 3888 poulets de chair ont été élevés jusqu'à 35 ou 42 jours, parmi lesquels 600 animaux ont été observés régulièrement pour la notation des dermatites de contact jusqu'à leur abattage et 600 autres ont été abattus au dernier jour d'élevage puis observés pour ces mêmes lésions. Deux ambiances et deux aliments ont été testés afin d'obtenir des caractéristiques physico-chimiques de litière différentes et d'étudier leurs relations avec la sévérité des dermatites de contact. Les résultats montrent une apparition très précoce des pododermatites chez les poulets étudiés. En effet, dès le 9^{ème} jour d'âge des poussins, des écailles allongées marron, et parfois même des ulcères, étaient déjà visibles au niveau des coussinets plantaires. Les brûlures des tarses et croûtes du bréchet se sont développées plus tardivement, à partir de 23 et 35 jours, respectivement. Des prélèvements de litière ont été effectués en parallèle de l'observation des lésions. Le pH, les teneurs en humidité et en azote et la température de la litière sont apparus comme des paramètres importants dans l'aggravation des lésions. Ainsi, les scores des dermatites étaient d'autant plus élevés que la litière était acide, humide, riche en azote et froide. Cependant, les pododermatites observées à 9 jours n'étaient corrélées à aucun paramètre physico-chimique étudié. Il semblerait donc que des substances, présentes dès le démarrage soient à l'origine de l'apparition de lésions et/ou que les jeunes poulets à croissance rapide soient davantage prédisposés au développement de dermatites de contact.

Mots-clés : poulet de chair ; pododermatites ; brûlures des tarses ; litière ; environnement

Abstract

Two studies were carried out. 3888 broilers chickens were reared until 35 or 42 days old. 600 animals were observed regularly for dermatitis during rearing period. At slaughter, lesions of 1200 broilers were scored. Two environments (temperature and ventilation) and two diets were tested to obtain different characteristics of litter. The correlations between these measured characteristics and the severity of dermatitis were realised. Foot pad dermatitis appeared very early in the life of chickens. On the 9th day old chicks, elongated brown scales, and sometimes ulcers, were already visible at the footpads. Hock burn and breast lesions appeared later, from 23 and 35 days, respectively. Litter was sampled at the same time as the observation of lesions. Our study underlined the huge effect of litter pH, moisture, nitrogen and temperature on the development of dermatitis. Thus, dermatitis scores were the highest when litter was acid, humid, rich in nitrogen and cold. However, in the present study, foot pad dermatitis observed at 9 days were not correlated with litter parameters studied. Some other substances could have been enclosed in the litter from the start. These substances could be responsible for the development of lesions. Moreover fast growing chickens could develop more contact dermatitis.

Key-words: broiler chicken; foot pad dermatitis; hock burn; litter; environment