

CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DE LA LITIERE EN LIEN AVEC LA SEVERITE DES DERMATITES DE CONTACT EN POULETS DE CHAIR

Olivère Pauline¹, Arnould Cécile², Bignon Laure¹

¹ITAVI - Centre INRA de Tours - 37380 NOUZILLY,

²INRA, UMR85 PRC ; CNRS, UMR6175 ; Université de Tours, IFCE - 37380 NOUZILLY
Bignon.itavi@tours.inra.fr

RÉSUMÉ

L'arrêté du 28 juin 2010 sur la protection des poulets de chair, qui transpose la directive 2007/43/CE, prévoit un contrôle des animaux à l'abattoir afin de détecter des niveaux anormaux, entre autres, de dermatites de contact. Une étude précédente a démontré la très forte prévalence des pododermatites dans les élevages français. Le rôle de la litière dans le développement des dermatites est connu mais le rôle de ses caractéristiques n'a été que peu étudié. L'étude présentée ici avait donc pour objectif de déterminer le lien entre certains composants physico-chimiques de la litière et la sévérité des dermatites de contact chez des poulets de chair élevés au sol, en claustration totale. 2688 poussins ont été répartis dans deux salles au sol bétonné dont les températures au démarrage et le cycle de ventilation différaient. Chaque salle disposait de douze parquets de 6m², six d'entre eux présentaient un aliment dit « simple » et les six autres, un aliment plus complexe, riche en fibres solubles. La présence et la sévérité des dermatites de contact (pododermatites, dermatites des tarse, dermatites et ampoules du bréchet) ont été observées sur 15 animaux par parquet à 4, 7, 9, 23, 35 et 42 jours d'âge (âge d'abattage). Les caractéristiques physico-chimiques des litières (pH, taux d'humidité, teneurs en azote total et ammoniacal) ont été mesurées à 10, 24, 36 jours d'âge des animaux et le lendemain de leur abattage. Dès le 9^{ème} jour d'âge des poussins, des écailles allongées marron étaient déjà visibles au niveau des coussinets plantaires. Cependant, l'apparition des pododermatites n'était corrélée à aucun paramètre physico-chimique étudié. Les dermatites des tarse et croûtes du bréchet se sont développées, quant à elles, plus tardivement, à partir de 23 et 35 jours, respectivement. Aucune ampoule de bréchet n'a été observée. En fin de bande, la sévérité des pododermatites était d'autant plus importante que la litière était humide et riche en azote.

ABSTRACT

Correlation between severity of pododermatitis in broilers and physico-chemical characteristics of litter

The application of the directive 2007/43/EEC on the protection of broiler into French law includes a post-mortem assessment to detect for example abnormal levels of contact dermatitis. A previous study demonstrated a high prevalence of pododermatitis on French farms. Litter is known to play a role in the development of this problem. The aim of this study was to investigate the link between the severity of the dermatitis in broilers reared indoor and physico-chemical components of litter. The study involved 2688 chicks reared for 42 days in two concrete-floored rooms with different temperature and ventilation. In each room, birds were divided into 12 pens measuring 6 m². Two feeds were distributed: one standard (6 pens/ room) and the other rich in soluble fibre (6 pens/ room). The occurrence and severity of contact dermatitis (pododermatitis, hock burns, breast burns and breast blisters) were recorded on 15 birds per pen on day 4, 7, 9, 23, 35 and day 42 when they were slaughtered. The physico-chemical characteristics of the litter were measured on day 10, 24, 36 and 43. From the 9th day of age, long brown scales were observed on the chicks' foot pads. However, pododermatitis observed was not correlated to any of the physico-chemical parameters we studied. Hock burns and breast burns developed later from day 23 and 35, respectively. No breast blister was observed. At the end of the rearing period (42 days), high humidity and nitrogen level were correlated with higher pododermatitis scores.

INTRODUCTION

Depuis le 1^{er} juillet 2010, la directive 2007/43/CE, relative à la protection des poulets de chair, est applicable. Elle repose sur une obligation de résultats. Entre autres, l'intégrité physique des animaux, avec notamment les dermatites de contact, est susceptible d'être contrôlée. Les dermatites de contact sont des lésions cutanées fréquemment rencontrées chez les poulets de chair. Selon la sévérité de ces lésions, il s'agit plus précisément soit d'érosions épidermiques brunes ou noires sans atteinte de la couche basale, ce que McIlroy *et al.*, 1987 détaillent en simples colorations de la peau ou en hyperkératoses, ou d'ulcères avec inflammation aigüe (Greene *et al.*, 1985). Selon la partie du corps de l'animal touchée par ces lésions, trois types de dermatites sont définies : les pododermatites, qui affectent la surface plantaire de la patte ; les dermatites du bréchet ; les brûlures des tarses.

La qualité de la litière apparaît comme le facteur le plus important dans l'apparition de ces lésions. Ainsi, la fréquence des dermatites est d'autant plus grande que la litière est humide (McIlroy, 1987).

Mirabito *et al.* (2007) ont étudié la cinétique d'apparition de ces lésions et ont noté la présence de pododermatites dès 6 – 10 jours d'âge des poulets. Or, à ces âges, la litière semble encore sèche et friable. Au vu de ces résultats, il nous semblait intéressant d'identifier des paramètres pouvant être à l'origine de l'apparition des dermatites de contact.

L'objectif de l'étude était de déterminer si des caractéristiques physico-chimiques de la litière, telles que le pH, les pourcentages d'humidité et d'azote pouvaient avoir un lien avec l'apparition et le développement de ces lésions.

1. MATERIELS ET METHODES

1.1. Animaux et conditions d'élevage

L'étude a été conduite dans l'unité expérimentale UE-PEAT de Nouzilly.

2688 poussins de chair, mâles, de souche Ross PM3 ont été mis en place au Printemps 2010 à l'âge de 1 jour. Ces animaux ont été élevés jusqu'à 42 jours.

Le bâtiment d'élevage disposait de deux salles au sol bétonné. Les deux salles différaient par leur ambiance. Ainsi, une salle correspondait à l'ambiance témoin avec une ventilation standard et une température qui suivait le guide d'élevage Ross, soit une température de 30°C au démarrage, tandis que l'autre avait un cycle de ventilation minimum plus long et une consigne de température de démarrage de 3°C supérieure. Ce différentiel de température diminuait progressivement jusqu'au 21^{ème} jour d'élevage. L'humidité relative a varié de 44% à 63% dans l'ambiance témoin et de 40% à 63% dans l'ambiance chaude au démarrage. Le différentiel d'hygrométrie au démarrage a persisté jusqu'à 21 jours d'âge. Chacune des deux salles comportait

douze parquets de 6m² dans lesquels 112 poussins ont été placés (soit une densité de 18,7 individus/m²). Dans six parquets de chaque salle, un aliment simple, formulé à base de maïs et de soja, était distribué. Dans les six autres, un aliment plus complexe, riche en fibres solubles, à base de blé, de soja, de maïs et d'orge, sans ajout d'enzymes, était distribué. Les 2 aliments étaient iso-énergétiques et iso-protéiques. Dans chaque parquet, la litière d'une épaisseur de 12 cm au démarrage était constituée de 36 kg de paille de blé broyée grossièrement.

1.2. Mesures réalisées sur la litière

A 10, 24 et 36 jours d'élevage des poulets et le lendemain de leur abattage, des prélèvements de litière ont été effectués en 3 points (zone mangeoires, zone abreuvoirs et zone repos) dans chacun des 24 parquets. Après avoir mélangé les 3 prélèvements issus du même parquet de manière à avoir une image moyenne représentative de l'ensemble du parquet, un aliquote de 1 kg était mis en sac puis déposé au laboratoire de Touraine (Tours, 37) pour analyse de la matière sèche, du pH et des teneurs en azote total et ammoniacal.

1.3. Mesures réalisées sur les animaux

15 animaux par parquet (360 au total) ont été marqués et bagués à l'âge de 2 jours afin de suivre l'évolution des dermatites de contact. Ces animaux ont été pesés et les lésions cutanées mesurées à 4, 7, 9, 23, 35 et 42 jours d'âge. Les grilles de notation des pododermatites et des lésions des tarses utilisées étaient celles décrites dans Allain *et al.* (2009). Cependant, nous avons regroupé les 4 classes correspondant aux lésions mineures en une seule, les classes correspondant aux surfaces de lésions inférieures à 25% et comprises entre 25% et 50% pour les pododermatites, ainsi que celles correspondant à moins de 0,25 cm² et comprises entre 0,25 et 0,50 cm² pour les lésions des tarses. Les dermatites et ampoules du bréchet, quant à elles, étaient enregistrées selon une échelle binaire (présence/absence).

Après 11 jours d'élevage, 5 poussins ont été sélectionnés en fonction de l'état de leurs coussinets plantaires observés en élevage (deux poussins sans lésion apparente et trois poussins avec début d'écaille allongée), indépendamment du parquet dans lequel ils avaient été mis en place. Ils ont été euthanasiés et leurs pattes ont été prélevées puis envoyées au Laboratoire d'Histopathologie Animale de Nantes afin d'obtenir une description histologique du stade précoce des pododermatites.

1.4. Analyses statistiques

L'effet des traitements sur les paramètres zootechniques et les caractéristiques des litières a été analysé par ANOVA. Le test de Kruskal-Wallis a été utilisé pour comparer les scores moyens des lésions. Puis, afin de déterminer les effets séparés de l'ambiance et de l'aliment, les données ont été traitées

2 à 2 via le test de Mann-Whitney. Ces tests étant non paramétriques, les effets d'interaction n'ont pas pu être pris en compte. Des corrélations de Spearman ont été effectuées entre les paramètres physico-chimiques de la litière et les lésions.

2. RESULTATS ET DISCUSSION

2.1 Performances zootechniques selon le traitement appliqué

Le poids, l'indice de consommation et le gain moyen quotidien, à 42 jours, différaient selon l'aliment distribué aux animaux (tableau 1). Ainsi, les poulets nourris avec l'aliment simple avaient un poids et un GMQ moyens supérieurs à ceux nourris avec l'aliment complexe et un IC moyen inférieur.

2.2 Apparition et développement des pododermatites (tableau 2)

Les observations faites à 4 et 7 jours d'âge des poussins n'ont révélé aucun signe de lésion apparent. En revanche à 9 jours, des pododermatites de score 2 ont été observées sur 5 individus sur 345 marqués vivants (soit 1,45%) sans qu'un effet traitement soit constaté. Ces lésions se sont donc développées rapidement, de manière précoce dans la vie des animaux et indépendamment de la qualité de la litière. En effet, à cet âge, la litière est encore sèche et friable et aucun effet du traitement n'a été mis en évidence.

Au 23^{ème} jour d'élevage, les poulets élevés dans l'ambiance témoin, quel que soit l'aliment distribué, présentaient les lésions les plus graves (score de $2,40 \pm 0,49$ contre $2,09 \pm 0,33$ ($p < 0,001$)).

A 35 jours et à 42 jours, les animaux nourris avec l'aliment riche en fibres solubles présentaient les pododermatites les plus graves. A ces âges, les poulets nourris à l'aliment simple présentaient des scores différents selon l'ambiance avec des pododermatites plus sévères dans l'ambiance chaude au démarrage.

2.3 Etude histologique des pododermatites précoces

L'étude histologique réalisée sur les pattes de 5 poussins âgés de 11 jours montre, qu'à cet âge, différentes sévérités existent et que les deux individus dits « témoins », ne semblant présenter aucune lésion, étaient en fait atteints de pododermatites débutantes. Des hyperplasies et des hyperkératoses, légères à modérées, étaient observées sur ces deux jeunes poulets. Les autres, présentant des écailles allongées, souffraient, d'un point de vue histologique, de pododermatites hyperplasiques et hyperkératosiques marquées, modérément érosives et pustulo-croûteuses. Bien que ces animaux aient été mis dans la classe 1 lors des mesures en élevage, il est probable qu'ils auraient dû être positionnés en classe 2. Du fait des conditions d'observation et de la difficulté à nettoyer les pattes, ils ont été sous-évalués.

2.4 Apparition des dermatites des tarses et du bréchet

Les brûlures des tarses ont été observées pour la première fois à 35 jours. L'effet de l'aliment est observé à 35 jours ($p < 0,05$) ainsi qu'à 42 jours où il devient plus marqué ($p < 0,001$). Les scores moyens notés à 42 jours étaient de $2,80 \pm 1,12$ (aliment simple) contre $3,89 \pm 1,07$ (aliment complexe). Les dermatites de bréchet ont été mises en évidence, quant à elles, uniquement lors de l'observation à l'abattoir avec un effet de l'aliment seul ($34,3\% \pm 47,6$ avec l'aliment complexe ; $3,0\% \pm 17,0$ avec l'aliment simple ; $p < 0,001$). En revanche, aucune ampoule du bréchet n'a été relevée durant les 42 jours d'élevage sur les animaux observés.

2.5 Lésions et qualité de la litière

Les analyses effectuées sur différentes caractéristiques physico-chimiques de la litière à plusieurs instants de la vie des animaux ont permis de rendre compte de l'évolution de ces caractéristiques. Ainsi, comme pour l'apparition des pododermatites, aucun effet du traitement n'a été observé à 10 jours. A partir de 23 jours, un effet de l'aliment est observé. L'aliment riche en fibres génère un pH plus acide, un pourcentage d'azote total plus important et un pourcentage d'ammoniac dans la litière moindre (tableau 3).

Des corrélations ont été réalisées entre les résultats des analyses de litière et les scores moyens des dermatites de contact par parquet afin de comprendre quelles propriétés de la litière pouvaient être en lien avec l'apparition et le développement de ces lésions (tableau 4). A 9 jours, aucune corrélation n'a été observée. Des relations contradictoires sont mises en évidence avec le pH selon l'âge. A 24 jours, une corrélation positive est observée, entre le pH et les pododermatites. En fin d'élevage, le pH est fortement corrélé négativement aux dermatites de contact. La relation entre la sévérité des dermatites de contact et de l'humidité n'est pas très nette et n'est visible que pour les lésions observées en fin d'élevage. La teneur en azote de la litière en fin d'élevage est corrélée positivement à la sévérité des pododermatites et des dermatites des tarses observées à 42 jours. L'ammoniac est quant à lui corrélé faiblement et négativement à la sévérité des lésions. Cet effet est essentiellement observable en fin d'élevage.

2.6 Discussion

Dans cette étude, les pododermatites sont apparues entre le 7^{ème} et le 9^{ème} jour d'élevage. Ces lésions étaient des pododermatites débutantes sans ulcération. Elles se sont développées rapidement et de manière précoce dans la vie des animaux comme l'avaient montré Mirabito *et al.* (2007). Par ailleurs, à cet âge, des pattes qui paraissent saines à l'œil nu, dans les conditions d'observation en élevage, peuvent en fait être déjà atteintes de pododermatites débutantes. Il est

en effet difficile de déterminer l'origine de la coloration marron sur les écailles des pattes (litière ou inflammation). De plus, elles apparaissent alors que la litière est encore sèche et friable. Les poussins étudiés semblent donc être prédisposés à développer ce type de lésions. Kjaer *et al.* (2006) en comparant 2 souches : une souche à croissance rapide et une autre à croissance lente qui ne présentait aucun signe de lésions, ont conclu à une différence de sensibilité liée aux souches. La vitesse de croissance et les modifications physiologiques qu'elle entraîne semblent être des facteurs importants dans l'apparition des pododermatites (EFSA, 2010). Les lésions, touchant les tarses ou le bréchet, apparaissent quant à elles plus tardivement. La latence d'apparition des dermatites de contact diffère donc selon la partie qu'elles affectent. Ceci peut s'expliquer par le fait que les animaux restent davantage couchés quand ils grandissent, ce qui favoriserait le développement de lésions aux tarses (Harms and Simpson, 1975) et au bréchet (Allain *et al.*, 2009) qui sont en contact avec la litière lorsque les poulets sont couchés.

Aucune des caractéristiques physico-chimiques étudiées de la litière dans cette étude ne semble en lien avec l'apparition des dermatites de contact mais elles pourraient jouer un rôle dans leur développement. A 42 jours, l'humidité de la litière et l'azote total sont corrélés positivement à la gravité des pododermatites. Ce résultat est en accord avec Greene *et al.* (1985) qui suggéraient que le maintien d'une litière sèche diminuait le risque de voir les poulets présenter des pattes sévèrement lésées. Pour ce qui est des teneurs relevées en ammoniac, une corrélation négative avec la sévérité des lésions a été mise en évidence. Cette relation est faible et en contradiction avec la plupart des références sur le sujet. En effet, la sévérité des dermatites est généralement associée à une forte concentration en ammoniac atmosphérique (Dawkins *et al.*, 2004), elle-même proportionnelle à la teneur en ammoniac des litières par équilibre chimique. De même, dans notre étude, plus le pH est acide et plus les dermatites sont graves. Ceci semble en accord avec ce qu'avait montré Martland (1985), c'est-à-dire que le pH s'acidifie quand l'humidité de la litière augmente, mais opposé à la relation présentée par Bradshaw *et al.* (2002), à savoir que l'humidité forme une croûte imperméable à l'air ce qui génère une augmentation de pH, une production d'ammoniac dans la litière et donc le

développement de lésions. La contradiction la plus évidente entre ces différents auteurs, comme au sein de notre étude, est relative au pH. Il est donc possible que ce paramètre ne soit pas pertinent en tant qu'indicateur du développement des lésions.

Sur l'ammoniac, les auteurs semblent plus unanimes. L'effet que nous observons est surprenant. Cependant, notre effectif de parquets n'était peut-être pas suffisant pour mettre en évidence des effets significatifs forts pour peu qu'ils soient trop ténus. Il se peut également que la variabilité à chaque âge, tant pour les scores des lésions que pour les paramètres physico-chimiques étudiés, ait été trop faible pour permettre de mettre en évidence des corrélations nettes. En considérant que plus les animaux vieillissent, plus il y a d'azote, d'ammoniac et d'humidité dans les litières et plus les pododermatites sont sévères, il semble tout de même que nos résultats montrent un effet de l'azote, l'humidité et l'ammoniac cohérent avec la littérature.

CONCLUSION

Notre étude a montré une apparition précoce des pododermatites (entre 7 et 9 jours d'âge des poussins) sans relation avec les caractéristiques mesurées de la litière. Il semble donc que les poulets étudiés soient prédisposés à développer ce type de lésions et/ou que des paramètres physico-chimiques non pris en compte ici (par exemple, présence de champignons, résidus de traitement, ...) influencent l'apparition des dermatites de contact. Néanmoins, des facteurs favorisant l'aggravation des lésions ont été identifiés. Ainsi, une humidité importante agit sur la sévérité des dermatites. Les teneurs en azote total et ammoniacal, joueraient également un rôle dans le développement des lésions. Malgré l'absence d'éléments de causalité, une gestion rigoureuse de l'état de la litière tout au long de la période d'élevage semble importante afin de diminuer l'incidence de lésions graves.

Merci à Philippe LESCOAT, Isabelle BOUVAREL, Angélique TRAVEL, Virginie ALLAIN, le groupe de travail de professionnels et l'UE PEAT pour leur aide et leur participation à la réalisation de cette étude. Merci à FranceAgriMer pour le financement de cette étude.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Allain V., Mirabito L., Arnould C., Colas M., Le Bouquin S., Lupo C., Michel V., 2009. *Brit Poult Sci*, (50), 407 – 417.
 Bradshaw R.H., Kirkden R.D., Broom D.M., 2002. *Avian and Poultry Pathology Reviews* 13 (2): 45-103
 Dawkins M.S., Donnelly C.A., Jones T.A., 2004. *Nature* 427 (6972) : 342-4
 EFSA, 2010. *EFSA Journal* 2010: 8 (7): 1666
 Greene J.A., McCracken R.M., Evans R.T., 1985. *Av Path*, (14), 23 – 38.
 Harms R.H. and Simpson C.F., 1975. *Poult Sci*, (74), 1711 – 1713.
 Kjaer J.B., Su G., Nielsen B.L., Sørensen P., 2006. *Poult Sci*, (85), 1342 – 1348.
 Martland M.F., 1984. *Av Path*, (13), 241 – 252.
 McIlroy S.G., Goodall E.A., McMurray C.H., 1987. *Av Path*, (16), 93 – 105.
 Mirabito L., Ziemniak L., Chevalier D. *JRA* 2007.

Tableau 1. Résultats zootechniques (N=6 par traitement)

Traitement	PV42j (kg)	IC	GMQ (g/j)	Mort (%)
Effet de l'ambiance	NS	NS	NS	0,05
Ambiance témoin (T)	2,35	1,80	55,9	3,8
Ambiance chaude (Ch)	2,30	1,78	54,9	2,2
Effet de l'aliment	<0,001	<0,001	<0,001	NS
Aliment standard (S)	2,41	1,73	57,4	3,3
Aliment complexe (C)	2,24	1,83	53,3	2,7
Effet de l'interaction	NS	NS	NS	NS

Tableau 2. Résultats lésionnels (N=86 à 88 par traitement)

Traitement	Podo9j	Podo23j	Podo35j	Podo42j	BT42j
Effet traitement	NS	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Ambiance Chaude, Aliment Complexe	1,01	2,10 ^c	4,34 ^a	4,82 ^a	3,87 ^a
Ambiance Témoin, Aliment Complexe	1,01	2,31 ^b	4,37 ^a	4,82 ^a	3,91 ^a
Ambiance Chaude, Aliment Simple	1,00	2,08 ^c	3,62 ^b	4,59 ^b	2,76 ^b
Ambiance Témoin, Aliment Simple	1,04	2,49 ^a	3,25 ^c	4,18 ^c	2,84 ^b

BT = Brûlures des tarsi

Tableau 3. Résultats en termes de qualité de litière en fonction de la date de la mesure (N=6 par traitement)

Traitement	pH 10j	pH 24j	pH 36j	pH 43j	H 10j (%)	H 24j (%)	H 36j (%)	H 43j (%)	Nt 10j (%)	Nt 24j (%)	Nt 36j (%)	Nt 43j (%)	NH ₃ 10j (%)	NH ₃ 24j (%)	NH ₃ 36j (%)	NH ₃ 43j (%)
Effet de l'interaction	NS	NS	<0,05	<0,001	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
ChC	6,66	6,50	6,59 a	6,56 a	14,2	42,5	47,7	49,7	1,34	2,89	3,08	3,75	0,04	0,17	0,31	0,34
TC	6,63	6,52	6,21 b	6,05 b	15,0	36,2	42,2	48,4	1,24	2,95	3,40	4,09	0,04	0,17	0,26	0,32
ChS	6,71	6,72	6,53 a	6,86 a	13,4	40,1	46,9	49,2	1,31	2,67	2,97	2,83	0,04	0,19	0,31	0,42
TS	6,70	6,90	6,55 a	6,87 a	12,5	38,72	42,9	45,7	1,31	2,83	2,96	2,87	0,04	0,20	0,31	0,40
Effet de l'ambiance	NS	NS	-	-	NS	NS	<0,05	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Ambiance standard (T)	6,66	6,71	6,38	6,46	13,7	37,5	42,5	47,1	1,31	2,89	3,18	3,48	0,04	0,18	0,29	0,36
Ambiance chaude (Ch)	6,69	6,61	6,56	6,71	13,8	41,3	47,3	49,4	1,29	2,78	3,03	3,29	0,04	0,18	0,30	0,38
Effet de l'aliment	NS	<0,05	-	-	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	<0,001	NS	<0,01	NS	<0,01
Aliment standard (S)	6,71	6,81	6,54	6,87	13,0	39,4	44,9	47,5	1,27	2,75	2,96	2,85	0,04	0,20	0,30	0,41
Aliment complexe (C)	6,65	6,51	6,40	6,31	14,6	39,4	44,9	49,0	1,32	2,92	3,24	3,92	0,04	0,17	0,29	0,33

H = humidité

Tableau 4. Corrélations (r) de Spearman entre les scores des dermatites de contact et les propriétés physico-chimiques de la litière (N=24)

		Podo 9j	Podo 23j	Podo 35j	Podo 42j	Tarsi 42j
10 jours	pH	NS	NS	NS	NS	NS
	Humidité (%)	NS	NS	NS	NS	NS
	Azote (%)	NS	NS	NS	NS	NS
	Ammoniaque (%)	NS	NS	NS	NS	NS
24 jours	pH		0,51*	NS	-0,59**	NS
	Humidité (%)		NS	NS	NS	-0,45*
	Azote (%)		NS	NS	NS	NS
	Ammoniaque (%)		NS	-0,44*	-0,43*	-0,59**
36 jours	pH			NS	NS	NS
	Humidité (%)			NS	NS	NS
	Azote (%)			NS	NS	NS
	Ammoniaque (%)			NS	NS	NS
43 jours	pH				-0,66***	-0,53**
	Humidité (%)				0,41*	NS
	Azote (%)				0,60**	0,62**
	Ammoniaque (%)				-0,43*	NS

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