



Poules pondeuses logées en cages conventionnelles et en volières

Influence de l'absence d'époinçage du bec et d'une augmentation de la teneur de l'aliment en cellulose sur les résultats zootechniques et l'état sanitaire des animaux

Didier HUONNIC, Robert MAURICE, Adeline HUNEAU, Christine BUREL, Virginie MICHEL

AFSSA - site de Ploufragan BP 53 - 22440 PLOUFRAGAN

RÉSUMÉ

Cette expérimentation avait pour objectifs d'étudier l'influence de l'absence d'époinçage du bec et d'une augmentation de la teneur de l'aliment en cellulose sur les résultats zootechniques et l'état sanitaire de poules pondeuses logées en cages conventionnelles et en volières enrichies. Les animaux des deux volières avaient à leur disposition des cordelettes, des blocs à piquer alimentaires et des blocs de béton cellulaire.

En cages, l'absence d'époinçage a eu un effet négatif sur l'état sanitaire des animaux. A 70 semaines la viabilité des poules non époinçées est inférieure à celle des poules époinçées (89,5 et 89,7 % vs 95,3 et 96,2 %). Les résultats montrent que le cannibalisme représente respectivement 60 et 63 % des causes de mortalité chez les poules non époinçées contre 15 et 18 % chez les poules époinçées. Concernant les performances, il apparaît que le pourcentage de ponte par poule présente est comparable au standard de la souche. Cependant pour les indices synthétiques comme l'indice de consommation ou les critères tenant compte de la mortalité, les performances mesurées en cages pour les poules non époinçées sont inférieures à celles observées pour les poules époinçées. Par ailleurs, l'aliment expérimental enrichi en cellulose a permis d'améliorer l'état corporel des animaux en fin de ponte chez les poules non époinçées.

En volières l'enrichissement de l'environnement a contribué à l'obtention de très bons résultats chez les animaux non époinçés, comparables à ceux obtenus chez les animaux époinçés. La viabilité à 70 semaines est respectivement de 95,0 et 94,9 %. La mortalité due au cannibalisme est faible chez les animaux non époinçés (10 %) et nulle chez les animaux époinçés. Les performances zootechniques ont été similaires entre les deux volières et comparables au standard de la souche. L'indice de consommation est plus élevé en volières qu'en cages.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the influence of non-beak trimming and cellulose supplementation of feed on zootechnical performances and health status of hens kept in conventional cages or furnished aviaries. Birds from the two aviaries were provided with ropes, pecking stones (alimentary or concrete).

For birds housed in cages, the non-beak trimming treatment (NBT) had an adverse effect on health status : at 70 weeks old the viability of NBT hens was lower than the viability of beak-trimmed (BT) animals (89.5 % and 89.7 % vs. 95.3 % and 96.2 %). We observed that cannibalism represented 60 and 63 % of the mortality causes in NBT treatments versus 15 and 18 % in BT treatments. Concerning zootechnical performances, percentages of lay per hen day in the four cages treatments was similar to the performance standards of the strain. However, for aggregated critters like feed efficiency or indexes taking into account the mortality, performances measured in BT treatments were higher than these in NBT treatments. In addition cellulose supplementation of feed enabled to improve body state of NBT hens at the end of the laying period in comparison with hens consuming conventional feed.

For birds kept in aviaries, furnishing elements contributed to maintain the health status of NBT hens at a level as satisfying as those observed in BT treatment. Casualties linked to cannibalism injuries were low in NBT treatment (10 %) and null in BT treatment. Zootechnical performances were equal in the both aviaries and similar to the strain standards. The feed efficiency was higher in cages than in aviaries.

INTRODUCTION

La Directive 1999/74/CE du 19 juillet 1999 interdit l'usage des cages conventionnelles pour loger les poules pondeuses à dater du 1^{er} janvier 2012, date à laquelle ne seront plus autorisés que les systèmes alternatifs et les cages aménagées.

Par ailleurs il est précisé en annexe de cette Directive (point 8), "Sans préjudice des dispositions prévues au point 19 de l'annexe de la directive 98/58/CEE, toute mutilation est interdite. Toutefois, les Etats membres peuvent, en vue de prévenir le picage de plumes et le cannibalisme autoriser l'époinçage du bec pour autant que cette opération soit pratiquée par un personnel qualifié sur les poussins de moins de 10 jours destinés à la ponte".

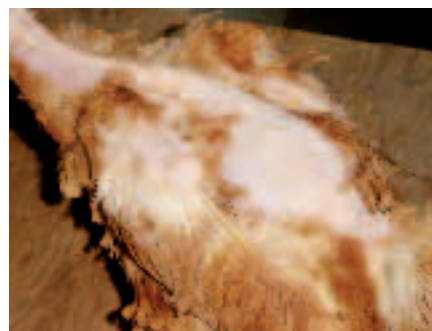
Chez les oiseaux, le bec est un organe sensoriel utilisé pour explorer l'environnement, s'alimenter, se toiletter mais également pour se défendre ou agresser ses congénères (Megret *et al.*, 1996). Mirabito et Michel, (2003) expliquent les différences entre : le picage sensus stricto (de l'anglais feather pecking) qui est à la base une interaction sociale non agressive entre les animaux (bien que des formes de picage sévère existent allant jusqu'à l'arrachage de plumes), et les coups de bec agressifs. Ces différents types de coups de bec peuvent avoir pour conséquence ultime le cannibalisme. Ce dernier a un effet négatif sur le bien-être des animaux mais également sur la rentabilité de l'élevage (baisse des performances, mortalité). L'époinçage du bec, qui consiste à amputer au maximum un quart de la partie supérieure et inférieure du bec, ou le débecquage, amputation plus sévère que l'époinçage, permettent actuellement de limiter sérieusement les conséquences négatives des coups de bec agressifs. Cependant ces interventions, posent un problème éthique et sont actuellement sujets à débats (Guesdon, 2004). Ces pratiques sont interdites dans certains pays comme la Suisse, la Norvège et la Suède. En effet, Breward et Gentle (1985) et Gentle *et al.* (1990) considèrent que le débecquage provoque une douleur persistante du fait de la formation de névromes à l'extrémité du bec. Cependant des travaux plus récents (Gentle *et al.*, 1997) semblent démontrer

que si cette intervention est réalisée avant l'âge de 10 jours, la douleur est faible et la formation de névromes limitée.

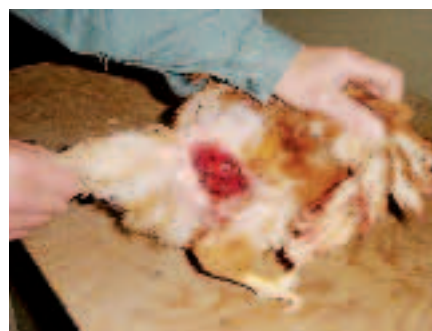
Chapuis *et al.* (2000), dans une revue bibliographique sur le comportement de picage chez les oiseaux domestiques, concluent à son origine multifactorielle. L'expression de ce comportement serait favorisée par des facteurs nutritionnels, hormonaux, génétiques, sociaux et environnementaux. Actuellement l'époinçage du bec avec la réduction de l'intensité lumineuse restent les méthodes les plus efficaces pour prévenir le picage, les coups de bec agressifs et le cannibalisme. La réduction de l'intensité lumineuse a pour inconvénient de rendre plus difficile le travail de l'éleveur. Il a également été constaté que les animaux élevés sous faible intensité lumineuse présentaient des troubles oculaires et réduisaient leurs comportements exploratoires (Martrenchar, 1999).

Chez la poule pondeuse, l'influence de la souche sur la mortalité due au cannibalisme a été démontrée par plusieurs auteurs (Craig *et al.*, 1990, 1991, 1996 ; Hughes *et al.*, 1972 ; Ambrosen *et al.*, 1997 ; Blokhuis *et al.* 1992). Selon Mills (1990) "la sélection génétique des traits comportementaux représente à long terme la seule solution à certains problèmes de bien-être imputables à l'élevage intensif".

De nombreux travaux ont montré que l'enrichissement du milieu avec différents substrats (sable, paille, ficelles) permettait de réduire le phénomène de picage de plumes chez les poules pondeuses. (Hubert-Eicher, 1997, 1998 ; Aerni *et al.*, 2000 ; Jones *et al.*, 2002). De même, une expérimentation conduite avec des dindes de chair à l'AFSSA de Ploufragan a montré que l'enrichissement du milieu avec des plaques métalliques et de la paille réduisait la fréquence des blessures dues au picage et au cannibalisme (Martrenchar *et al.*, 2001). L'objectif de l'enrichissement de l'environnement est de rediriger les coups de bec agressifs vers les objets mis à disposition des animaux. Zeltner *et al.*, 2000 ont montré que le risque de développement de comportements agressifs s'accroît lorsque la taille du groupe augmente (transmission sociale).



Dégradation de l'état d'emplumement



Blessure (cannibalisme)

Il apparaît également que la présentation de l'aliment (granulés ou farine) ainsi que sa composition (teneur en protéines, profil en acides aminés, teneur en cellulose) peuvent avoir un effet sur la fréquence du picage. En effet la présentation de l'aliment sous forme de granulés semble favoriser le développement de ce comportement ; les animaux passeraient trop peu de temps à manger ou à chercher leur nourriture (diminution des activités de grattage et picorage) et redirigeraient les coups de bec vers les congénères. Par ailleurs Hocking *et al.* (2004) ont montré qu'en élevage de poules reproductrices rationnées une élévation de la teneur de l'aliment en cellulose réduisait la fréquence des coups de bec agressifs et du cannibalisme. Les aliments utilisés étaient formulés pour être iso-énergétiques, iso-azotés et avoir une teneur identique en acides aminés essentiels.

Trois expérimentations ont été conduites à l'AFSSA de Ploufragan sur la période 1999-2003 dans le but d'étudier le bien-être, la santé et les performances zootechniques des poules pondeuses élevées dans un système alternatif de type volières ou bien en cages conventionnelles (aux normes de la directive 1999/74/CE).

Lors d'une première expérimentation, une bande de poules pondeuses avait été éle-

vée pour moitié en cages et pour moitié en volières. Dans chaque système de logement, la moitié des animaux était époin-tée et l'autre non. Il est apparu que les ani-maux élevés en volières occupaient très bien l'espace disponible et que leurs acti-vités étaient plus variées qu'en cages (pos-sibilité de locomotion plus importante, dont le vol). En revanche, les performances (taux de ponte, indice de consommation) étaient moins bonnes en volières qu'en cages. De plus, en volières des phéno-mènes de cannibalisme sont apparus en fin de bande, surtout lorsque les animaux n'étaient pas époin-tés. La conservation de l'intégrité du bec des animaux semblait donc difficilement compatible avec l'éle-vage en volières dans ces conditions.

Les deux expérimentations qui ont suivi ont permis d'améliorer les performances des animaux en volières. Cependant les résultats zootechniques sont restés légè-rement inférieurs à ceux obtenus en cages. Tous les animaux étaient époin-tés et il n'a pas été particulièrement observé de lésions dues à des problèmes de can-nibalisme.

Une quatrième expérimentation a donc été conduite à l'AFSSA en 2004-2005, avec deux objectifs plus spécifiques : étu-dier l'effet sur les paramètres zootech-niques et sanitaires :

- de l'absence d'époin-tage du bec des ani-maux, en comparant les systèmes de cages et de volières, sachant que des aménagements sont apportés dans ces

dernières (enrichissement du milieu par des faisceaux de cordelettes de diffé-rentes couleurs, des blocs de béton cel-lulaire et des blocs à piquer alimen-taires). L'objectif de ces enrichissements du milieu est de limiter le phénomène de picage (et d'agressivité éventuelle) en redirigeant ce comportement vers des objets. De plus, l'utilisation du bloc de béton cellulaire pourrait permettre une érosion de l'extrémité du bec.

- d'une augmentation du contenu de l'aliment en fibres cellulosiques en compa-rant, chez les animaux en cages, l'aliment de référence utilisé classiquement en élevage avec un aliment enrichi en fibres cellulosiques, ces deux aliments ayant un contenu en énergie métaboli-sable similaire.

1. MATÉRIELS ET MÉTHODES

1.1. L'ÉLEVAGE DES ANIMAUX

Tous les poussins proviennent d'un même troupeau de reproducteurs inscrit à la charte sanitaire (Arrêté du 26 octobre 1998). Les poulettes font l'objet d'un pro-gramme de prophylaxie classique en éle-vage de production en Bretagne. Ce pro-gramme comporte les vaccinations contre la maladie de Marek, la maladie de Gumboro, la bronchite infectieuse, la mala-die de Newcastle, la laryngo-trachéite infectieuse, les coccidioses et le syn-

drome infectieux de la grosse tête (SIGT). La vaccination anticoccidienne a été effec-tuée à 7 jours d'âge.

Les poules pondeuses utilisées pour l'es-sai sont de souche ISA Brown. De 1 jour à 17 semaines d'âge, les poulettes sont éle-vées dans les bâtiments de la station expérimentale de l'AFSSA. La moitié des animaux a été époin-tée à 1 jour d'âge au couvoir, l'autre moitié a gardé l'intégrité du bec. Leur transfert en bâtiment de ponte a été réalisé en semaine 17. Toutes les poules ont été abattues en S 70 (S = semaine d'âge des animaux).

1.1.1. POULETTES FUTURES PONDEUSES

Les poulettes (Tableau 1) ont été élevées, pour moitié au sol sur copeaux (poulettes destinées aux cages) et pour moitié en volières d'élevage (poulettes destinées aux volières de ponte).

Quatre semaines avant le transfert des poulettes en bâtiment de ponte, l'environ-nement de chaque volière est enrichi par la mise à disposition des animaux :

- d'un bloc à piquer pour volailles (alimen-taire) posé au sol (BLOCANDISE com-mercialisé par les établissements INZO).
- de 6 blocs de béton cellulaire (62,5 cm x 25 cm x 10 cm).
- de 6 faisceaux de 2 cordelettes de cou-leur bleue et de 6 faisceaux de 2 corde-lettes de couleur blanche (suspendues). Ces cordelettes de 12 mm de diamètre et de 40 à 45 cm de longueur sont constituées d'un assemblage de fibres

Tableau 1 - Caractéristiques des deux différents modes d'élevage des poulettes.

CARACTERISTIQUES		Sol	Volières
Nombre parquets		6	6
Superficie parquets (m²)		69	24 (ou 41 de surface utile)
Nombre total d'oiseaux		5 892	5 796
Densité (oiseaux/m² surface utile)		14,2	23,6
Nombre de pipettes		116 (1/7,7 oiseaux)	144 (1/7 oiseaux)
Nombre mangeoires		16 trémies circulaires (1.9 cm/oiseau)	48 m de mangeoires longitudinales (5.0 cm/oiseau)
Equipements particuliers	Caillebotis	absence	25 m² de caillebotis (sur trois niveaux, dont deux avec chaînes d'alimentation)
	Litière	Copeaux (703 cm²/oiseau)	161,5 cm²/oiseau (sable)
	Perchoirs	absence	10 cm²/oiseau
Enrichissements (1 mois avant transfert)	Faisceaux de cordelettes	absence	12/volière
	Blocs de béton cellulaire	absence	6/volière
	Blocs à piquer alimentaires	absence	1/volière

en polypropylène (Utilitis, cordage polypropylène commercialisé par Coopagri Bretagne (Point Vert).

1.1.2. POULES PONDEUSES

En semaine 17, les poulettes élevées au sol sont transférées en batteries de cages conventionnelles. Les 1 152 cages de 5 places (5 760 poules logées au total) sont disposées en 4 batteries de 3 niveaux de 288 cages chacune. Chaque cage a pour dimensions (L x P x H) : 60 cm x 48,5 cm x 40 cm, au 2/3. Ces cages respectent la directive 1999/74/CE en ce qui concerne la surface utile par poule (550 cm² minimum/poule), leur descriptif figure dans le tableau 2.

Les animaux sont répartis dans les 4 batteries en fonction de l'état du bec et de l'alimentation distribuée selon les traitements suivants :

- batterie de cages de ponte 1, **(C1)**, poules non époinçées (**NE**) recevant un aliment standard (**SD**),
- batterie de cages de ponte 2, **(C2)**, poules époinçées (**E**) recevant un aliment standard (**SD**),
- batterie de cages de ponte 3, **(C3)**, poules époinçées (**E**) recevant un aliment expérimental (**EX**),
- batterie de cages de ponte 4, **(C4)**, poules non époinçées (**NE**) recevant un aliment expérimental (**EX**).

Au même âge, les animaux élevés en volières d'élevage sont transférés en volières de ponte. Le bâtiment comprend deux volières (séparées par un grillage) de type Natura Big Dutchman (Figure 1) de 178 m² chacune avec trois niveaux de caillebotis. La volière 1 (V1) est occupée par 2 680 poules non époinçées (**NE**) recevant l'aliment standard (**SD**), et la volière 2 (V2) par 2 680 poules époinçées (**E**) recevant également l'aliment standard (**SD**). Les caractéristiques de ces volières sont indiquées dans le tableau 2.

■ Figure 1 : Coupe transversale d'une volière de ponte (appellation des différents niveaux précisée).

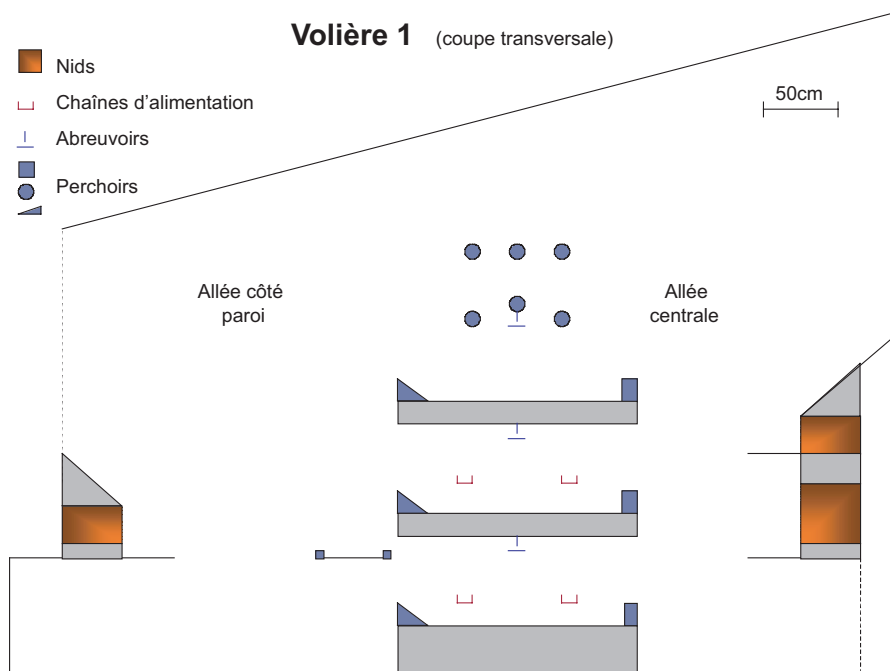


Tableau 2 - Caractéristiques des deux différents modes d'élevage des poules pondeuses, comparées aux exigences minimales de la directive 1999/74/CE du 19/07/99.

CARACTERISTIQUES		Cages		Volières	
		AFSSA	Directive	AFSSA	Directive
Nombre d'entités		1152 cages	-	2 volières	-
Superficie utilisable/animal (cm ²)		582	550	1107	1111
Densité (oiseaux/m ² surface utile)		17,2	18,2	9	9
Nombre de pipettes/animal		0,2	-	0,1	0,1
Longueur mangeoires / animal (cm)		12	10	9	10
Equipements particuliers	Litière (cm ² /animal)	absence	-	409 [paille]	250
	Nid (cm ² /animal)	absence	-	116	83
	Perchoir (cm/animal)	absence	-	14,6	15
Enrichissements	Faisceaux de cordelettes	absence	-	40/volière	-
	Blocs de béton cellulaire	absence	-	20/volière	-
	Blocs à piquer alimentaires	absence	-	3/volière	-

■ Figure 2 : Enrichissements mis à disposition des animaux en période d'élevage et de ponte.



Cordelette bleue



Cordelette blanche



Bloc à piquer alimentaire



Bloc de béton cellulaire

Pendant toute la période de ponte, l'environnement des deux volières est enrichi par la mise à disposition des poules de 3 blocs à piquer pour volailles posés au sol sur une cuvette renversée, de 20 blocs de béton cellulaire et la suspension de 40 faisceaux de 2 cordelettes (20 de couleur bleue et 20 de couleur blanche). Les blocs de béton cellulaire et les cordelettes sont répartis sur toute la longueur des volières et sur les 4 niveaux (Figure 2). Les caractéristiques techniques de ces différents enrichissements sont identiques à ceux utilisés en volières d'élevage.

1.1.3. ALIMENTATION ET CONDITIONS D'ÉLEVAGE

Les poulettes élevées au sol et en volières d'élevage reçoivent la même alimentation, comprenant la séquence suivante : aliment démarrage (de S1 à S4), aliment Croissance (de S5 à S10) et aliment poulette (de S11 à S16).

En période de ponte (de S17 à S70), les poules des traitements V1, V2, C1 et C2, reçoivent un aliment ponte standard alors que les poules des traitements C3 et C4 reçoivent un aliment ponte expérimental (aliment enrichi en cellulose). Ces deux aliments ponte ont été formulés pour être iso-énergétiques et iso-azotés (Tableau 3). Les résultats des analyses réalisées en semaines 36, 55, et 66 figurent dans le tableau 4.

Pendant la période de ponte, les poules logées en cages reçoivent trois distributions journalières d'aliment (à 7h10, 15h30 et 19h00) ; à partir de la semaine 20, le dernier repas est distribué à 21h00. En volières, trois distributions journalières d'aliment sont programmées durant les quatre premières semaines de ponte (à 7h10, 11h30, et 15h30) ; une 4^e distribution est ajoutée en semaine 21 (à 21h) jusqu'en fin de ponte.

Les volières et les cages sont équipées d'un dispositif de chauffage au gaz régulé par thermostat. La température de consigne se situe entre 20 et 21 °C.

Le programme lumineux standard est identique en cages et en volières ; cependant dans les volières l'extinction de la lumière est légèrement décalée dans le temps selon les niveaux (extinction du niveau supérieur 15 minutes après extinction du niveau inférieur). L'intensité lumi-

Tableau 3 - Formulation des aliments ponte standard et expérimental distribués de la semaine 17 à la semaine 70.

	Aliment Standard (ST)	Aliment Expérimental (EX)
Maïs	48,6	42,0
Blé	15,0	10,0
Avoine	0	3,5
Tourteau de soja 48	24,3	20,7
Tourteau de tournesol 28	1	9,4
Huile de soja	0,7	0,6
Huile de palme	0	2,7
Luzerne 18/250	0	1,0
Carbonate de calcium	7,6	7,5
Divers	2,8	2,6

Tableau 4 - Valeur nutritionnelle des aliments ponte standard et expérimental distribués de la semaine 17 à la semaine 70 (résultats des analyses réalisées en S36, S55, et S66).

	S36		S55		S66	
	ST	EX	ST	EX	ST	EX
Composition chimique						
Matières sèches	88	88,5	88,4	88,5	87,7	88,2
Matière minérale*					11,6	10,9
Matières organiques brutes					88,4	89,1
Matière grasse*	4,4	5,5	4,9	6,6	4,4	5,8
Protéines brutes*	20,7	19,4	18,9	19,8	18,9	19
Cellulose*	4,4	7,1	3,3	6,2	3,1	4,8
N.D.F.*	13,1	16,9	10,7	15	9,7	12,6
A.D.F.*	5	7,8	3,9	6,6	3,4	5,1
A.D.L.*	0,8	1,7	0,7	1,8	0,5	1
Sucres solubles totaux*	5,2	4,5	2,3	2,5	3,2	2,7
Amidon*	43,6	39,4	45,8	39,8	47,1	45,6
Energie métabolisable/brut (kcal/kg)	2658	2547	2644	2599	2659	2710
Energie métabolisable/sec (kcal/kg)	3021	2878	2991	2936	3031	3073
Energie métabolisable/brut (MJ/kg)	11,1	10,7	11,1	10,9	11,1	11,3
Energie métabolisable/sec (MJ/kg)	12,6	12	12,5	12,3	12,7	12,9

* = % matière sèche (MS)

NDF = Fibres extraites au détergent neutre (hemicellulose + cellulose + lignine)

ADF = Fibres extraites au détergent acide (cellulose + lignine)

ADL = Lignine extraite au détergent acide (lignines)

ST = Aliment Standard

EX = Aliment Expérimental

neuse était en moyenne de 16 lux dans la partie volières (intensité décroissant de 26 à 2 lux du niveau supérieur au niveau inférieur) et de 9 lux dans la partie cages (de 12 à 5 lux en fonction des niveaux).

1.2. LE PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL

1.2.1. ÉTUDE DES PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES

Un relevé hebdomadaire du nombre d'œufs pondus en volières et en cages a été effectué à partir de la 19^e semaine d'âge, correspondant à la première semaine de ponte. Dans les deux volières, le nombre d'œufs pondus sur la litière et sur les caillebotis a été enregistré. Les

œufs cassés, sales, mous, doubles, ou déformés ont été comptabilisés et déclassés. Un échantillon d'œufs est pesé le vendredi de chaque semaine (1 440 par traitement) de façon à obtenir un poids moyen hebdomadaire de l'œuf.

1.2.2. SUIVI SANITAIRE DES ANIMAUX

Le programme sanitaire d'élevage, conforme à l'ensemble des dispositions réglementaires concernant l'élevage des volailles, incluait par ailleurs des mesures spécifiques concernant l'enregistrement des morbidités et des mortalités. Des autopsies ont été réalisées de façon systématique sur toutes les poules mortes en cours d'élevage et en état de conservation correct.

1.2.3. ÉTAT CORPOREL DES ANIMAUX

En période d'élevage, 50 poulettes par volière et par parquet ont été pesées en semaines 3, 5, 8, 10, 13 et 16. En période de ponte, 75 poules par batterie et 150 poules par volière ont été pesées en semaines 28, 58 et 68.

Une estimation de l'état d'emplumement des animaux a été réalisée :

- une semaine avant le transfert des poulettes dans le bâtiment de ponte (S16) sur 400 poulettes élevées au sol et 400 poulettes élevées en volières,
- tous les 2 mois en période de ponte sur 25 poules par batterie et 50 poules par volière,
- et quelques jours avant le dépeuplement sur 75 poules par batterie et 150 poules par volière.

La qualité de l'emplumement et la perte de plumes sont évaluées au niveau des ailes, du dos, de la queue, du cou et du bréchet en se référant à la grille suivante : qualité (note 3 = bonne qualité, note 2 = moyenne qualité et note 1 = mauvaise qualité), perte (note 3 = peu ou pas de perte, note 2 = entre 20 et 50 % de perte et note 1 = plus de 50 % de pertes).

Lors du dernier contrôle avant dépeuplement, les blessures, griffures et rougeurs de la peau ont également été relevées. Les notes évoluent entre 1 et 3 selon la gravité des lésions : (note 3 = absence de lésions, note 1 = lésions très prononcées).

Afin d'évaluer l'influence du système d'élevage (cages/volières) et l'influence de l'utilisation des blocs à piquer et des blocs de béton cellulaire mis à disposition des animaux dans les deux volières sur l'état du bec des animaux (érosion de la pointe chez les animaux non épointé, repousse éventuelle chez les animaux épointés), la longueur de la partie supérieure du bec par rapport à la longueur de la partie inférieure du bec a été évaluée sur 75 poules par batterie et 150 poules par volière en semaine 68. (Figure 3). L'état du bec a été noté en se référant à la grille suivante : 0 = longueur de la partie supérieure égale à la longueur de la partie inférieure ; +1, +2 = partie supérieure plus longue que la partie inférieure (1 à +2 mm) ; > +2 = partie supérieure plus longue que la partie inférieure (3 à

+5 mm) ; -1, -2 : partie supérieure plus courte que la partie inférieure (-1 à -2 mm) ; < -2 : partie supérieure plus courte que la partie inférieure (-3 à -4 mm)

A l'abattoir (semaine 70) un dénombrement des ailes cassées et des plaies dues aux coups de bec agressifs et au cannibalisme a été réalisé sur un échantillon de 1 100 carcasses pour chacun des lots suivants : C1+C4, C2+C3, V1 et V2.

1.2.4. ÉTUDE DE L'UTILISATION DES ENRICHISSEMENTS PAR LES OISEAUX

Période d'élevage

La consommation de blocs à piquer a été évaluée (par pesées) 10 et 25 jours après la mise à disposition qui a eu lieu 4 semaines avant transfert.

L'utilisation des blocs de béton cellulaire a été évaluée par une pesée individuelle lors de la mise en place et avant le transfert des animaux. En outre au moment des pesées, l'état "d'usure" des blocs a été noté de 1 à 3 (de usure faible à usure forte).

Avant le transfert des poulettes en bâtiment de ponte, la longueur de la partie défaite de l'extrémité des cordelettes est mesurée afin d'évaluer leur utilisation.

Période de ponte

La consommation de blocs à piquer a été enregistrée tous les jours, et les blocs remplacés si nécessaire. L'utilisation des blocs de béton cellulaire a été évaluée par des pesées individuelles et des relevés de l'état d'usure tous les deux mois. Tous les deux mois la longueur de la partie défaite de l'extrémité des cordelettes a été mesurée. Lors de ces contrôles, les cordelettes trop usagées ou trop sales ont été remplacées.

Afin de mieux appréhender l'utilisation de ces enrichissements par les animaux en période de ponte, des enregistrements vidéo ont été réalisés simultanément dans les deux volières au cours de deux périodes (semaines 22 à 25 et semaines 49 à 53) selon le protocole suivant : 15 minutes d'enregistrement à 8h, 9h, 10h, 11h, 12h, 13h, 15h, 16h, 17h, 18h, 20h et 22h dans chaque volière pendant 26 jours (2 périodes de 13 jours). Sur ces enregistrements vidéo, le nombre de poules en train de piquer les différents objets a été

■ Figure 3 : Bec non épointé et bec épointé.



Bec non épointé

Partie supérieure plus longue que la partie inférieure



Bec épointé (au couvoir)

Partie supérieure et partie inférieure de même longueur



Bec épointé (au couvoir)

Partie supérieure légèrement moins longue que la partie inférieure

comptabilisé (180 observations quotidiennes dans chaque volière par type d'enrichissement).

1.2.5. ANALYSES STATISTIQUES

Les données quantitatives normalement distribuées sont traitées par une ANOVA. Quand la distribution des données n'est pas normale, l'analyse statistique est faite par un test de Kruskal-Wallis, suivi d'un test de Mann-Whitney comparant les trai-

tements deux à deux. Les proportions sont comparées par le test du chi-2 (Systat 9). Les différences sont considérées comme très significatives lorsque $p < 10^{-3}$, significative lorsque $p < 0,05$ et comme une tendance lorsque $0,05 < p < 0,1$.

2. RÉSULTATS ET DISCUSSION

2.1. RÉSULTATS ZOOTECHNIQUES

Les résultats zootechniques sur toute la période de ponte sont résumés dans le tableau 5.

2.1.1. LA CONSOMMATION EN ALIMENT

En début de ponte, la consommation d'aliment par poule pondeuse présente et par jour s'accroît moins rapidement en volières qu'en cages ce qui montrerait une difficulté des poules de volières à trouver facilement leur alimentation les premières semaines, comme déjà constaté dans les expérimentations précédentes à l'AFSSA [Michel et Huonnic, 2003]. Ce retard de consommation d'aliment semble être la cause du taux de ponte moindre observé en volières les premières semaines. Néanmoins, la consommation alimentaire dans les deux volières dépasse dès la semaine 26 celle mesurée en cages et demeure supérieure pour le reste de la période de ponte, hormis quelques variations brutales liées à des problèmes apparus au niveau des systèmes de distribution d'aliment ou d'approvisionnement en aliment. La consommation moyenne d'aliment (par poule et par jour) entre 19 et 70 semaines est supérieure en volières par rapport aux cages, certainement en raison d'une plus grande activité des poules et donc d'une dépense d'énergie plus importante (120,7 g en V1, 119,5 g en V2, 113,6 g en C1, 114,2 g en C2, 113,5 g en C3 et 115,4 g en C4).

Le tableau 5 montre que la consommation d'aliment chez les animaux non époinés est légèrement supérieure à celle des poules époinées en volières. Cet écart est certainement lié à un gaspillage d'aliment plus important pour les poules non époinées qui trient les particules. La situation est identique en

Tableau 5 - Synthèse des résultats zootechniques entre 19 et 70 semaines d'âge.

Traitement	C 1 Non époiné Standard	C 2 Epoiné Standard	C 3 Epoiné Expéri- mental	C 4 Non époiné Expéri- mental	V 1 Non époiné Standard	V 2 Epoiné Standard	ISA
% ponte / poule présente	88,0	89,2	89,1	89,3	88,4	88,3	87,6
Nombre œufs / poule présente	320,2	324,7	324,3	325,1	321,8	321,5	
Nombre œufs / poule départ	303,8	317,4	318,4	307,7	316,1	315,2	309,4
% œufs non commercialisables	2,66	2,40	2,19	2,67	3,01	2,91	
Poids moyen de l'œuf (g)	61,8	62,0	62,1	62,1	61,1	61,6	62,6
Poids d'œuf produit / poule présente / j (g)	54,7	55,6	55,7	55,9	54,6	54,6	54,6
Masse œuf / poule présente (kg)	19,9	20,2	20,3	20,3	19,9	19,9	19,9
Masse œuf / poule départ (kg)	18,8	19,8	19,9	19,2	19,5	19,5	19,3
Consommation / œuf (g)	129,1	128,0	127,3	129,1	136,4	135,3	
Consommation / poule / j (g)	113,6	114,2	113,5	115,4	120,7	119,5	
Indice de consommation	2,08	2,06	2,05	2,07	2,19	2,17	

ISA : Institut de Sélection Animale

cages pour les poules recevant l'aliment expérimental. Cependant, cette tendance est inversée chez les poules recevant l'aliment standard : la consommation dans le traitement C1 présente en effet des variations brutales durant la deuxième partie de la période de ponte, rendant difficile la comparaison avec le traitement C2. Aucune différence n'est visible entre la consommation d'aliment standard et d'aliment expérimental en cages.

2.1.2. LES PERFORMANCES DE PONTE

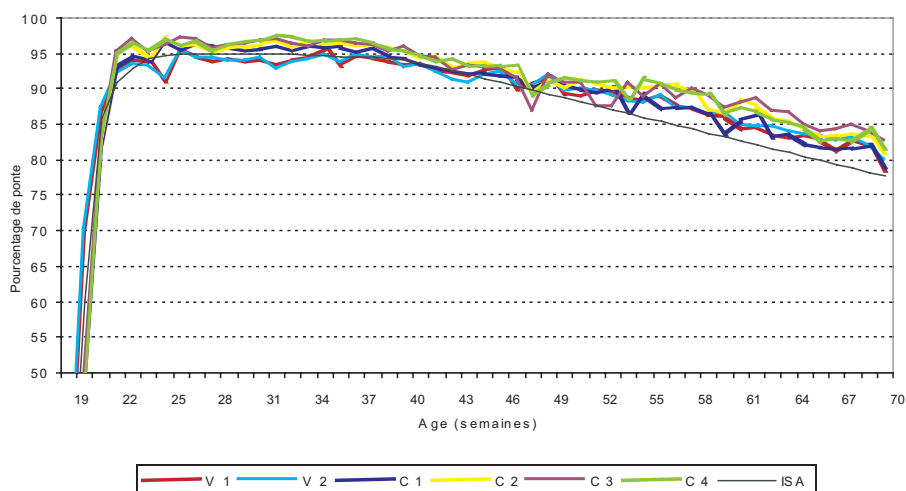
2.1.2.1. Quantité d'œufs pondus et localisation

Le pic de ponte est atteint en semaine 25 en cages et semaine 26 en volières (Figure 4). Le taux de ponte, similaire dans les deux volières, demeure dans ce système de logement inférieur d'un ou deux pour cent à celui observé en cages jusqu'en semaine 45, où ils deviennent équivalents. Le taux de ponte moyen sur la période 19-70 semaines est donc supérieur en cages par rapport aux volières, sauf dans le cas des poules du traitement C1. Il apparaît que les performances du traitement C1 soient moins bonnes que celles des autres traitements en cages, avec également un taux de mortalité plus élevé. Ceci est peut être dû à un effet cumulé de l'absence d'époinage avec la mise à disposition d'aliment standard non

enrichi en cellulose. Cependant, l'époinage des animaux ou le type d'aliment pris de façon séparée ne semblent pas avoir d'effet sur le pourcentage de ponte, que ce soit en volières ou en cages.

La ponte hors-nids représente respectivement 7,8 % et 7,2 % de la ponte totale des poules non-époinées et époinées élevées en volières durant la première période de production, entre 19 et 22 semaines d'âge. L'existence de ponte hors-nids, surtout en début de production, amène certainement à sous-évaluer le taux de ponte en volières, une partie des œufs déposés en dehors des nids pouvant être consommés par les poules. En début de ponte, les œufs ramassés en dehors des nids sont essentiellement localisés sur les caillebotis (6,0 % en V1 et 5,3 % en V2) : une partie des poules, qui n'a pas encore découvert l'accès au nid, pond sur les caillebotis où se trouve l'alimentation. La ponte sur les caillebotis diminue progressivement au cours du temps, pour représenter moins de 1 % de la ponte totale à partir de 39 semaines en V2 et de 43 semaines en V1. La ponte sur la litière baisse également pour représenter environ 1 % de la ponte totale durant la deuxième partie de la période de production. Sur l'ensemble de la période, la ponte au nid atteint donc 96,9 % en V1 et 97,2 % en V2.

■ Figure 4: Evolution du taux de ponte de 19 à 70 semaines dans les 6 traitements par rapport à la norme de référence ISA.



2.1.2.2. Le poids des œufs et masse d'œufs produite

A 19 semaines, le poids de l'œuf est comparable dans les 6 traitements [42 à 43 g] mais il augmente plus rapidement en cages qu'en volières : on observe un écart de 0,2 à 1,1 g entre les 2 systèmes de logement entre 22 et 36 semaines d'âge. Au-delà, cet écart se réduit mais sur la période de ponte totale, le poids de l'œuf produit en volières reste en moyenne inférieur de 0,2 à 0,5 g à celui de l'œuf issu des cages. Cette différence est également présente au niveau du poids d'œuf produit par poule présente et par jour : cet indice synthétique est plus faible en volières qu'en cages (traitements C2, C3 et C4), où le taux de ponte est plus important en début de production et le poids moyen de l'œuf plus élevé. L'écart est cependant moins marqué entre les volières et le traitement C1, compte tenu du pourcentage de ponte plus faible dans ces cages en fin de période de ponte.

Les paramètres de ponte donnés par "poule départ" reflètent l'impact de la mortalité sur les performances. C'est le cas du nombre d'œufs produit par poule départ ou de la masse d'œuf cumulée par poule départ qui sont moins élevés chez les poules non époinçonnées logées en cages [18,8 et 19,2 kg d'œuf par poule départ dans les traitements C1 et C4] par rapport aux animaux de volières [19,5 kg en volières V1 et V2] et surtout aux poules époinçonnées en cages [19,8 et 19,9 kg pour les traitements C2 et C3]. Cette dégradation des performances des animaux non-

époinçonnés en cages est due à une viabilité plus faible des poules dans ces deux traitements. Ce phénomène a été rencontré aussi bien avec l'aliment expérimental que l'aliment standard, avec peut-être un impact légèrement plus important de l'absence d'époinçonnement avec l'aliment standard. Il n'y a au contraire aucun effet de l'absence d'époinçonnement en volières sur la masse d'œufs produite par poule départ.

2.1.2.3. Le rapport consommation/production

L'indice de consommation (IC) est le rapport entre la consommation alimentaire et la masse d'œufs produite. L'IC est très élevé dans tous les traitements en début de période de ponte : le taux de ponte est faible alors que la consommation d'aliment augmente rapidement. Il diminue ensuite progressivement pour passer en dessous de 2 en cages à partir de 27 semaines d'âge. Au contraire, en

volières, il reste supérieur à ce seuil sur toute la période de ponte. En effet, le taux de ponte observé est plus faible en volières qu'en cages alors que la consommation d'aliment y est plus élevée, certainement à cause, en partie, des déplacements des poules et de leur dépense énergétique accrue. L'absence d'époinçonnement des animaux entraîne une augmentation de l'IC de 0,2 à 0,3 points en volières et en cages. Ceci est lié à une consommation d'aliment légèrement supérieure des poules non époinçonnées (V1 et C4) et à une viabilité plus faible des poules non-époinçonnées en cages. Le type d'aliment n'influence pas l'IC observé en cages.

2.1.2.4. La commercialisation des œufs

Le tableau 6 présente les causes de déclassement des œufs pour chaque traitement. Sont considérés comme "non commercialisables" les œufs sales, fêlés, mous, déformés ou doubles ; ils sont vendus à moindre prix en casserie.

Les taux d'œufs commercialisables (sous forme coquille) sont un peu inférieurs en volières (97,0 et 97,1 %) par rapport aux cages (entre 97,3 et 97,8 %). Les causes de déclassement sont également légèrement différentes : si la casse est le principal défaut relevé dans les 6 traitements, les œufs mous, doubles ou déformés sont plus fréquents en volières alors que les œufs sales sont plus nombreux en cages. La fréquence plus élevée des défauts de coquille et des œufs doubles en volières serait liée à un tri de l'aliment par les poules plus important dans ce système. Ceci amène les animaux à consommer préférentiellement une partie de l'aliment, ce qui se répercute sur l'équilibre alimen-

Tableau 6 - Classement des œufs en fonction des traitements.

Traitement	C 1 Non époinçonné Standard	C 2 Epoinçonné Standard	C 3 Epoinçonné Expérimental	C 4 Non époinçonné Expérimental	V 1 Non époinçonné Standard	V 2 Epoinçonné Standard
Ponte cumulée par poule départ [%] S19 à S70	83,2	87,0	87,2	84,3	86,6	86,3
% œufs cassés	0,93	0,90	0,81	0,97	0,92	0,91
% œufs sales	1,04	0,82	0,74	0,99	0,67	0,64
% œufs mous	0,14	0,15	0,14	0,17	0,53	0,52
% œufs doubles	0,26	0,26	0,29	0,27	0,35	0,34
% œufs déformés	0,27	0,27	0,21	0,26	0,54	0,50
% œufs déclassés	2,66	2,40	2,19	2,67	3,01	2,91
% œufs commercialisables	97,34	97,60	97,81	97,33	96,99	97,09

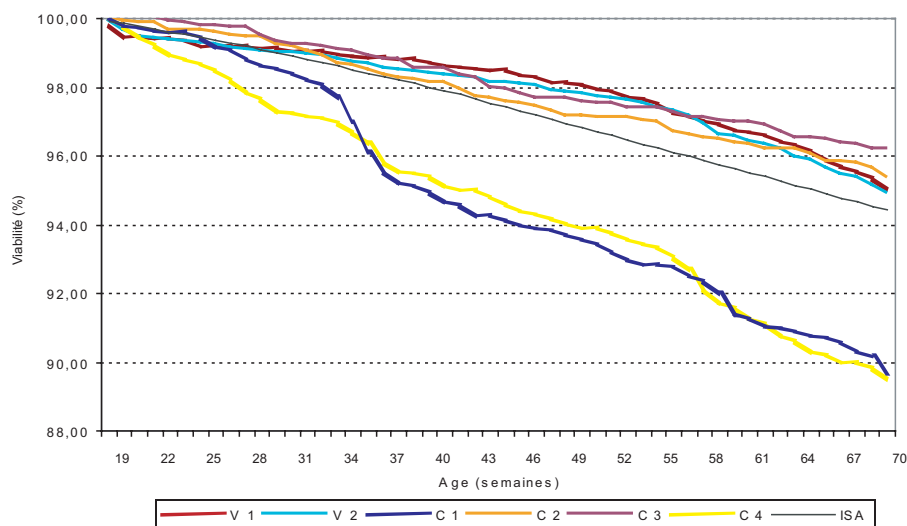
taire avec souvent une consommation moindre des minéraux et vitamines, et donc sur la qualité de la coquille. En volières et en cages, les taux d'œufs sales et cassés sont légèrement supérieurs chez les animaux non-épointés par rapport à ceux observés chez les poules épointées. L'absence d'épointage favorise en effet le picage des œufs par les poules, ce qui augmente le nombre d'œufs cassés et salis par des souillures d'œuf.

2.1.2.5. Bilan

Les résultats de ponte observés dans les deux volières sont similaires et proches de ceux du standard ISA (Institut de Sélection Animale). Ceci montre, d'une part, qu'après les premières semaines, il y a eu une bonne adaptation des poules à la volière de ponte. L'expérience acquise à l'AFSSA en matière d'élevage des poulettes puis des poules permet d'obtenir en volières des résultats de ponte comparables à ceux des références du sélectionneur. D'autre part, l'absence d'épointage n'a pas eu d'effet sur la production d'œufs en volières, la mise en place d'enrichissements ayant probablement permis de rediriger les comportements de picage vers ces derniers, limitant ainsi le cannibalisme (et donc la mortalité) et la consommation d'œufs. Cependant, l'absence d'épointage semble avoir favorisé un gaspillage d'aliment, ce qui explique l'indice de consommation légèrement supérieur dans la volière hébergeant les poules non-épointées par rapport à celle hébergeant les poules épointées, pour des niveaux de ponte comparables. Ceci se constate également chez les animaux logés en cages au niveau de la consommation d'aliment par œuf produit (129,1 g pour les poules non-épointées contre 128,0 g et 127,3 g pour les poules épointées).

Les performances de ponte pour les 4 groupes de poules logés en cages sont comparables à la référence ISA, pour les paramètres calculés en fonction du nombre d'animaux présents. Pour les indices synthétiques comme l'Indice de Consommation ou les critères tenant compte de la mortalité comme la masse d'œuf produite par poule départ, les performances mesurées en cage pour les poules non-épointées (traitements C1 et C4) sont inférieures à celles observées

■ Figure 5 : Evolution de la viabilité (% de poules vivantes/poules départ) par traitement par rapport à la référence ISA.



pour les poules épointées et à la référence ISA. L'absence d'épointage a en effet entraîné une viabilité plus faible des animaux logés en cages.

2.2. SUIVI SANITAIRE DES ANIMAUX

2.2.1 MORTALITÉ

2.2.1.1. Période d'élevage

En période d'élevage des poulettes, les taux de mortalité sont restés faibles. Ils étaient respectivement de 2,19 % et 2,02 % au sol pour les poulettes non épointées et épointées et de 3,63 % et 0,83 % en volières pour les poulettes non épointées et épointées. On peut remarquer que la mortalité en volière des poules non épointées est supérieure à celle des poules épointées.

2.2.1.2. Période de ponte

La figure 5 présente l'évolution du nombre de poules vivantes par traitement au cours du temps. La viabilité en volières et dans les cages pour les poules épointées (C2 et C3) demeure supérieure à la référence ISA durant toute la période de ponte. Au contraire, la viabilité dans les cages pour les poules non épointées décline plus rapidement que la référence, dès le transfert des poules. Le taux de mortalité hebdomadaire en C1 et C4 est régulièrement supérieur à 0,30 % (moins de 0,30 % dans les autres traitements), avec un pic marqué entre les semaines 34 et 37 : sur cette période, la mortalité atteint 1,11 % en C1 et 2,15 % en C4. Ce pic correspond au mois de juin 2004 durant lequel la tem-

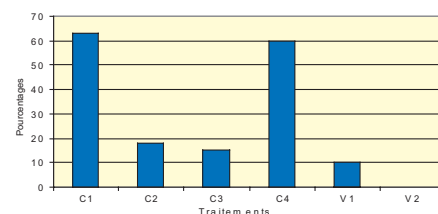
pérature maximale à l'intérieur du bâtiment des cages a dépassé 29 °C. Le taux de mortalité cumulé à 70 semaines est significativement supérieur dans les cages hébergeant les poules non épointées par rapport aux volières et aux cages hébergeant des poules épointées (4,96 % en V1, 5,11 % en V2, 10,49 % en C1, 4,65 % en C2, 3,82 % en C3 et 10,28 % en C4 ; $p < 0,001$). Aucune influence de l'alimentation sur la viabilité n'a été mise en évidence en cage ($p > 0,1$).

Notre étude confirme les résultats de précédents travaux (Oden et al., 2002 ; Green et al., 2000 ; Gunnarsson et al., 1999), qui montraient que l'augmentation de la taille du groupe en volière n'augmentait pas nécessairement les risques de coups de bec agressifs (avec les mortalités qui vont avec) en volière. Selon nos résultats cela s'appliquerait également aux poules, même non épointées, élevées en volière avec enrichissement du milieu.

2.2.1.3. Causes de mortalité en période de ponte

Une autopsie complète, avec recherche de la cause de mortalité et prélèvements d'organes pour examen histologique éven-

■ Figure 6 : Mortalité due au cannibalisme en fonction des traitements (en pourcentage du nombre d'animaux autopsiés).



tuel, a pu être pratiquée sur 63 % des poules trouvées mortes ($n = 435$).

Les résultats concernant les causes de mortalité (Figure 6) montre que le taux de mortalité lié aux blessures de cannibalisme diffère nettement selon les traitements. Ces blessures sont essentiellement situées au niveau du cloaque, de l'abdomen, du croupion et des hanches (respectivement 43,7 %, 20,9 %, 18,3 % et 9,3 % des observations sur les cadavres).

En cage, chez les poules non époinées (C1 et C4), le cannibalisme, direct ou consécutif à un accident de ponte représente respectivement 63 % et 60 % des causes de mortalité contre 18 % et 15 % chez les poules époinées (C2 et C3). Le pic de mortalité observé au mois de juin chez les animaux non époinés élevés en cages correspond à un épisode de cannibalisme : le retrait des bâches au-dessus des batteries (pour augmenter la circulation d'air et diminuer la température trop importante) a contribué à abaisser la température à l'intérieur des cages mais a augmenté la luminosité, ce qui a favorisé les comportements agressifs. La remise en place des bâches après l'épisode de forte chaleur a permis de réduire l'incidence du cannibalisme. Cependant il a été observé que les poules des traitements C1 et C4 se caractérisaient avant cette période de chaleur par un taux de mortalité supérieur aux traitements C2, C3, V1 et V2 (Figure 5). L'élévation de la température ambiante du bâtiment ainsi que le retrait des bâches ont eu pour effet d'amplifier le phénomène de cannibalisme déjà observé chez ces animaux.

En volières, le taux de mortalité lié au cannibalisme (exprimé en % des causes de mortalité) est faible chez les animaux non époinés (10 %) et nul chez les animaux époinés. La mortalité par étouffement dans les 2 volières (13 % des causes de mortalité en V1 et 8 % en V2) est survenue en semaine 20, suite à une intervention humaine qui a effrayé les animaux. Ce type d'accident, très limité, n'est pas arrivé en cages, où les déplacements de masse des animaux sont impossibles.

L'absence d'époinage est donc à l'origine de la viabilité plus faible des poules observée dans les cages C1 et C4, la fréquence des mortalités par cannibalisme étant

significativement supérieure dans ces traitements par rapport aux poules époinées élevées en cage ($p < 0.01$). Chez les animaux non époinés élevés en volière, le pourcentage de pertes par cannibalisme direct ou consécutif à un accident de ponte demeure faible. La mise en place d'enrichissements à disposition des animaux semble avoir limité l'expression de ce comportement. Chez les animaux époinés élevés en volière, il n'a pas été observé de mortalité consécutive au cannibalisme.

2.2.2. BACTÉRIOLOGIE ET PARASITISME

2.2.2.1. Période d'élevage

Tous les prélèvements (chiffonnettes et cadavres) ont donné des résultats négatifs pour les recherches de salmonelles. Les examens parasitologiques ont mis en évidence la présence de quelques oocystes de coccidies (100/g en volière et 700/g dans le bâtiment au sol) à 21 jours. Par la suite aucune présence d'oocyste de coccidies dans les fientes n'a été mise en évidence pendant la période d'élevage.

2.2.2.2. Période de ponte

Aucune salmonelle n'a été mise en évidence au cours de la période de ponte. Des oocystes de coccidies ont été isolées en volières mais uniquement en semaine 21 (100 000/g en V1 et 290 000/g en V2). Par la suite les examens parasitologiques sont restés négatifs.

2.2.3. L'ÉTAT CORPOREL DES ANIMAUX

2.2.3.1. Suivi du poids des animaux

En semaine 16, les poulettes logées en volière présentent un poids moyen significativement supérieur à celui des pou-

lettes élevées au sol ($1\,362 \pm 92$ g vs $1\,320 \pm 96$ g, $p < 0,01$). Les poulettes époinées ont un poids moyen supérieur à celles non époinées ($1\,353 \pm 94$ g vs $1\,330 \pm 97$ g, $p < 0,01$). Toutefois les différences restent très faibles et n'ont pas de signification biologique.

En période de ponte, les animaux ont été pesés en semaines 28, 58 et 68 (Tableau 7). En semaine 28, il n'apparaît pas de différence significative entre les différents traitements. En semaine 58 les poids des poules en cages sont significativement plus élevés que ceux des poules en volières. Cette différence se retrouve en fin de période de ponte, mais cette fois, seules les poules de cages nourries avec de l'aliment expérimental sont significativement plus lourdes que les poules de volières. Les poules de volières sont probablement plus légères en raison d'une dépense énergétique plus importante due à leurs déplacements.

2.2.3.2. Suivi de l'emplumement, des lésions et de l'état du bec

Période d'élevage

Un contrôle des animaux avant transfert à 16 semaines d'âge a permis d'évaluer leur état d'emplumement et de noter la présence de lésions corporelles. La fréquence des plumes abîmées ou manquantes a tendance à être plus élevée chez les animaux non époinés par rapport à ceux époinés, que ce soit au sol ou en volières, mais l'état d'emplumement demeure satisfaisant : aucune poulette ne présente des pertes de plumes supérieures à 20 % de son plumage avant le transfert. Aucune lésion corporelle (blessure, griffure ou rougeur de la peau) n'a été observée dans les échantillons contrôlés.

Tableau 7 - Evolution du poids des poules (en g) en période de ponte.

Traitement	C 1 Non époiné Standard	C 2 Epoiné Standard	C 3 Epoiné Expérimental	C 4 Non époiné Expérimental	V 1 Non époiné Standard	V 2 Epoiné Standard	P
Semaine 28	1720,5 ± 128,6	1743,7 ± 155,4	1769,0 ± 140,9	1759,1 ± 123,0	1773,4 ± 115,1	1753,2 ± 122,4	0,075
Semaine 58	1965,6 ± 223,4 a	1976,9 ± 196,8 a	2026,3 ± 229,2 a	2043,4 ± 226,0 a	1910,2 ± 175,4 b	1880,7 ± 186,8 b	<10 ⁻³
Semaine 68	2000,7 ± 233,1 ab	2100,2 ± 224,5 ab	2006,7 ± 212,6 a	2032,1 ± 229,6 a	1948,8 ± 179,5 b	1969,3 ± 197,2 b	<10 ⁻³

Les données d'une rangée sans lettre commune diffèrent significativement.

Période de ponte

L'état d'emplumement

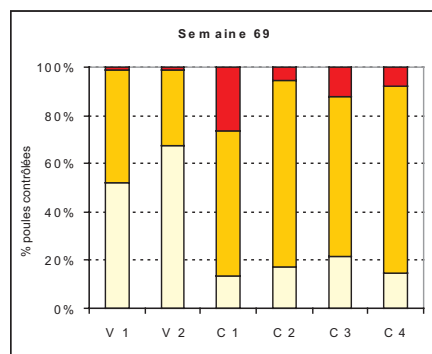
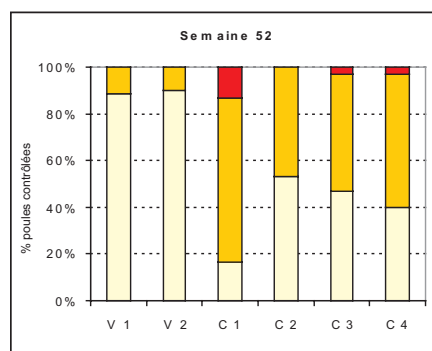
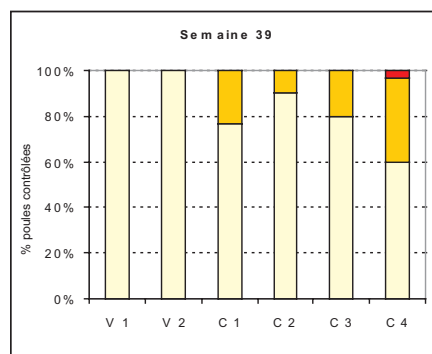
L'état d'emplumement des animaux a été évalué tous les deux mois entre 21 et 69 semaines d'âge. Il apparaît que l'état d'emplumement des poules en cages se dégrade plus rapidement que celui des poules en volières. A 39 semaines d'âge, la fréquence des poules présentant plus de 20 % de plumes abîmées (note 2) est supérieure en cages par rapport à celle observée en volières (Figure 7). De même, les pertes de plumes sont aussi plus élevées en cages (Figure 8), particulièrement au niveau du cou, de la queue et du dos des animaux. Ces différences se maintiennent jusqu'en fin de période de ponte : à 69 semaines, 39 % des animaux en cages présentent des pertes de plumes supérieures à 20 % contre 16 % en volières. Pour la qualité des plumes, 83 % des poules élevées en cages présentent plus de 20 % de plumes abîmées contre 40 % en volières. Les défauts de qualité des plumes des oiseaux en cages sont observés sur toutes les zones corporelles : cou, bréchet, ailes, dos et queue.

Les défauts d'emplumement augmentent avec l'âge des animaux, en raison des frottements avec les éléments solides de leur environnement et du picage de plume entre congénères. En cages, ces défauts sont plus prononcés que ceux constatés en volières et ce pour deux raisons principales :

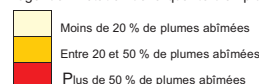
- le frottement plus important des plumes avec la cage (le cou est mal emplumé en raison du frottement avec les barreaux de la cage lorsque la poule sort la tête à l'extérieur pour manger),
- le picage entre congénères accru en cages en raison de la pauvreté de l'environnement.

Cependant, ces résultats globaux par système de production (volières vs cages) masquent un effet de l'époinçage sur la perte de plumes, qui a été mis en évidence à 69 semaines lors d'un contrôle sur un effectif plus important de poules. Ainsi en volières, 25 % des poules non époinçées présentent plus de 20 % de pertes de plumes contre 7 % des époinçées ($p < 0.01$), (Figure 8). Les différences d'emplumement sont particulièrement marquées au niveau du cou et de la

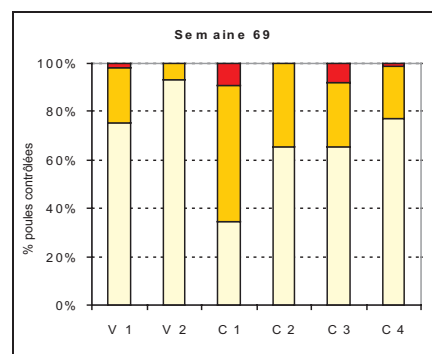
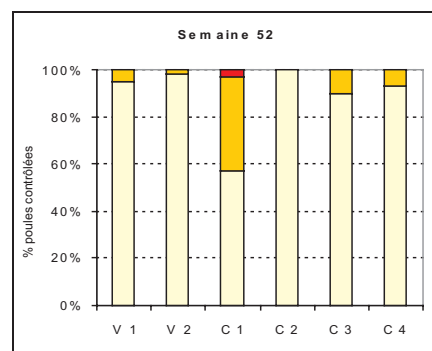
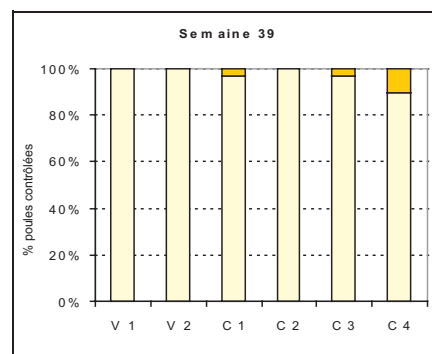
■ Figure 7 : Evolution de la qualité d'emplumement en S39, S52 et S69 dans les différents traitements.



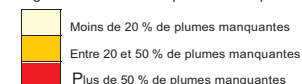
Légende : Notation de la qualité d'emplumement



■ Figure 8 : Evolution des pertes de plumes en S39, S52 et S69 dans les différents traitements.



Légende : Notation des plumes manquantes



queue. En cages avec l'aliment standard, les pertes de plumes supérieures à 20 % concernent 65 % des poules non époinçées contre 35 % des animaux époinçés ($p < 0,01$), la différence d'état d'emplumement étant surtout observée sur le cou. Des constatations similaires sont faites pour la qualité des plumes. L'absence d'époinçage favorise donc les pertes et la dégradation des plumes, particulièrement au niveau du cou, ce qui peut correspondre à un comportement de picage et d'arrachage de plumes plus efficace chez les animaux non époinçés. Cependant, aucune différence de perte ou de qualité de plumes n'a été mise en évidence entre les poules époinçées et non époinçées recevant l'aliment expérimental en cages. L'utilisation de cet ali-

ment enrichi en cellulose, semble avoir limité le comportement de picage de plume et donc les défauts d'emplumement consécutifs à l'absence d'époinçage.

Les lésions corporelles

En fin de ponte, lors du contrôle effectué à 69 semaines, l'intégrité corporelle des poules est satisfaisante dans les traitements V1, V2, C2, C3 et C4 avec moins de 7 % des animaux présentant des blessures. Toutefois le traitement C1 se caractérise par un état corporel nettement moins bon : 25,3 % des animaux présentent des blessures. La présence de lésions n'a été observée que chez les animaux non époinçés, sur 5,3 % des poules en V1 contre 0 % en V2 ($p < 0,05$), sur 25,3 % des animaux en C1 contre 0 % en

C2 ($p < 0,01$) et sur 6,7 % des animaux en C4 contre 0 % en C3 ($p > 0,05$). En cages, chez les animaux recevant l'aliment standard, l'absence d'époinçage a pour effet d'accentuer la dégradation de l'état corporel en fin de ponte ce qui peut correspondre à des lésions dues à des coups de becs agressifs. Les bons résultats obtenus en cages avec l'aliment expérimental, notamment chez les poules non époinçées (0 % en C3 et 6,7 % en C4) semblent corroborer ceux déjà obtenus par Hocking et al., (2004), qui avaient démontré l'effet bénéfique d'un enrichissement de l'aliment avec des fibres (10,6 % MS d'ADF et 23,6 % MS de NDF dans le régime, apportées principalement par des pellicules d'avoine ou 4,5 % MS d'ADF et 15,9 % MS de NDF apportées principalement par de la pulpe de betterave) sur l'état corporel des poules. L'aliment expérimental utilisé dans notre étude contenait environ 5,1-7,8 % MS d'ADF et 12,6-16,9 % MS de NDF alors que l'aliment standard contenait environ 3,4-5,0 % MS d'ADF et 9,7-13,1 % MS de NDF (variations temporelles fonction des différentes fabrications d'aliment) (tableau 4) et le surplus de fibres était apporté principalement par de l'avoine, du tourteau de tournesol et de la luzerne (Tableau 3). L'hypothèse de Hocking et al. (2004) est qu'un contenu plus élevé en fibres dans l'aliment augmente la sensation de satiété chez les animaux et donc diminue le cannibalisme. La piste d'un aliment enrichi en cellulose serait donc à creuser pour anticiper une éventuelle interdiction future de l'époinçage. Le pourcentage d'animaux présentant des traces de griffures est modéré (inférieur à 5 %).

L'observation d'une rougeur de la peau est plus fréquente que les autres lésions, particulièrement dans le traitement C1 (23 % de poules présentant une rougeur). Ces lésions sont certainement liées aux pertes d'emplumement observées en fin de bande dans tous les traitements, qui favorisent l'apparition de rougeurs par frottement de la peau sur le matériel.

Caractéristiques du bec

Lors de la mise en place des animaux, ces derniers ont été répartis de façon aléatoire dans les différents traitements en fonction de leur statut époinçé ou non époinçé. On peut donc penser qu'à un jour, le bec des poulettes était similaire en

volières et en cages, chez les poulettes époinçées comme chez les non époinçées. En fin de période de ponte, le bec d'un échantillon de poules de chaque traitement a été caractérisé en fonction de la longueur de la partie supérieure par rapport à la longueur de la partie inférieure. La partie supérieure du bec est normalement plus longue que la partie inférieure. L'époinçage est sensé égaliser les deux parties (retirant le diamant du bec) mais doit éviter de rendre la partie supérieure plus courte que la partie inférieure (moins du tiers de la zone "diamant-narines" doit être retirée). En fin de période de ponte, les poules époinçées ont bien sûr des becs plus courts que les poules non époinçées : la majorité des poules époinçées ont une note de 0 ou -1 (longueur de la partie supérieure du bec égale ou légèrement inférieure à la longueur de la partie inférieure) contre +1, +2 pour les poules non époinçées (longueur de la partie supérieure du bec plus longue que la partie inférieure). Il est intéressant de remarquer que chez les poules non époinçées, la partie supérieure du bec est toujours plus longue en volières qu'en cages. C'est le cas par exemple en V1 avec 22,6 % des poules en note > 2 versus 6 % en cages C1+C4. De la même façon, la répartition des notes 0, -1 et -2 est inversée entre cages et volières pour les animaux époinçés (Tableau 8), avec davantage de mandibules supérieures courtes en cages C2+C3. Le moindre développement de la partie supérieure du bec en cages est difficile à expliquer d'autant que des enrichissements potentiellement

usant pour le bec, comme le béton cellulaire, se trouvent en volières.

Inspection des carcasses à l'abattoir

Les pourcentages de carcasses présentant une ou deux ailes cassées sont considérablement plus élevés en cages qu'en volières (1 aile cassée : 19,7 à 22,7 % en cages vs 1,4 à 1,7 % en volières, $p < 0,001$), (Tableau 9). De telles observations ont déjà été faites lors des expérimentations précédentes (Michel et al., 2004). D'une part, cette différence peut être attribuée aux difficultés plus importantes pour sortir les animaux des cages (ouvertures petites) par rapport aux volières. D'autre part, de nombreuses études ont montré que la résistance osseuse des poules élevées en cages était inférieure à celle des animaux de volières (Knowles and Broom, 1990 ; Norgaard-Nielsen, 1990 ; Fleming et al., 1994 ; Newman et Leeson, 1998 ; Michel et Huonnic, 2003). Cette fragilité osseuse favorise certainement la survenue de fractures accidentelles lors des manipulations ou de l'électronarcose à l'abattoir. La présence de blessures liées à des coups de bec n'a été observée qu'en cages, sans différence entre les animaux époinçés et non époinçés (0,6 % en C1+C4 et 0,2 % en C2+C3).

2.3. ETUDE DE L'UTILISATION DES ENRICHISSEMENTS PAR LES OISEAUX

2.3.1. PÉRIODE D'ÉLEVAGE

L'utilisation des enrichissements a été évaluée en volière en fonction de l'époinçage ou non du bec des poulettes.

Tableau 8 - Longueur de la partie supérieure du bec par rapport à la longueur de la partie inférieure en fonction des traitements (en pourcentage du nombre d'animaux contrôlés par traitement).

	<2	-1, -2	0	+1, +2	>2
C1+C4 (NE)	0	1,3	12,7	80,0	6,0
V1 (NE)	0	0,7	2,7	74,0	22,6
C2+C3 (E)	5,3	55,3	36,7	2,7	0
V2 (E)	2,0	32,0	61,3	4,7	0

NE : non époinçé ; E : époinçé.

Tableau 9 - Etat corporel des carcasses à l'abattoir (en pourcentages de carcasses contrôlées).

	C 1 + C 4	C 2 + C 3	V 1	V 2	P
Traitement	Non époinçé	Epoinçé	Non époinçé	Epoinçé	
Nombre de carcasses contrôlées	1184	1110	1110	1110	
1 aile cassée %	22,7	19,7	1,7	1,4	< 0,001
2 ailes cassées %	9,9	8,6	0,1	0,0	< 0,001
Blessures de picage %	0,6	0,2	0,0	0,0	

La figure 9 montre la différence de consommation de blocs à piquer 10 et 25 j après leur introduction en volières poulettes. On constate que dès 10 jours d'utilisation, une quantité beaucoup plus importante de blocs a été consommée par les poules non époinées (22,7 kg) que par les poules époinées (6,1 kg). La tendance s'accroît jusqu'à la fin de la période d'élevage : la consommation par les poulettes non époinées est multipliée par deux en 15 jours (22,7 à 47,0 kg), alors qu'elle stagne chez les poulettes époinées. A priori la dureté du bloc semble limiter l'arrachage de particules par les poulettes aux becs époinés.

Les 6 blocs de béton cellulaire placés dans chaque volière n'ont pas dû être remplacés. Aucune différence n'apparaît dans la notation de ces blocs en fonction de leur usure que les animaux soient époinés ou non. De la même façon, le poids moyen des blocs de béton cellulaire en fin de période d'élevage est similaire en volières pour les poules non époinées ($9,2 \pm 0,3$ kg/bloc) et époinées ($9,2 \pm 0,2$ kg/bloc).

Les deux types de cordelettes utilisées sont de couleur et de résistance différentes. Les cordelettes bleues, (peu souples), ont été moins utilisées que les blanches, effilochées rapidement sur toute leur longueur. L'utilisation des cordelettes bleues a été différente selon que les poulettes étaient époinées ou non. Les cordelettes bleues sont défaits en moyenne sur $14,0 \text{ cm} \pm 6,0$ chez les poulettes non époinées et $10,8 \text{ cm} \pm 6,5$ chez les poulettes époinées ($p = 0,02$). Le bec des poulettes non époinées semble une nouvelle fois plus efficace. L'effilochement des cordelettes blanches est similaire chez les poules époinées ou non.

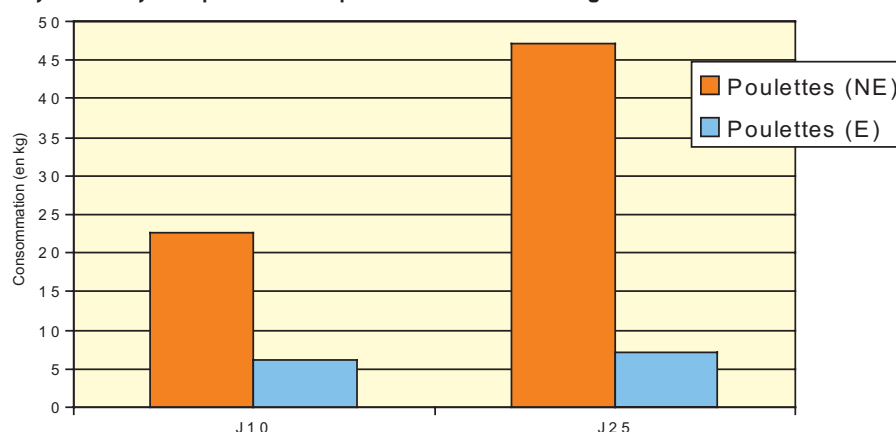
2.3.2. PÉRIODE DE PONTE

L'utilisation de chaque type d'enrichissement a été évaluée en volières en fonction de l'époinage du bec des animaux par des pesées et/ou relevés d'usure et observations vidéo.

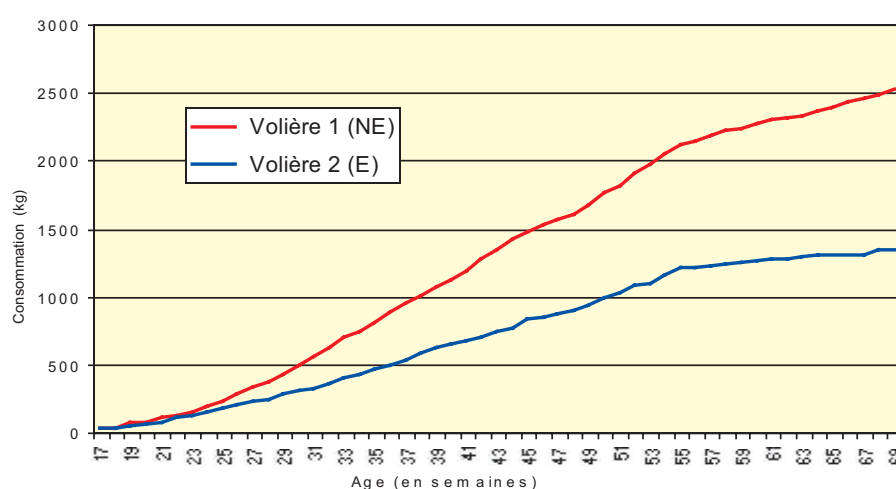
Blocs à piquer

La figure 10 illustre la consommation en blocs à piquer pendant la période de ponte. Des semaines 17 à 55, la progression est constante, avec une consomma-

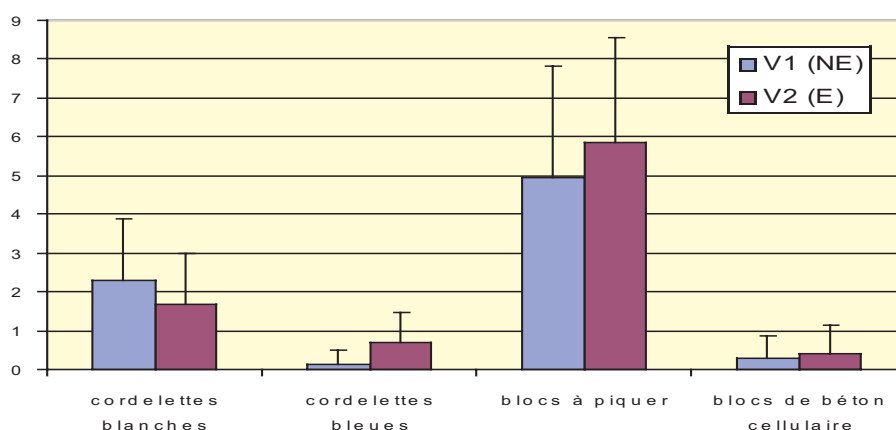
■ Figure 9 : Influence de l'état du bec (époiné ou non) sur la consommation de blocs à piquer 10 jours et 25 jours après mise à disposition en volières d'élevage.



■ Figure 10 : Consommation cumulée de blocs à piquer dans les deux volières de ponte.



■ Figure 11 : Nombre moyen de poules utilisant les différents enrichissements en volières de ponte par observation.



tion bien supérieure chez les poules non époinées en V1. Ensuite, on peut remarquer une inflexion de la pente des courbes (S 55) reflétant une moindre consommation jusqu'à la fin de la ponte. Les blocs distribués à partir de la semaine 55, correspondaient à une nouvelle livraison de blocs qui, a priori, convenaient moins aux poules. Une hypothèse peut être également une dureté plus grande de ces blocs,

ralentissant leur vitesse de consommation. Au total, les poules non époinées ont consommé 2 510 kg de blocs à piquer (soit presque 1 kg/poule) alors que les poules époinées en ont consommé deux fois moins (1 330 kg). La consommation de bloc à piquer fait donc partie de l'alimentation des animaux. Le coût d'un tel enrichissement n'est pas négligeable (0,61 euro/poule non époinée et

0,32 euro/poule époincée HT) mais participe à rediriger les comportements de coups de bec des congénères vers les enrichissements.

Blocs de béton cellulaire

Les 20 blocs de béton cellulaire placés dans chaque volière n'ont pas dû être remplacés. Bien qu'aucune différence significative n'apparaisse dans la notation des blocs entre les deux volières, l'usure des blocs semble plus importante en V1 avec 40 % des blocs très usés (note 3) et 20 % en V2, en semaine 70.

Cordelettes

Pendant toute la période de ponte, deux types de cordelettes, identiques à celles utilisées en période d'élevage, ont été mises à disposition des animaux : des cordelettes bleues, relativement rigides et des cordelettes blanches beaucoup plus souples.

En fin de période de ponte (semaine 70), les résultats sont similaires à ceux observés en période d'élevage. Les cordelettes bleues sont défaites sur une longueur moyenne de $15,4 \pm 3,5$ cm chez les poules non époincées et $9,9 \pm 2,8$ cm chez les poules époincées ($p = 0,001$). Il apparaît également que les cordelettes blanches sont défaites sur toute leur longueur (40 à 45 cm) dans les deux volières.

Vidéo de l'utilisation des enrichissements

L'utilisation des enrichissements ne semble pas varier entre les deux périodes d'observations. Cependant il a été constaté des différences concernant l'utilisation des différents types d'enrichissements (Figure 11).

Les blocs à piquer sont les enrichissements les plus utilisés avec en moyenne $5,0 \pm 2,9$ poules non époincées et $5,9 \pm 2,7$ poules époincées picorant un bloc à chaque observation. La similitude des résultats dans les deux volières, confirme notre hypothèse selon laquelle les poules, époincées ou non, picorent les blocs alimentaires, mais que l'efficacité de leur bec fait varier leur consommation.

Les blocs de béton cellulaire sont moins utilisés que les blocs à piquer, sûrement en raison de l'absence de l'attrait alimentaire. Toutefois, ces blocs ont été utilisés dans les deux volières ($0,3 \pm 0,6$ poules picorant un bloc en V1 et $0,4 \pm 0,7$ poules

en V2 en moyenne à chaque observation) et ont été davantage usés en V1 lorsque les poules ne sont pas époincées et donc munies d'un bec plus dur. Les observations vidéo ont permis de constater que les blocs de béton étaient parfois utilisés comme zone de grattage et de bain de poussière.

Les poules ont exprimé leur très nette préférence pour les cordelettes blanches par rapport aux cordelettes bleues. En moyenne, $2,3 \pm 1,6$ poules non époincées et $1,7 \pm 1,3$ poules époincées sont observées piquant chaque cordelette blanche versus $0,1 \pm 0,4$ poules non époincées et $0,7 \pm 0,8$ poules époincées pour chaque cordelette bleue. L'attrait des animaux pour les cordelettes blanches (défaites sur toute la longueur) pourrait s'expliquer par leur couleur (les poules sont attirées par les objets de couleur blanche) et leur texture (cordelettes constituées de fibres fines et très souples facilement préhensibles).

Les résultats de l'étude de l'utilisation des enrichissements nous montrent que le choix des poules s'est porté sur les blocs à piquer et les cordelettes blanches. Si le coût (non négligeable) des blocs à piquer peut constituer un frein à leur emploi, leur utilité dans la prévention des coups de bec semble intéressante. Les cordelettes blanches utilisées dans cette étude présentent l'avantage d'être moins coûteuses que les blocs à piquer et nous semblent aussi intéressantes dans la prévention des coups de bec. Toutefois, le protocole de l'étude ne nous permet pas de préciser la contribution de chacun de ces enrichissements dans l'obtention des résultats obtenus (faible taux de cannibalisme en volières).

CONCLUSION

Cette étude a permis d'apporter des éléments de réponse aux deux objectifs fixés. La comparaison des résultats concernant les animaux époincés ou non a permis de mettre en évidence l'influence de différents paramètres :

En volières, la présence d'enrichissements, bien utilisés par les animaux, a sans doute contribué à l'obtention de très bons résultats avec les animaux non époincés, comparables à ceux obtenus

avec des animaux époincés. Il n'y a ni augmentation de la mortalité, ni dégradation importante de l'état corporel des animaux et les performances zootechniques ont été similaires entre les volières.

En cages, les résultats obtenus avec les animaux non époincés ont été globalement moins bons, surtout lorsque l'aliment standard était utilisé. Concernant les performances, le taux de ponte a été peu affecté par l'absence d'époinçage, hormis lorsque l'aliment standard était utilisé (moins bon taux de ponte de C1). En revanche, le nombre d'œufs produits par poule départ a été diminué de 10 à 15 œufs chez les poules non époincées en liaison avec la forte mortalité enregistrée. Le cannibalisme représente la première cause de mortalité chez les poules de cages non époincées, alors que ce n'est pas le cas en volière. En relation avec les coups de bec et leurs conséquences, l'état corporel des poules de cages non époincées est le plus mauvais en fin de ponte, lorsqu'elles ont consommé de l'aliment standard. L'aliment expérimental, enrichi en cellulose, permet d'améliorer l'état corporel des poules non époincées en limitant probablement le picage, les coups de bec agressifs et au final, le cannibalisme.

A la lueur de ces résultats, il semble évident que dans nos conditions, l'absence d'époinçage a eu un effet négatif sur plusieurs critères en cages mais pas en volières. Sur cette expérimentation, la mise à disposition des enrichissements a permis un élevage tout à fait satisfaisant des animaux en volières. Les performances zootechniques ont été très peu différentes entre volières et cages.

Les interventions sur le bec (époinçage et débécage) ainsi que la réduction de l'intensité lumineuse sont actuellement les deux pratiques les plus utilisées en élevages de poules pondeuses pour prévenir le picage, les coups de bec agressifs et leur conséquence ultime, le cannibalisme. Les blessures infligées par le bec altèrent le bien-être des animaux et peuvent être à l'origine de pertes économiques liées aux baisses de performances et à la mortalité. En ce qui concerne l'époinçage, la douleur chronique semble faible si l'intervention est réalisée avant l'âge de 10 jours ; son interdiction ne semble donc pas justifiée. Le picage et l'apparition de

comportements agressifs étant sous influence de facteurs internes (génétique, hormonaux) et de facteurs externes (conduite de l'élevage) leur prévention passe par la sélection d'animaux mieux adaptés aux conditions d'élevage (sans remettre en cause les performances zootechniques) et l'optimisation des techniques de production. Concernant ce dernier aspect les travaux réalisés sur l'enrichissement du milieu, comme le mon-

trent nos résultats, sont très encourageants. En outre dans la perspective de la mise en application de la Directive 1999/74/CE interdisant l'usage des cages conventionnelles pour les poules pondeuses à dater du 1^{er} janvier 2012, des travaux complémentaires sont nécessaires afin de déterminer le nombre optimum de poules par cage aménagée et de préciser l'influence de la teneur de l'aliment en cellulose sur l'état corporel des animaux.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient les personnels du Service d'Expérimentation Avicole et Cunicole de l'AFSSA pour leur collaboration dans la réalisation de cette étude. Ces travaux ont été financés par l'OFIVAL et la région BRETAGNE.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Ambrosen, T., and Petersen, V.E., [1997]. The influence of protein level in diet on cannibalism and quality of plumage of layers. *Poultry Science* 76, 559-563.
- Beward, J. and Gentle, M.J., [1985]. Neuroma formation and abnormal afferent nerve discharge after partial beak amputation (beak trimming) in poultry. *Experientia* 41 : 1132-1134.
- Chapuis, H., Beaumont, C., Faure, J.M., [2000]. Le picage chez les oiseaux domestiques : revue bibliographique. *Sciences et Techniques Avicoles*. 31: 5-14.
- Craig, J. V., and Lee, H.Y., [1990]. Beak trimming and genetic stock effects on behavior and mortality from cannibalism in white leghorn-type pullets. *Applied Animal Behaviour Science* 25: 107-123.
- Craig, J. V. and Muir, W.M., [1996]. Group selection for adaptation to multiple-hen cages: beak-related mortality, feathering, and body weight responses. *Poultry Science* 75: 294-302.
- Fleming, R.H., Whitehead, C.C., Alvey, D., Gregory, N.G., and Wilkins, L.J., [1994]. Bone structure and breaking strength in laying hens housed in different husbandry systems. *British Poultry Science*, 35: 651-662.
- Gentle, M.J., Waddington, D., Hunter, L.N., [1990]. Behavioural evidence for persistent pain following partial beak amputation in chickens. *Applied Animal Behaviour Science* 27: 149-157.
- Gentle, M. J., Hughes, B. O., Fox, A., Waddington, D., [1997]. Behavioural and anatomical consequences of two beak trimming methods in 1- and 10-d-old domestic chicks. *British Poultry Science* 38: 453-463.
- Green, L.E., Lewis, K., Kimpton, A., and Nicol, C.J., [2000]. Cross-sectional study of the prevalence of feather pecking in laying hens in alternative systems and its associations with management and disease. *Vet Rec.* 147(9):233-8.
- Guesdon, V., [2004]. Etude comparative de poules pondeuses époinçées ou non élevées en cages standard ou aménagées : estimation multicritères du bien-être. Université de Rennes 1, Thèse Rennes (FRA), 220 pp
- Gunnarsson, S., Keeling, L.J., and Svedberg, J., [1999]. Effect of rearing factors on the prevalence of floor eggs, cloacal cannibalism and feather pecking in commercial flocks of loose housed laying hens. 45(1) : 9-19. *British Poultry Science* 40: 12-18.
- Hocking, P.M., Zaczek, V., Jones, E.K., Macleod, M.G., [2004]. Different concentrations and sources of dietary fibre may improve the welfare of female broiler breeders. *British Poultry Science* 45 (1):9-19.
- Huber-Eicher, B., and Wechsler, B., [1997]. Feather pecking in domestic chicks : its relation to dustbathing and foraging. *Animal Behaviour* 54: 757-768.
- Huber-Eicher, B., and Wechsler B., [1998]. The effect of quality and availability of foraging materials on feather pecking in laying hen chicks. *Animal Behaviour* 55: 861-873.
- Hughes, B., Duncan, I.J., [1972]. The influence of strain and environmental factors upon feather pecking and cannibalism in fols. *British Poultry Science* 13 (6): 525-47.
- Jones, R. B., McAdie, T.M., McCorquodale, C., Keeling, L.J., [2002]. Pecking at other birds and at string enrichment devices by adult laying hens. *British Poultry Science* 43 (3): 337-343.
- Knowles, T.G., Broom, D.M., [1990]. Limb bone strength and movement in laying hens from different housing systems. *The Veterinary Record*, 126: 354-356.
- Martrenchar, A., [1999]. Bien-être animal et production intensive de dindes de chair. *Sciences et Techniques Avicoles* 27: 27-34.
- Martrenchar, A., Huonnic, D., Cotte, J.P., [2001]. Influence of environmental enrichment on injurious pecking and perching behaviour in young turkeys. *British Poultry Science* 42: 161-170.
- Megret, S., Rudeaux, F., Faure, J.M., Picard, M., [1996]. Rôles du bec chez les volailles. Conséquence du débecquage. *INRA Productions Animales* 9 (2): 113-119.
- Mirabito, L., Michel, V., L'aménagement des bâtiments de dindes: une solution pour enrichir le milieu et réduire les lésions. *Sciences et Techniques Avicoles. Hors série Bien-être*: 22-27.
- Michel, V., and Huonnic, D., A comparison of welfare, health and zootechnical performances of laying hens reared in cages or in aviaries. *Br. Poul. Sci* 2003., 44 (5) : 775-776.
- Michel, V., Postollec, G., Maurice, R., Huonnic, D., Colson, S., [2004]. Elevage expérimental de poules pondeuses en cages conventionnelles et en système alternatif : résultats zootechniques, état sanitaire des animaux et qualité de l'ambiance. *Sciences et Techniques Avicoles*. 49 : 4-15.
- Mills, A.D., and Faure, J., [1990]. Panic and hysteria in domestic fowl: a review. *Social stress in domestic animals*. Z. R. D. R., Kluwer Academic, Dordrecht-Boston-London: 248-272.
- Newman, S., Leeson, S., [1998]. Effect of housing birds in cages or an aviary system on bone characteristics. *Poultry Science*, 77: 1492-1496.
- Norgaard-Nielsen, G., [1990]. Bone strength of laying hens kept in an alternative system, compared with hens in cage and on deep-litter. *British Poultry Science*, 31: 81-89.
- Oden, K., Keeling, L.J., and Algers, B., [2002]. The behaviour of hens in two types of aviary systems on twenty-five commercial farms in Sweden. *Br Poul. Sci.* 43: 169-181.
- Zeltner, E., Klein, T., Huber-Eicher, B., [2000]. Is there social transmission of feather pecking in groups of laying hen chicks. *Animal Behaviour* 60: 211-216.