



Etude de l'incidence de sept types de cages sur l'état sanitaire, les performances zootechniques, la physiologie et le comportement des poules pondeuses

Christine MOINARD et Jean-Paul MORISSE
CNEVA-Ploufragan, B.P. 53, 22440 PLOUFRAGAN

Actuellement, en France 95% des poules pondeuses sont élevées en cage. La finalité de cet élevage, dit intensif, est l'optimisation de la production et des performances. Ces systèmes économiquement viables garantissent un produit bon marché d'une qualité sanitaire excellente (Sauveur, 1991). Le coût peu élevé de ces produits n'a pu être obtenu qu'en respectant un certain nombre d'impératifs économiques très stricts, définis par un raisonnement essentiellement technique qui a considérablement modifié l'environnement des animaux domestiques ; l'univers de ces derniers est devenu restreint, uniforme et pauvre. Pour ces raisons, ces techniques sont de plus en plus vivement contestées par les mouvements protectionnistes parce qu'elles ne permettent pas de répondre à tous les besoins biologiques et notamment comportementaux des animaux (Fox, 1984 ; Nicol, 1987a).

L'actuelle réglementation européenne (Directive 88/166/CEE) impose une surface minimale par poule de 450 cm², et elle est sujette à changement en terme d'augmentation de surface par poule (800 cm²) et/ou de hauteur de cage (50 cm) et de mise en place de perchoirs (15 cm par poule) (Directive du Conseil,

1992). Une augmentation de la hauteur rendrait obsolète tout le matériel existant, impliquant une hausse inévitable des prix de revient et donc des prix à la consommation. Une augmentation de la surface disponible par poule aurait pour conséquence une diminution du volume de production et une augmentation du prix de revient de l'oeuf. Ceci entraînerait la perte de marchés à l'exportation ainsi que, à l'instar de ce qui s'est passé en Suisse, une probable entrée sur le marché français d'oeufs moins chers venant de pays tiers, comme les Etats-Unis, ne devant pas supporter les mêmes surcoûts de production. Les répercussions sociales d'un tel bouleversement de l'équilibre financier de la filière peuvent être très importantes.

Ainsi, au vu de ces enjeux socio-économiques, il est indispensable de donner aux textes communautaires une assise scientifique en terme de caractérisation du bien-être de la poule pondeuse.

Le bien-être d'un animal peut être défini comme satisfaisant, si ce dernier se sent en sécurité (s'adapte avec succès à son environnement), n'éprouve pas de douleur (blessure ou maladie) et ne présente pas de symptôme de frustration (Faure et

Mills, 1995). D'une manière générale, l'évaluation du bien-être demande une analyse pluridisciplinaire du problème (Duncan, 1981), c'est-à-dire la prise en compte de paramètres sanitaires, zootechniques, physiologiques et comportementaux.

Notre étude a donc consisté à utiliser ces quatre paramètres, afin de comparer la cage actuelle à celle décrite dans la Directive du Conseil (1992) ainsi qu'à des solutions intermédiaires. La globalité des résultats est rapportée dans la thèse de Moinard (1998), et seuls les résultats les plus pertinents sont présentés ci-dessous.

I - Matériel et méthodes

1. Matériel

Sept types de cages ont été testés dont les caractéristiques sont résumées dans le tableau 1. Les cotes exactes des différentes cages sont précisées dans Moinard et al (1998). Les perchoirs des cages du lot T7 (2 perchoirs de 40 cm par cage) sont fabriqués en bois et leur forme est rectangulaire avec les bords biseautés (Appleby et al., 1992), ils sont installés dans la largeur

de la cage à 6 cm du plancher et respectivement à 25 et 55,5 cm du déflecteur.

Au total, 224 cages (32 cages par traitement) ont été réparties sur deux batteries de deux étages dans un même bâtiment. Au sein de chaque batterie, la répartition des différentes cages est homogène afin de réduire "l'effet bâtiment" (ventilation, température, concentration en ammoniac...) dû aux densités différentes.

■ 2. Animaux

Ce travail a été réalisé sur deux lots successifs (lot 1 et lot 2) de poules pondeuses provenant du croisement commercial "Isa-brown". La taille des effectifs de départ de chaque lot est de 896 oiseaux. Les poulettes ont été élevées en cage à raison de 55 oiseaux/m² jusqu'à l'âge de 4 semaines, puis 27,5 oiseaux/m² au delà. Les poulettes n'ont pas été débéquées et elles ont été mises en cage de ponte à l'âge de 21 semaines pour le lot 1 et 18 semaines pour le lot 2. La taille du groupe social par cage est de quatre poules.

Pour permettre une reconnaissance individuelle, des bagues plastiques de couleur différentes ont été posées aux deux ailes de chaque poule.

■ 3. Conduite d'élevage

La température ambiante de la salle d'élevage a été maintenue au-dessus de 21°C. Le cycle lumineux était de 14 heures de lumière et de 10 heures d'obscurité (la phase d'éclaircissement commençant à 5 h 00 du matin). L'intensité lumineuse au niveau des portes des cages était de 5 lux pour l'étage du bas et de 7 lux pour l'étage du haut. L'eau, ainsi qu'un aliment standard étaient distribués *ad libitum*.

■ 4. Méthodes

Chaque lot a été étudié pendant

une durée de 11 mois et demi, soit douze périodes de quatre semaines. Pour comparer l'effet des différents traitements sans biais dû à l'effet "taille du groupe social", seules les cages dont l'effectif est resté complet (quatre poules) ont été prises en compte.

4.1. Paramètres sanitaires

4.1.1. Morbidité et mortalité

Pour le lot 1 comme pour le lot 2, les cages ont été inspectées quotidiennement et toute poule trouvée morte a fait l'objet d'une recherche des causes de mortalité par inspection du cadavre et/ou autopsie. Trois causes ont été retenues : 1) blessures dues au système utilisé (tête coincée dans les séparateurs de mangeoires, blessures dues aux bagues etc.), 2) cannibalisme en précisant la région du corps touchée (cloaque ou autre), 3) autres causes (ponte intra-abdominale, hémorragie interne, cause inconnue).

4.1.2. Etat de la carcasse après abattage

Après abattage, une inspection individuelle de chaque carcasse (entre 64 et 88 poules par traitement) a permis de comparer le nombre d'ailes cassées (fractures de l'humérus ou de l'os coracoïde) et/ou luxées (avec ou sans hématomes).

4.2. Paramètres zootechniques

Pour le lot 1 comme pour le lot 2, seules les cages contenant quatre poules ont été prises en compte.

4.2.1. Pourcentage de ponte

Le pourcentage de ponte représente le nombre total d'oeufs pondus, quelle qu'en soit la qualité (cassé ou non, mou ou non, etc), divisé par le nombre de poules présentes.

Dans le cadre de cette étude, les oeufs sont ramassés du lundi au

vendredi, mais seules les pontes de quatre jours (du mardi au vendredi) servent pour le calcul du pourcentage ; il est difficile le lundi de dénombrer exactement les oeufs, car le fait de laisser dans le collecteur au cours du week-end, entraîne une casse relativement importante.

4.2.2. Poids de l'oeuf

Pour chaque lot, douze pesées par cage, sur quatre jours consécutifs (mardi au vendredi), ont permis de suivre l'évolution du poids des oeufs au cours de la ponte. Elles sont effectuées en semaine 1 ou 2 de chaque période.

4.2.3. Consommation alimentaire

Pour chaque lot, douze mesures (une par période) de la quantité d'aliment consommée par cage et par semaine, ont permis de suivre l'évolution de la consommation des poules au cours de la ponte.

4.2.4. Pourcentage d'oeufs fêlés et cassés

Pour chaque lot, le nombre d'oeufs fêlés a été évalué à cinq reprises, réparties de façon homogène sur la totalité de la période de ponte, par mirage (recherche de micro-fêlures) pendant quatre jours consécutifs (mardi à vendredi). Au nombre de micro-fêlures observées, il faut ajouter le nombre d'oeufs cassés comptabilisés lors du ramassage dans le bâtiment.

4.3. Paramètres physiologiques : caractéristiques physiques et résistance à la rupture de l'os

Les tibias droits (Lots 1 et 2) et les humérus droits (Lot 2) ont été prélevés à l'abattoir sur des poules préalablement marquées et choisies de façon aléatoire, à raison d'une poule par cage. Dans les deux cas, les os ont été congelés dans les 24 heures sui-

vant la mort et les différentes mesures ont été effectuées sur deux jours avec un temps de décongélation maximum de 42 heures. La taille des échantillons varie entre 16 et 22 os par traitement. La solidité a été évaluée en mesurant la résistance à la rupture lors d'un test de flexion à "trois points" réalisé sur un appareil Ericksen (AP 4000) (Leterrier, 1992).

4.4. Paramètres comportementaux

Les comportements suivants ont été observés : les **comportements de confort**, divisés en "confort ailes" (battement et étirement d'ailes) et "toilette auto-centrée", les **comportements anormaux**, divisés en comportements préjudiciables ou "picage de plume", comportements stéréotypés ou "marche stéréotypée" et "picage de cage" et comportement à vide ou "bain de poussière". Les **déplacements**, les **dérangements**, le **repos nocturne**, la prise d'aliment ("**mange**") et d'eau ("**boit**") et l'observation de l'environnement ("**observe**") sont aussi pris en compte. De nuit, le seul comportement noté est le "**repos**" en considérant que toute poule inactive, debout ou couchée, se reposait et ceci, quel que soit l'état d'éveil (Duncan et Wood-Gush, 1971 ; Duncan, 1980 ; Vestergaard, 1982 ; Wiepkema et al., 1983 ; Blokhuis, 1984 ; Nicol, 1986 ; Webster et Hurnik, 1990 ; Lawrence et Rushen, 1993). De plus, nous avons noté la position de la poule dans la cage en divisant cette dernière en deux zones distinctes : une partie commune à tous les prototypes, dénommée la "zone F" et une partie appelée "autre". La "zone F" est dite occupée quand la poule a la tête à l'extérieur de la cage au-dessus ou dans la mangeoire. La zone "autre" est de taille variable selon les traitements et correspond à l'intérieur de la cage. Dans le cas du traitement 7, nous avons estimé l'utilisation des perchoirs en comptant le

nombre de poules perchées. Pour finir, la posture de la poule (**couchée** vs. **debout**) est notée systématiquement.

Pour les différentes séances d'observation, qu'elles soient directes (présence dans le bâtiment) ou indirectes (utilisation d'un système vidéo), nous avons utilisé les techniques de "scan sampling" et de "focal animal sampling" (Altmann, 1974 ; Martin et Bateson, 1986 ; Lehner, 1992). Le "scan sampling" consiste à relever le plus rapidement possible (instantanément) les comportements, postures et positions décrites ci-dessus (mesures des fréquences). Le "focal sampling" est l'observation d'un individu donné pendant une période de temps donnée ; les mêmes paramètres que pour le "scan sampling" sont pris en compte, avec cette fois-ci la possibilité de mesurer des durées et des fréquences. Au total, 17 séances d'observation, variant entre une et 4 semaines, ont été effectuées, ce qui représente l'observation d'environ 6000 poules.

4.5. Analyses statistiques

Les données, dont la distribution est normale (éventuellement après transformation logarithmique) ont été analysées par des tests statistiques paramétriques (ANOVA, Systat, 5.05 pour Windows, 1990-94 by SPSS Inc.). Des tests non-paramétriques ont été utilisés pour les autres variables (Kruskal-wallis, Mann-whitney, Chi-2, méthode de Bennet, 1968). Quelle que soit l'analyse effectuée, la probabilité de 0,05 a été retenue comme seuil de signification statistique. Pour chaque paramètre étudié, les effets suivants ont été recherchés : effet global en comparant les sept traitements ensemble, un effet hauteur et/ou surface en comparant les traitements 1 à 6 et un effet perchoir en comparant les traitements 6 et 7.

II. Résultats

1. Paramètres sanitaires

1.1. Morbidité et mortalité

Les mêmes tendances étant observées pour les lots 1 et 2, nous avons regroupé les valeurs pour effectuer les tests de Chi-2. Les résultats sont présentés dans le tableau 2.

Pour l'analyse statistique, nous avons exclu les poules mortes par accident dans la mesure où cette cause de mortalité est inhérente à la fabrication du matériel et non à un effet-traitement.

Une analyse globale des causes "cannibalisme" (cause 2) et "autre" (cause 3) montre l'existence d'un effet traitement ($X^2=21,1$, $df=6$, $p=0,002$). Pour mieux comprendre le phénomène, nous avons analysé les causes séparément. Il n'existe aucun effet traitement pour la cause "autre" (cause 3) ; les proportions de poules trouvées mortes par maladie ou ponte intra-abdominale sont identiques. Par contre, il est observé davantage de mortalité par cannibalisme "autre" que "cloacal" dans les cages hautes ($X^2=8,3$, $df=1$, $p=0,004$; 60 cm vs. 40 cm, 5 % vs. 2 %) et une analyse du cannibalisme cloacal montre l'existence d'un effet traitement ($X^2=16,7$, $df=6$, $p=0,01$). Cette différence s'explique par le pourcentage significativement plus élevé ($X^2=5,8$, $df=1$, $p=0,016$; 6 %) dans le traitement avec perchoirs de poules trouvées mortes suite à du cannibalisme cloacal.

1.2. Etat de la carcasse après abattage

Pour chaque lot et traitement, les pourcentages de poules présentant une ou deux ailes cassées sont présentés dans la figure 1a et b.

Pour le lot 1, il existe un effet-hauteur (Figure 1a) (40 vs. 60 cm ; 36 vs. 23 %) et un effet-perchoir (T6 vs. T7, 22 % vs. 8 %). Pour le lot 2, on observe simple-

ment pour l'effet-hauteur une tendance ($p=0,065$) allant dans le même sens que pour le lot 1.

■ 2. Paramètres zootecniques

2.1. Pourcentage de ponte

Les pourcentages de ponte des lots 1 et 2, analysés séparément, sont présentés dans les tableaux 3 et 4. Pour l'étude de la période de ponte, nous avons éliminé la période I, correspondant à l'entrée en phase de ponte, puis nous avons divisé les périodes restantes en trois phases : la phase 1 comprend les périodes II et III (pic de ponte), la phase 2 (périodes IV à VII) et la phase 3 (périodes VIII à XII) divisent en deux le reste de la période de ponte. En fin de période d'élevage, il reste pour le lot 1 entre 20 et 29 cages complètes par traitement et pour le lot 2 entre 23 et 26 cages.

Sur le plan statistique, des différences apparaissent, pour les deux lots, seulement en phase 3. Pour le lot 1, il existe un effet surface ($H=7,1$, $df=2$, $p=0,029$) traduisant une baisse de pourcentage de ponte avec l'augmentation de la surface par poule, et il existe un effet perchoir ($U=302$, $df=1$, $p=0,006$) ; le pourcentage de ponte est plus faible dans les cages à perchoirs. Pour le lot 2, seule une interaction hauteur x surface ($F=6,4$; $df=2$; $p=0,02$) a été observée et l'effet perchoir n'existe plus. Au vu de ces résultats, il semble difficile de conclure pour un quelconque effet lié au traitement.

2.2. Poids de l'oeuf

L'évolution du poids de l'oeuf en fonction des traitements est présentée dans le tableau 3 (lot 1) et dans le tableau 4 (lot 2). Les résultats des différentes analyses statistiques effectuées pour chacune des trois phases montrent qu'il existe pour les trois phases du lot 1 une interaction hauteur x surface (phase 1 : $F=6,6$; $p=0,001$ - phase 2 : $F=11,7$; $p<0,001$ - phase 3 : $F=3,9$; $p=0,019$), et pour le lot 2, il

existe seulement en phase 3 un effet hauteur ($X^2=12,5$; $p<0,001$) avec des oeufs plus légers dans les cages hautes et un effet perchoir ($U=293$; $p=0,012$) avec des oeufs plus légers dans les cages à perchoirs.

Les différences ne sont pas reproductibles d'un lot sur l'autre, et il semble difficile de conclure sur un quelconque effet lié au traitement.

2.3. Consommation alimentaire

L'évolution de la consommation alimentaire en fonction des traitements est présentée dans les tableaux 3 et 4. D'un lot sur l'autre, les différences observées évoluent dans le même sens. Il est donc possible de conclure qu'il existe un effet-hauteur (lot 1, phase 1, $p<0,001$, phase 2, $p<0,001$, phase 3, $p=0,001$; lot 2, phase 2, $p=0,017$, phase 3, $p=0,019$) qui se caractérise par une prise alimentaire plus importante (d'environ 2,5 g pour le lot 1 et d'environ 1g pour le lot 2) dans les cages de 60 cm de haut. Par ailleurs, il est observé une baisse de la consommation alimentaire dans les cages à perchoir.

2.4. Pourcentage d'oeufs fêlés et cassés

Pour le lot 1, l'évolution du pourcentage d'oeufs cassés au cours de la période de ponte, et pour les sept traitements, est présentée dans la figure 2a. Sur le plan statistique, l'effet principal observé est un effet-perchoir ($0,004<p<0,001$). Les oeufs de poules logées dans les cages à perchoir sont plus souvent récupérés cassés. Cette différence disparaît en fin de période de ponte.

Pour le lot 2, l'évolution du pourcentage d'oeufs cassés au cours de la période de ponte, et pour les sept traitements, est présentée dans la figure 2b. Pour les quatre premières mesures, il existe un effet-surface significatif ($0,011<p<0,001$) avec une augmentation du nombre d'oeufs

cassés corrélée à l'augmentation de la surface de la cage. Cette différence n'existe plus en fin de période de ponte. En ce qui concerne l'effet-perchoir, il est significatif ($p<0,001$) tout au long de la période de ponte : les oeufs des cages à perchoirs sont plus souvent retrouvés cassés.

■ 3. Paramètres physiologiques : caractéristiques physiques et résistance à la rupture de l'os

Les valeurs des "forces à la rupture" des tibias et des humérus (tableau 5) ont été analysées sans regrouper les valeurs des lots 1 et 2.

Pour le lot 1, les analyses ne font pas apparaître de différence significative. Pour le lot 2, il existe un effet-traitement global pour la force à la rupture des humérus corrigée par le poids vif des oiseaux avant abattage. Une analyse de variance (sans le traitement 7) à deux facteurs (hauteur, surface et effet croisé) fait apparaître un effet-hauteur. Les poules logées dans les cages hautes présentent des humérus plus résistants. La présence des perchoirs n'affecte pas significativement cette résistance, bien que ce traitement présente la moyenne la plus élevée ($126,2\pm 85,2$ N/kg).

Au niveau de la patte, on observe une diminution significative à la résistance à la rupture des tibias des oiseaux logés dans les cages munies de perchoirs (T7), par rapport aux cages de grands volumes (T6) et aux cages standard (T1).

■ 4. Paramètres comportementaux

D'une manière générale, la répartition des comportements observés au cours de cette étude est présentée dans la figure 3, et ceci tous traitements confondus. Le comportement le plus fréquent est "observé" (50 % du temps). Mais seuls deux comportements diffèrent significative-

ment en fonction des traitements : les "confort aile" et les déplacements. En effet, la fréquence des "confort aile" augmente avec la hauteur de la cage (40 vs. 60 cm, $0,08 \pm 0,01$ vs. $0,28 \pm 0,02$ comportement/poule/heure, $p < 0,001$). En ce qui concerne les déplacements, plus la surface disponible par poule augmente, plus leur fréquence est élevée (450 vs. 600 vs. 800 cm²/poule, 1,6 vs. 4,4 vs. 5,4 % comportement/poule/mn, $p < 0,001$).

Cette augmentation des déplacements se traduit aussi par un nombre décroissant d'oiseaux ayant la tête à l'extérieur de la cage (figure 4, $p < 0,05$).

Finalement, les perchoirs sont utilisés 50 % du temps, avec des pourcentages atteignant 32 % pendant la phase diurne et 94 % pendant la phase nocturne.

III. Discussion

Dans notre étude, la mortalité globale est de 0,6 %/mois (ou 7,2 % sur l'année, Moinard et Morisse, 1997b) : cette valeur se situe autour de la moyenne observée sur le terrain (5 %, Koehl et Guin, 1996). Notre protocole expérimental n'a donc pas entraîné de modification importante de ce paramètre. Par contre, il ressort de cette étude que la mortalité varie significativement en fonction des différents traitements. L'augmentation de 20 cm de la hauteur de la cage augmente de 3 % le taux de mortalité et il augmente de 4 % dans les cages à perchoirs, avec pour cause principale le cannibalisme cloacal. L'intensité lumineuse peut être une première explication à ces variations ; il a été montré que les épisodes de cannibalisme sont corrélés à des intensités lumineuses élevées (Savory, 1995) ; la réaction des éleveurs étant de baisser l'intensité lumineuse des bâtiments d'élevage pour enrayer le phénomène. Dans notre étude, la totalité des cages est installée dans le même bâtiment et l'in-

tensité lumineuse au niveau de la porte est de 5 lux pour l'étage du bas et 7 lux pour l'étage du haut. Cependant, une augmentation en hauteur de 20 cm implique, pour une même surface de cage, une intensité lumineuse plus importante en fond de cage ; qui passe de 0,5 lux pour les cages de 40 cm à 2,5 lux pour les cages de 60 cm. De ce fait, les poules des traitements 4 à 7 peuvent mieux se voir et repérer plus facilement des parties de peau nue présentant soit des blessures (par griffage par exemple), soit des gouttelettes de sang après arrachage d'une plume par une congénère. Les résultats comportementaux (augmentation des déplacements) nous permettent d'émettre une autre hypothèse présentée par Keeling et Jensen (1995). Ces auteurs ont montré que les oiseaux "cannibales" avaient tendance à être plus actifs. Quant à la fréquence du cannibalisme cloacal dans les cages à perchoir, elle pourrait s'expliquer par un nombre élevé d'oiseaux pondant à partir des perchoirs (comme cela a été montré par Duncan et *al.*, 1992) associé à une meilleure visibilité. Lors de la ponte il y a éversion du cloaque, mettant à nu des régions internes très vascularisées. La posture surélevée, sur les perchoirs, place les oiseaux en position privilégiée pour un picage cloacal, contrairement aux travaux de Glatz et Barnett (1996) qui observent une baisse de la mortalité du fait d'une incidence plus faible du cannibalisme dans des cages à perchoir et d'une hauteur de 40 cm. Ce résultat, bien que contraire au nôtre, tend à montrer que la lumière serait responsable de l'augmentation du cannibalisme, le perchoir n'ayant qu'un effet secondaire en permettant l'accès au cloaque, région vulnérable.

Un des reproches fréquemment fait au système en batterie est le nombre élevé de fractures et de luxations observé sur les carcasses après abattage. Les fractures traduisent soit une fragilité osseuse, soit un défaut dans la

manipulation des oiseaux, et c'est un réel problème de bien-être lorsqu'elles apparaissent au cours de la période d'élevage. C'est aussi un problème de bien-être si les fractures se produisent au moment du dépeuplement lors du départ à l'abattoir. Gregory et Wilkins (1989) ont montré que, dans leurs conditions expérimentales, 24 % des poules se cassent les ailes au moment du dépeuplement. Par contre, si les fractures ont lieu au moment de l'électronarcose et les luxations lors du passage dans la plumeuse, le problème n'est alors qu'économique car il entraîne un déclassement plus important. Lors de la manipulation des carcasses, il n'est pas facile de déterminer l'origine des fractures, et nos résultats intègrent les fractures faites du vivant de l'animal et les fractures post-mortem. Il ressort de notre étude, que les poules logées dans les cages de 60 cm de haut présentent un nombre d'ailes cassées inférieur de 10 % à celui obtenu pour les poules logées dans les cages de 40 cm. Sur ce seul résultat, l'explication peut être la suivante : les portes des cages étant plus grandes, les oiseaux sont plus faciles à sortir (l'usage étant d'attraper les oiseaux par les pattes ce qui n'empêche pas l'animal de battre des ailes et de les cogner contre les parois de la cage). Mais les résultats de solidité osseuse montrent que les humérus des poules logées dans les cages hautes résistent significativement mieux au test de résistance de la rupture (différence de 11 %). Il semble donc qu'une explication physiologique soit plus probable tout en n'excluant pas la première hypothèse d'un enlèvement plus facile des oiseaux. Donc, l'augmentation de la hauteur permettrait aux volatiles, pendant la période de ponte, d'effectuer des mouvements des ailes plus amples et plus fréquents comme cela est prouvé par nos observations comportementales. Le fonctionnement musculaire et l'amélioration de la vascularisation qui en

résultent, entraînent une plus grande solidité des humérus. L'augmentation observée dans les cages à perchoir peut s'expliquer par une fréquence de battements d'aile plus élevée, liée au fait de monter et descendre des perchoirs et au fait de maintenir l'équilibre lors de bousculades. Norgaard- Nielsen (1990) et Fleming et al. (1994) soulignent l'importance pour une poule de se mouvoir dans un système à trois dimensions. Pour Tauson et Abrahamson (1994), les perchoirs entraînent une différence significative de la solidité des humérus, alors que Hughes et Wilson (1993) n'observent, comme dans notre étude, qu'une tendance.

La diminution significative de la résistance des tibias dans les cages munies de perchoirs n'est pas conforme aux résultats d'autres auteurs qui dans des cages munies d'un seul perchoir, soit ne trouvent pas de différence (Hughes et Wilson, 1993), soit mettent en évidence une augmentation de la résistance des tibias (Hughes et Appleby, 1989 ; Abrahamsson et Tauson 1994). Ces résultats divergents peuvent peut-être s'expliquer par le fait que dans notre étude, chaque cage disposait de deux perches, une dans le fond et une en façade, ce qui peut avoir réduit les possibilités de déplacement. Néanmoins si, comme d'autres auteurs (Knowles et Broom, 1990) nous divisons la résistance à la rupture par le poids de l'animal, la différence entre T6 et T7 devient non significative.

Les performances zootechniques, lorsqu'elles sont mauvaises, peuvent provenir d'un problème de bien-être. Globalement, les performances de nos deux lots de pondeuses sont identiques à celles décrites dans le plan-type du sélectionneur. Ce critère ne peut donc pas servir pour une évaluation d'une quelconque amélioration du bien-être. Les différences intertraitements observées ont simplement un impact économique. Seuls deux paramètres, le pour-

centage d'oeufs cassés et la consommation alimentaire, évoluent différemment en fonction des traitements.

Les oeufs cassés ou fêlés sont significativement plus souvent retrouvés dans les cages de grande surface et la présence de perchoir amplifie cette différence (Moinard et Morisse, 1997a). Il semble évident que si la surface de la cage augmente, dans le sens de la profondeur, comme c'est le cas dans notre étude, les oeufs pondus dans le fond de la cage mettront plus de temps à arriver dans le collecteur, la probabilité pour qu'une poule les casse est donc plus importante. En outre, plus la cage est grande, plus les poules peuvent bouger et imprimer au plancher des vibrations qui vont se répercuter sur les oeufs présents dans le collecteur ; les oeufs en contact les uns avec les autres risquent de se casser plus facilement. Le pourcentage très élevé d'oeufs cassés dans les cages à perchoir, peut s'expliquer par le fait que les poules pondent, pour certaines, à partir des perchoirs (Duncan et al., 1992). Dans tous les cas, un effet supplémentaire s'ajoute pour expliquer ces valeurs élevées observées dans tous les traitements (surtout pour le lot 1) ; si un oeuf est cassé dans la cage, les poules le mangent et vont par la suite délibérément piquer les oeufs. Une dernière explication, que nous avons rejetée au vu des résultats, aurait pu être une modification de la qualité des coquilles (une coquille plus fragile) en fonction du logement.

Glatz et Barnett (1996) observent une augmentation des oeufs cassés de 53,8 %, dans les cages à perchoir, contre une augmentation de 81 % dans notre étude. Par contre, Appleby et al. (1992) observent, dans les mêmes conditions, une augmentation de seulement 1 %. Cette grande différence peut éventuellement s'expliquer par le fait que les auteurs précédents n'ont pas miré les oeufs ; leur valeur est donc sous évaluée. De plus,

le nombre d'oeufs cassés peut dépendre largement de la qualité du sol (pente et taille des mailles).

Quant aux consommations alimentaires, elles sont significativement plus importantes dans les cages hautes ; ces résultats corroborent ceux de Tauson (1984b), Anderson et Adams, (1988), Duncan et al. (1992), d'Ekstrand et Keeling (1994, dans Barnett et Newman, 1997). Un effet-perchoir significatif, dans le sens d'une baisse, est aussi constaté ; Glatz et Barnett (1996) observent une baisse de 5,3 % de la consommation alimentaire dans les cages à perchoirs contre une baisse de 2 % dans notre étude. L'augmentation de la consommation alimentaire dans les cages hautes peut s'expliquer de deux façons. Soit l'augmentation du volume de la cage entraîne des pertes de chaleur corporelle plus importantes compensées par une prise alimentaire plus grande, soit les poules sont plus actives et ont donc besoin d'un apport énergétique plus important. La deuxième explication semble la plus plausible, dans la mesure où une baisse de la prise alimentaire est observée dans les cages à perchoir (de grand volume elles aussi). En effet, Ekstrand et Keeling (1994, dans Barnett et Newman, 1997) ont observé que les oiseaux ayant accès à des perchoirs se déplacent moins ; ce fait pourrait représenter une amélioration du bien-être se traduisant par des fréquences de dérangement moins importantes.

D'une manière générale, l'enrichissement comportemental en fonction de l'augmentation de la taille de la cage est très faible. Le comportement dominant, quel que soit le traitement, est "observe" (50 % du temps), et il s'exprime lors d'interruptions fréquentes de comportements tels que "mange", "boit", "se toilette". Deux explications peuvent être avancées : premièrement, les séquences de surveillance de l'environnement sont inscrites dans le patrimoine

génétique de la poule confrontée en milieu naturel à des prédateurs, et ce comportement n'aurait pas été réduit par la sélection génétique. Deuxièmement, l'élevage intensif serait responsable d'un appauvrissement du répertoire comportemental en procurant à la poule de la nourriture *ad libitum*, un abri et en éliminant des comportements tels que la reproduction ou la fabrication du nid... (Dantzer, 1983). Cette deuxième hypothèse implique que la poule compense l'absence de certains comportements par cette posture debout immobile à observer son environnement. Keeling (1994) a fait varier la surface de parquets d'élevage contenant trois poules ; le comportement "observe" occupe 38 % du temps lorsque la surface par poule est de 600 cm² et ce pourcentage diminue significativement (valeur égale à 20 %) pour des surfaces supérieures à 1200 cm². En fait, ces deux hypothèses ne sont pas mutuellement exclusives, le comportement de surveillance est toujours présent dans le patrimoine génétique de la poule, et ceci malgré la sélection génétique, et les conditions d'élevage intensif, peu stimulantes, induisent une prédominance de ce comportement.

L'expression du comportement de "confort aile" est très faible dans tous les types de cages (inférieur à 1 pour quatre poules et par heure), avec une fréquence significativement plus élevée dans les cages de 60 cm de haut. Nicol (1987b) observe aussi des fréquences faibles, et estime que la motivation pour ces comportements est importante car leurs fréquences augmentent après de longues périodes de restriction spatiale.

Les déplacements représentent, tous traitements confondus, environ 5 % des activités, avec des valeurs significativement plus importantes pour les cages de 600 et 800 cm². Cette augmentation est fonction de l'accroissement de la taille de la cage, et traduit une utilisation par la

poule de l'espace supplémentaire alloué. Notre protocole expérimental pourrait, à lui seul, expliquer ces variations ; pour rappel, les pipettes d'eau sont situées en fond de cage, à l'opposé des mangeoires, et boire est un besoin physiologique vital. Ainsi, le fait de doubler en profondeur la taille de la cage et donc la distance à parcourir pour boire, pourrait expliquer cette augmentation des déplacements. Une autre possibilité serait liée à l'existence de distance interindividuelle minimale pour l'expression de ce comportement (Keeling, 1994). En effet, la fréquence des déplacements passe de 8 % à 2 % lorsque la surface passe de 5630 cm² à 1200 cm².

En plus des fréquences, des durées et de la périodicité de ces comportements, nous avons cherché à voir si les poules utilisent l'espace supplémentaire et les perchoirs. La fréquence des déplacements, discutée ci-dessus, permet de conclure qu'a priori elles les utilisent mais que cela pourrait n'être qu'un artefact dû à la forme de nos cages. Pour mieux comprendre le phénomène, nous avons à chaque fois noté la position de la poule dans la cage (la tête sortie ou la tête à l'intérieur de la cage) pour chacun des comportements. De ces observations, il est possible de conclure que les poules utilisent effectivement l'espace supplémentaire car les proportions d'oiseaux ayant la tête sortie hors de la cage diminuent significativement avec la surface disponible ; dans les cages de petites surfaces, les oiseaux passent plus de 50 % du temps la tête sortie de la cage. L'augmentation de la surface permet une meilleure répartition des oiseaux ; ils sont un peu moins "entassés" au niveau de la porte. Pour ce qui est des perchoirs, les poules les utilisent, en moyenne, plus de 50 % de leur temps. Nos valeurs concordent avec les résultats d'autres travaux (Appleby et al., 1992 ; Appleby et Hughes, 1995).

En conclusion, ces résultats montrent concrètement que l'agrandissement des cages augmentent

la mortalité par cannibalisme et le pourcentage d'oeufs cassés, diminue le nombre de fractures d'ailes, et a peu d'effet sur le comportement. En effet, sur le plan comportemental, les augmentations étudiées sont trop faibles pour entraîner de grands changements. Les solutions alternatives jusqu'alors envisagées (cage modifiée d'Edimburg, comprenant des nids et des boîtes à poussière, ou les élevages au sol) présentent des inconvénients qui sont soit économique (coût des installations) soit sanitaire (cannibalisme important imposant le débécage).

En terme de bien-être, il n'existe pas pour l'instant de solution de remplacement à l'élevage intensif, comme cela est souligné dans le rapport du Comité Scientifique Vétérinaire de l'Union Européenne (adopté le 30 octobre 1996). Chaque système présente des avantages et des inconvénients sur le plan du bien-être et la raison voudrait qu'aucune réglementation nouvelle ne soit élaborée au niveau européen sur des bases autres que scientifiques dûment vérifiées.

Références bibliographiques

- ABRAHAMSSON, P., TAUSON, R. (1993). Effect of perches at different positions in conventional cages for laying hens of two different strains. *Acta Agriculturae Scandinavica, Sect. A, Animal Science*, 43 : 228-235.
- ALTMANN, J. (1974). Observational study of behavior sampling methods. *Behaviour*, 49 : 227-267.
- ANDERSON, K.E., ADAMS, A.W. (1988). Research note: effects of feed trough partitions on productivity and behavior of layers. *Poultry Science*, 67 : 1348-1351.
- APPLEBY, M.C., HUGHES, B.O. (1995). The Edinburgh modified cage for laying hens. *British Poultry Science*, 36 : 707-718.
- APPLEBY, M.C., SMITH, S.F., HUGHES, B.O. (1992). Individual perching behaviour of laying hens and its effects in cages. *British Poultry Science*, 33 : 227-238.
- BARNETT, J.L., NEWMAN, E.A. (1997). Review of welfare research in the laying hen and the research and management implications for the Australian egg industry. *Australian Journal of Agriculture and Research*, 48 : 385-402.
- BENNET, B.M. (1968). Rank order tests of linear hypotheses. *Journal of the Royal Statistics Society Serie B*, 30 : 483-489.
- BLOKHUIS, H.J. (1984). Rest in poultry. *Applied Animal Behaviour Science*, 12 : 289-303.
- DANTZER, R. (1983). Protection animale en élevage intensif. *Journées de la Recherche Porcine en France*, 15 : 25-36.
- DIRECTIVE DU CONSEIL (1992). Avant-projet établissant des normes minimales pour la protection des poules pondeuses dans les systèmes d'élevage intensif. *Commission de Communautés Européennes, VI/2327/92-Fr*, 11 pp.
- DUNCAN, E.T., APPLEBY, M.C., HUGHES, B.O. (1992). Effect of perches in laying cages on welfare and production of hens. *British Poultry Science*, 33 : 25-35.
- DUNCAN, I.J.H. (1980). The ethogram of the domestic hen. In: *The Laying Hen and its Environment*, Ed. R. Moss, Martinus-Nijhoff Publishers, Dordrecht, 5-16.
- DUNCAN, I.J.H. (1981). Animal rights - Animal welfare: A scientist assessment. *Poultry Science*, 60 : 489-499.
- DUNCAN, I.J.H., WOOD-GUSH, D.G.M. (1971). Frustration and aggression in the domestic fowl. *Animal Behaviour*, 19 : 500-504.
- FAURE, J.M., MILLS, A. (1995). Bien être et comportement chez les oiseaux domestiques. *INRA Production Animale*, 8 : 57-67.
- FLEMING, R.H., WHITEHEAD, C.C., ALVEY, D., GREGORY, N.G., WILKINS, L.J. (1994). Bone structure and breaking strength in laying hens housed in different husbandry systems. *British Poultry Science*, 35 : 651-662.
- FOX, M.W. (1984). *Farm Animals - Husbandry, Behavior and Veterinary Practice*. University Park Press, Baltimore, 285 pp.
- GLATZ, P.C., BARNETT, J.L. (1996). Effect of perches and solid sides on production, plumage and foot condition of laying hen housed in conventional cages in a naturally ventilated shed. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 36 : 269-275.
- GREGORY, N.G., WILKINS, L.J. (1989). Broken bones in domestic fowl: handling and processing damage in end-of-lay battery hens. *British Poultry Science*, 30 : 555-562.
- HUGUES, B.O., APPLEBY, M.C. (1989). Increase in bone strength of spent laying hens housed in modified cages with perches. *The Veterinary Record*, 124 : 483-484.
- HUGHES, B.O., WILSON, S. (1993). Comparison of bone volume and strength as measures of skeletal integrity in caged laying hens with access to perches. *Research in Veterinary Science*, 54 : 202-206.
- KEELING, L.J. (1994). Inter-bird distances and behavioural priorities in laying hens: the effect of spatial restriction. *Applied Animal Behaviour Science*, 39 : 131-140.
- KEELING, L.J., JENSEN, P. (1995). Do feather pecking and cannibalistic hens have different personalities? abstract, *Applied Animal Behaviour Science*, 44 : 265.
- KNOWLES, T.G., BROOM, D.M. (1990). Limb bone strength and movement in laying hens from different housing systems. *Veterinary Record*, 126 : 354-356.
- KOEHL, P.F., GUIN, G. (1996). Performances techniques en élevages de poulettes démarrées. *Journée Nationale Poule Pondeuse*, 5 dec., Ploufragan.
- LAWRENCE, A.B., RUSHEN, J. (1993). *Stereotypic Animal Behaviour: Fundamentals and Applications to Welfare*. CAB International, Oxon, 212 pp.
- LEHNER, P.N. (1992). Sampling methods in behavior research. *Poultry Science*, 71 : 643-649.
- LETERRIER, C. (1992). Etude des déformations osseuses du membre inférieur du poulet lors du syndrome pattes tordues. Thèse, Université Claude Bernard, Lyon.
- MARTIN, P., BATESON, P. (1986). *Measuring Behaviour: an Introductory Guide*. Cambridge University Press, Cambridge, 199 pp.
- MOINARD, C., MORISSE, J.P. (1997a). Etude de l'incidence de différents types de cages sur le comportement et les performances zootechniques de la poule pondeuse. *Deuxièmes Journées de la Recherche Avicole*, 8-10 avril, Tours, 225-228.
- MOINARD, C., MORISSE, J.P. (1997b). Influence of different cage size on hen's use of space, bone strength and cannibalism. 5th European Symposium on Poultry Welfare, 7-10 June, Wageningen, 111-112.
- MOINARD, C. (1998). Incidence de différents types de cage sur le bien-être de la poule pondeuse. Thèse Université Rennes I.
- MOINARD, C., MORISSE, J.P., FAURE, J.M. (1998). Effect of cage area, cage height and perches on feather condition, bone breakage and mortality of laying hens. *British Poultry Science*, 39 : 198-202.
- NICOL, C.J. (1986). A study of the behavioural needs of battery housed hens, PhD, University of Oxford, Trinity, 397 pp.
- NICOL, C.J. (1987a). Effect of cage height and area on the behaviour of hens housed in battery cages. *British Poultry Science*, 28 : 327-335.
- NICOL, C.J. (1987b). Behavioural responses of laying hens following a period of spatial restriction. *Animal Behaviour*, 35 : 1709-1719.
- NORGAARD-NIELSEN, G. (1990). Bone strength of laying hens kept in an alternative system, compared with hens in cages and on deep-litter. *British Poultry Science*, 31 : 81-89.
- SAUVEUR, B. (1991). Mode d'élevage des poules et qualité de l'oeuf de consommation. *I.N.R.A. Production Animale*, 4 : 123-130.
- SAVORY, C.J. (1995). Feather pecking and cannibalism. *World's Poultry Science Journal*, 51 : 215-219.
- SYSTAT for WINDOWS (1992). Version 5, Evanston, IL, 636 pp.
- TAUSON, R. (1984). Effects of a perch in conventional cages for laying hens. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A, Animal Science*, 34 : 193-209.
- TAUSON, R., ABRAHAMSSON, P. (1994). Foot and skeletal disorders in laying hens. *Acta Agriculturae Scandinavica, section A, Animal Science*, 44 : 110-119.
- VESTERGAARD, K. (1982). Dust bathing in the domestic fowl, diurnal rhythm and dust deprivation. *Applied Animal Ethology*, 8 : 487-495.
- WEBSTER, A.B., HURNICK, J.F. (1990). An ethogram of white leghorn-type hens in battery cages. *Canadian Journal of Animal Science*, 70 : 751-760.
- WIEPKEMA, P.R., BROOM, D.M., DUNCAN, I.J.H., VAN PUTTEN, G. (1983). Abnormal behaviours in farm animals. A report of the commission of the European communities, C.E.C. report, 16 pp.

Tableau 1 : Dimensions des différents types de cages utilisées (appelés aussi traitement)

| Traitements | Hauteur (cm) | Surface/poule (cm ²) | Largeur x longueur (cm) | Perchoirs |
|-------------|--------------|----------------------------------|-------------------------|-----------------|
| T1 | 40 | 450 | 40 x 49 | - |
| T2 | 40 | 600 | 40 x 64 | - |
| T3 | 40 | 800 | 40 x 84 | - |
| T4 | 60 | 450 | 40 x 49 | - |
| T5 | 60 | 600 | 40 x 64 | - |
| T6 | 60 | 800 | 40 x 84 | - |
| T7 | 60 | 800 | 40 x 84 | 20 cm par poule |

Tableau 2 : Résultats de la mortalité totale observée pour les lots 1 et 2 en fonction des causes 1 (accident), 2 (cannibalisme cloacal, et autre) et 3 (autres causes).

| Cage | | Poules mortes | | Accident | Cannibalisme (nb) | | | Autre (nb) |
|------|-------------|---------------|------|----------|-------------------|-------|-------|------------|
| Surf | Haut | nb | % | nb | cloaque | autre | total | |
| 450 | 40 | 17 | 6,6 | 4 | 0 | 5 | 5 | 8 |
| 600 | 40 | 27 | 10,6 | 7 | 5 | 8 | 13 | 7 |
| 800 | 40 | 9 | 3,5 | 2 | 2 | 2 | 4 | 3 |
| 450 | 60 | 31 | 12,1 | 5 | 6 | 14 | 20 | 6 |
| 600 | 60 | 22 | 8,6 | 3 | 2 | 10 | 12 | 7 |
| 800 | 60 | 24 | 9,4 | 6 | 2 | 11 | 13 | 5 |
| 800 | 60 + perch. | 31 | 12,1 | 0 | 16 | 10 | 26 | 5 |

Tableau 3 : Résultat des performances zootechniques du lot 1

| Cage | | Pourcentage de ponte | | | Consommation alimentaire (g) | | | Poids moyen de l'œuf (g) | | |
|------|-------------|----------------------|------------|------------|------------------------------|------------|------------|--------------------------|------------|------------|
| Surf | Haut | Phase 1 | Phase 2 | Phase 3 | Phase 1 | Phase 2 | Phase 3 | Phase 1 | Phase 2 | Phase 3 |
| | | 22-29 sem. | 30-45 sem. | 46-70 sem. | 22-29 sem. | 30-45 sem. | 46-70 sem. | 22-29 sem. | 30-45 sem. | 46-70 sem. |
| | | d'âge | d'âge | d'âge | d'âge | d'âge | d'âge | d'âge | d'âge | d'âge |
| 450 | 40 | 93,6 | 91,2 | 81,5 | 109,4 | 111,8 | 109,0 | 58,3 | 63,6 | 66,8 |
| 600 | 40 | 95,6 | 93,5 | 82,7 | 110,0 | 112,2 | 109,0 | 58,6 | 63,1 | 66,2 |
| 800 | 40 | 95,7 | 92,1 | 81,1 | 107,6 | 111,1 | 107,1 | 58,8 | 63,7 | 66,8 |
| 450 | 60 | 93,6 | 92,9 | 82,2 | 111,9 | 114,5 | 112,3 | 59,1 | 63,8 | 66,5 |
| 600 | 60 | 95,9 | 91,4 | 81,5 | 112,1 | 114,8 | 111,5 | 59,1 | 63,8 | 66,3 |
| 800 | 60 | 95,0 | 92,2 | 78,1 | 112,5 | 114,7 | 109,0 | 58,8 | 63,1 | 65,7 |
| 800 | 60 + perch. | 94,6 | 91,0 | 75,2 | 111,5 | 112,0 | 106,9 | 58,6 | 63,2 | 66,1 |

Tableau 4 : Résultat des performances zootechniques du lot 2

| Cage | | Pourcentage de ponte | | | Consommation alimentaire (g) | | | Poids moyen de l'œuf (g) | | |
|------|-------------|----------------------|------------|------------|------------------------------|------------|------------|--------------------------|------------|------------|
| Surf | Haut | Phase 1 | Phase 2 | Phase 3 | Phase 1 | Phase 2 | Phase 3 | Phase 1 | Phase 2 | Phase 3 |
| | | 20-27 sem. | 28-43 sem. | 44-68 sem. | 20-27 sem. | 28-43 sem. | 44-68 sem. | 20-27 sem. | 28-43 sem. | 44-68 sem. |
| | | d'âge | d'âge | d'âge | d'âge | d'âge | d'âge | d'âge | d'âge | d'âge |
| 450 | 40 | 96,6 | 91,0 | 84,2 | 109,9 | 109,2 | 112,1 | 58,2 | 62,1 | 65,5 |
| 600 | 40 | 95,1 | 89,8 | 79,7 | 109,6 | 109,7 | 111,1 | 58,9 | 63,3 | 66,6 |
| 800 | 40 | 94,8 | 91,9 | 80,7 | 110,2 | 109,5 | 111,3 | 59,7 | 63,1 | 66,6 |
| 450 | 60 | 95,5 | 91,4 | 81,0 | 111,5 | 111,1 | 111,0 | 59,5 | 62,7 | 65,8 |
| 600 | 60 | 95,7 | 92,5 | 85,8 | 111,3 | 112,1 | 115,8 | 59,0 | 62,7 | 65,5 |
| 800 | 60 | 94,7 | 92,1 | 83,8 | 111,7 | 110,8 | 111,2 | 59,2 | 62,7 | 65,6 |
| 800 | 60 + perch. | 95,5 | 91,6 | 81,0 | 108,3 | 107,4 | 106,3 | 58,6 | 62,1 | 64,6 |

Tableau 5 : Résultats des lots 1 et 2, des mesures effectuées sur les tibias droits et sur les humérus droits prélevés après abattage (moyenne ± écart type)

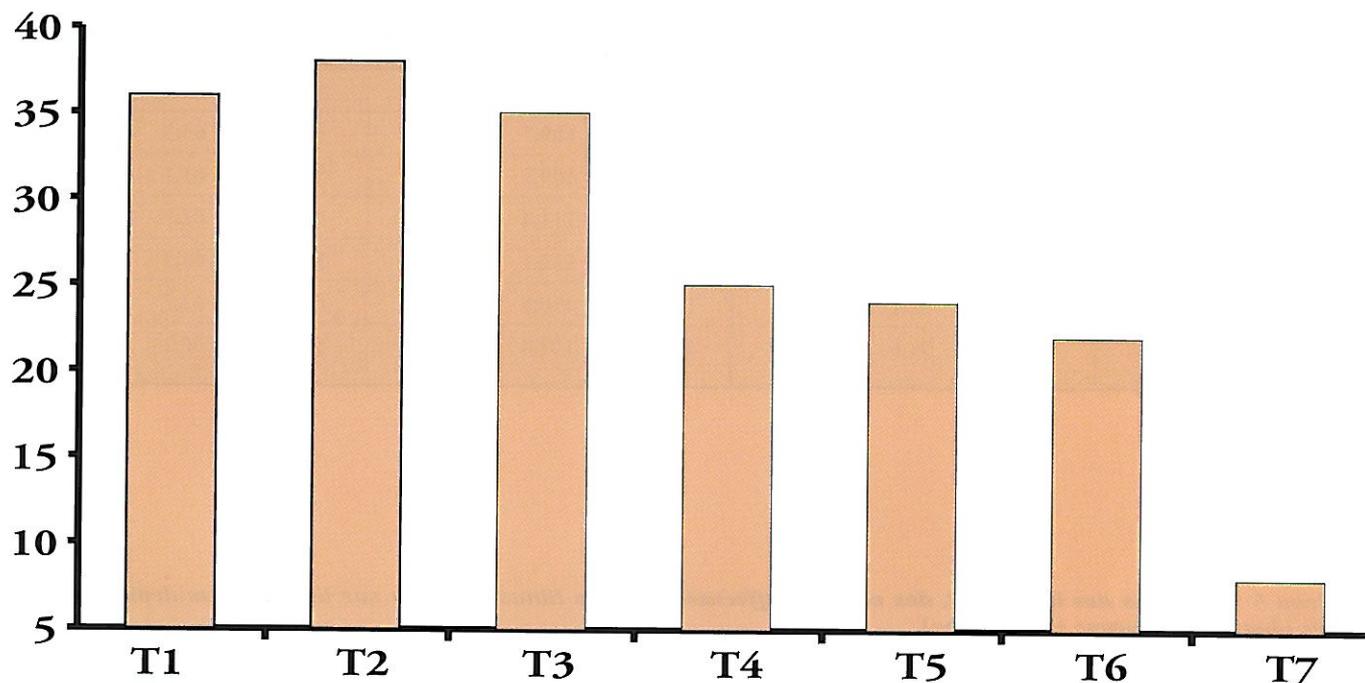
| | Lot 1 | | Lot 2 | | |
|------|-----------|----------------------------------|-----------|----------------------------------|-----------------------------------|
| | Nb Poules | Tibias Force/poids Poules (N/kg) | Nb Poules | Tibias Force/poids Poules (N/kg) | Humérus Force/poids Poules (N/kg) |
| T1 * | 19 | 125,7 ± 34,4 | 20 | 133,3 ± 46,1 | 89,7 ± 25,9 |
| T2 * | 19 | 129,3 ± 29,6 | 16 | 134,0 ± 36,5 | 88,3 ± 18,8 |
| T3 * | 20 | 123,0 ± 33,3 | 18 | 137,7 ± 26,4 | 93,3 ± 21,1 |
| T4 * | 20 | 125,1 ± 23,1 | 18 | 125,1 ± 25,4 | 103,3 ± 25,3 |
| T5 * | 20 | 137,6 ± 34,8 | 18 | 145,9 ± 44,0 | 102,2 ± 19,3 |
| T6 * | 22 | 134,3 ± 30,2 | 16 | 127,1 ± 24,8 | 95,5 ± 23,1 |
| T7 * | 18 | 122,9 ± 19,4 | 19 | 119,6 ± 20,7 | 107,7 ± 28,2 |

1) effet traitement $F_{2-118}=2,4$ $p=0,03$, effet hauteur, $H1 < H2$

* T1=450 cm² x 40 cm, T2=600 cm² x 40 cm, T3=800 cm² x 40 cm, T4=450 cm² x 60 cm, T5=600 x 60 cm, T6=800 cm² x 60cm, T7=800 cm² x 60 cm + perchoirs

Figure 1 : Pourcentage d'ailes cassées après abattage a) lot 1, b) lot 2

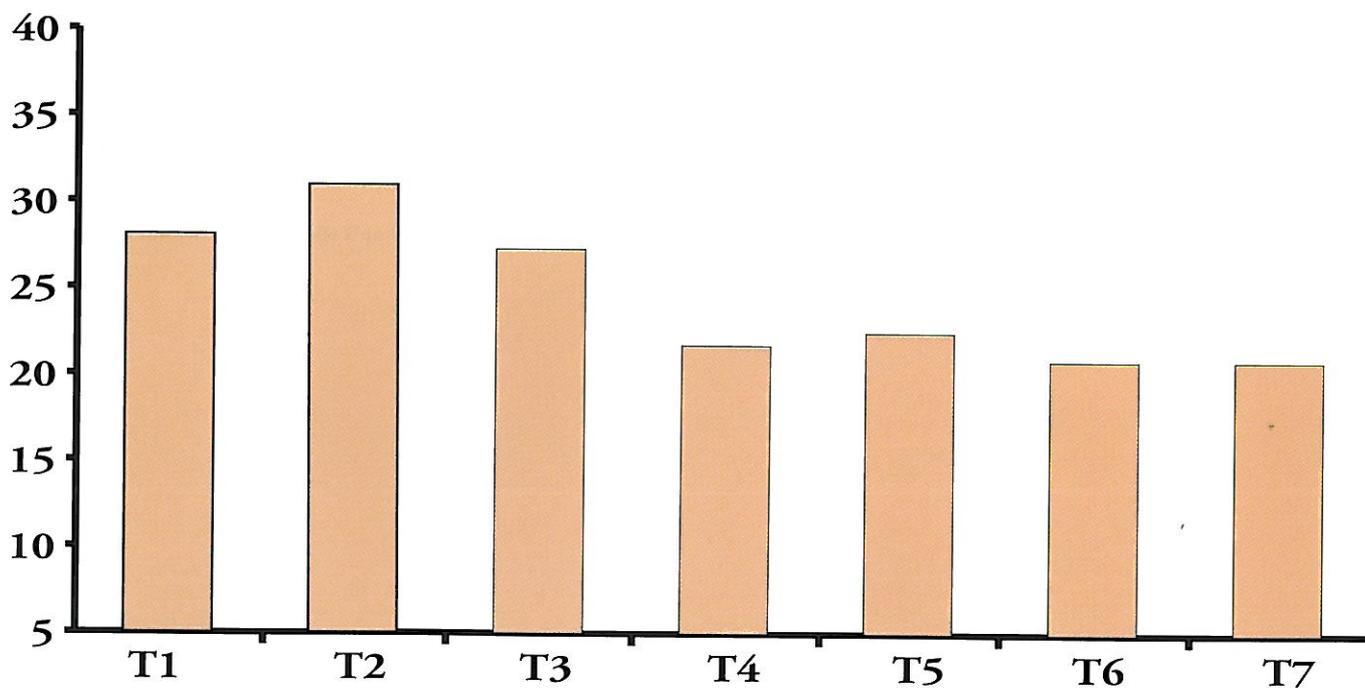
a)



effet hauteur $X^2=9$ $df=1$ $p=0,003$ $H1>H2$

effet perchoir $X^2=4$ $df=1$ $p=0,04$ $T6>T7$

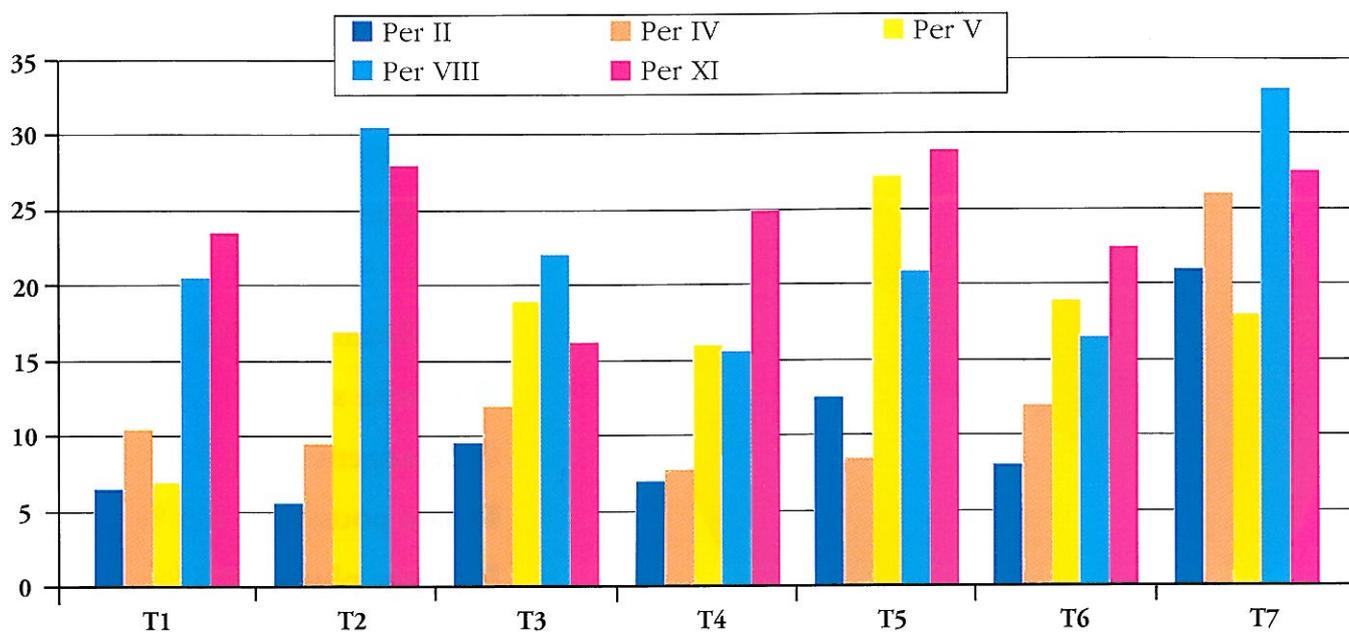
b)



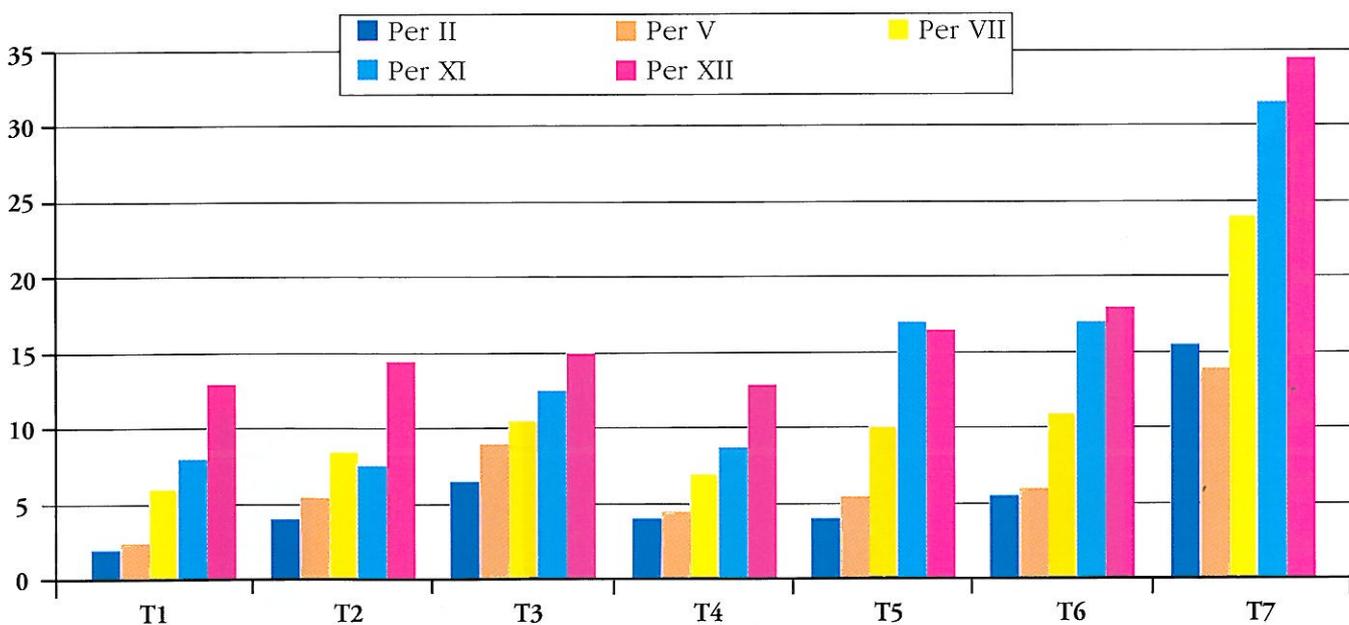
T1=450 cm² x 40 cm, T2=600 cm² x 40 cm, T3=800 cm² x 40 cm, T4=450 cm² x 60 cm, T5=600 cm² x 60 cm, T6=800 cm² x 60 cm, T7=800 cm² x 60 cm + perchoirs, H1=40 cm et H2=60 cm

Figure 2 : Pourcentage d'œufs féchés ou cassés lors de cinq relevés échelonnés sur la période de ponte, a) lot 1 et b) lot 2.

a)



b)



T1=450 cm² x 40 cm, T2=600 cm² x 40 cm, T3=800 cm² x 40 cm, T4=450 cm² x 60 cm, T5=600 cm² x 60 cm, T7=800 cm² x 60 cm + perchoirs

PARAMÈTRES COMPORTEMENTAUX : RÉSULTATS

Figure 3 : Comportement de la poule pondeuse en cage

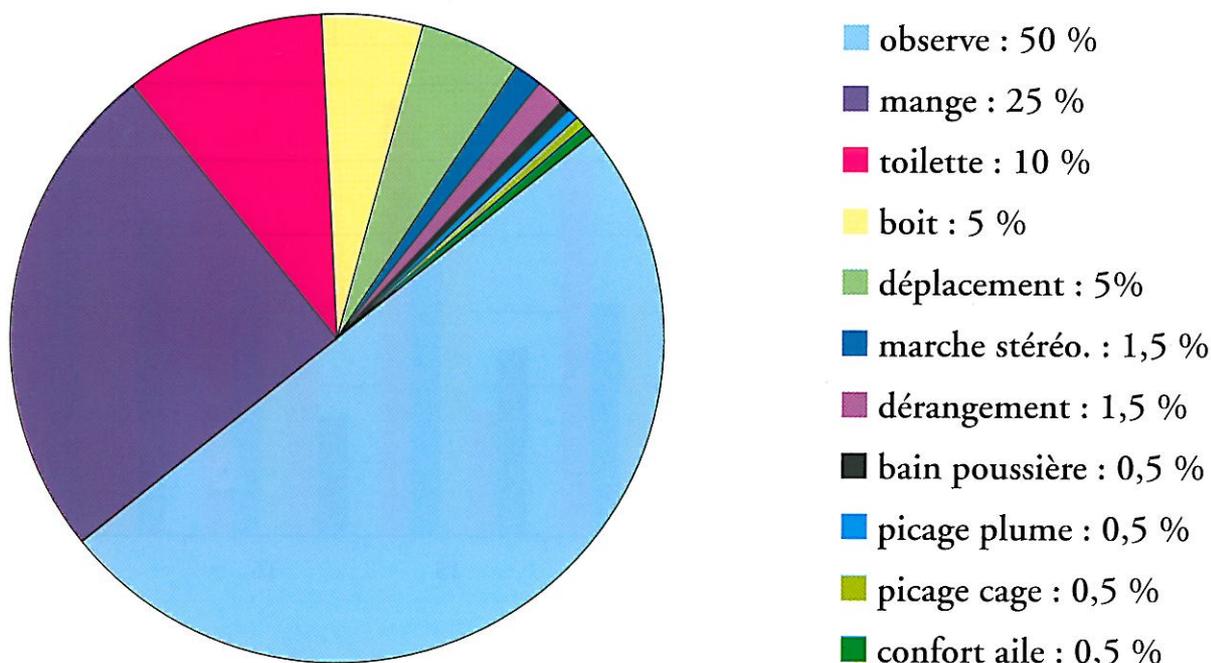


Figure 4 : Utilisation de l'espace

