



# Poules pondeuses en cages aménagées : impact de la taille de groupe et de l'apport de litière sur les performances zootecniques, l'état sanitaire des animaux et la propreté des cages

## RÉSUMÉ

L'objectif de cette expérimentation était d'étudier en élevage de poules pondeuses en cages aménagées (normes 2012), l'impact de la taille de groupe (20, 40 et 60 poules) avec ou sans substrat (aliment) distribué sur l'aire de grattage et de picotage sur les performances, la qualité des œufs, la santé des animaux et la propreté des cages.

Les résultats obtenus indiquent que les performances de production sont élevées et comparables à celles obtenues en cages conventionnelles. La taille de groupe n'influence pas la consommation alimentaire, le taux de ponte, le poids d'œufs par poule. Le taux de ponte au nid est important (95,4 % en moyenne sur l'ensemble des contrôles), cependant le taux d'œufs pondus hors nid est plus élevé dans les cages de 20 poules (8,1 %) comparé aux cages de 40 et 60 poules (3,9 % et 4,5 % respectivement) ( $p < 0,01$ ). Par ailleurs le pourcentage d'œufs commercialisables est plus important pour les œufs pondus au nid par rapport à ceux pondus hors nid. L'apport de substrat n'a aucun effet sur les performances de production ni sur le taux de ponte au nid. Le taux de viabilité à 73 semaines (96,8 %) est supérieur au standard de la souche (93,9 %). La mortalité n'est pas influencée par la taille de groupe ni l'apport de substrat.

En fin de ponte lors du contrôle effectué à 68 semaines l'état corporel des animaux est satisfaisant : moins de 5 % des animaux présentent un état d'emplumement médiocre (note égale à 1). La taille de groupe et l'apport de substrat n'ont pas d'effet sur l'emplumement, la présence de blessure et le poids des animaux.

Concernant la propreté des cages il apparaît que les zones recouvertes par un tapis dans le nid et l'aire de grattage sont plus souillées que celles où le grillage est apparent. Cependant le grillage sous les perchoirs est également un peu plus sale du fait de l'absence de circulation des poules à cet endroit. Ce phénomène tend à être plus marqué dans les petites cages. La distribution de substrat entraîne une usure plus importante des tapis de l'aire de grattage et de picotage.

## 1. Contexte

En France, environ 35 millions de poules pondeuses soit 81 % des effectifs sont élevés en cages (Moorman, 2009). Le logement des poules pondeuses en cages conventionnelles est contesté du point de vue du bien-être animal. Ces cages fournissent un espace restreint et un environnement pauvre en stimulations aux poules (Colson, 2006). A compter du 1<sup>er</sup> janvier 2012 toutes les installations devront répondre aux exigences de la Directive européenne établissant les normes minimales relatives à la protection des poules pondeuses (DIRECTIVE 1999 /74 CE). Les poules en cages aménagées devront disposer :

- d'au moins 750 centimètres carré par poule, dont 600 centimètres carrés de surface utilisable (surface large d'au moins 30 cm, inclinée au maximum à 14 %, surmontée d'un espace libre haut d'au moins 45 cm. Les surfaces du nid ne font pas partie de la surface utilisable).
- d'un nid dont les composants au sol excluent toute utilisation de treillis métalliques pouvant entrer en contact avec les volailles.
- d'une litière permettant le picotage et le grattage (matériel friable permettant aux poules de satisfaire leurs besoins éthologiques).
- de perchoirs appropriés offrant au moins 15 centimètres par poule. Une mangeoire pouvant être utilisée sans restriction devra être prévue. Sa longueur devra être d'au moins 12 centimètres par poule.
- de dispositifs appropriés de raccourcissement de griffes.

Didier HUONNIC, Maryse GUINEBRETIERE,  
Adeline HUNEAU-SALAÜN, Manuel TAVARES,  
Virginie MICHEL

Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation,  
de l'environnement et du travail (Anses) –  
BP 53 – 22440 PLOUFRAGAN  
Contact : virginie.michel@anses.fr



■ Poules en cages aménagées (source : Anses).



■ Poules perchées (source : Anses).

## 2. Objectifs

Une étude a été mise en place à l'Anses de Ploufragan en 2007 dans le but d'acquérir des références en vue de la mise aux normes des bâtiments de poules pondeuses en cages aménagées à l'horizon 2012 et d'identifier une/des cage(s) aménagée(s) ou types d'aménagements offrant des résultats optimum en terme de santé, bien-être, de performances des animaux, tout en respectant la qualité sanitaire des produits et la protection de la santé publique.

La première expérimentation a pour objectifs spécifiques d'étudier l'impact de la taille de groupe par cage (pour une même densité d'animaux), et de l'apport de litière sur la santé, les performances, le comportement des animaux, la qualité des œufs et la propreté des cages.

Certains résultats de la 1<sup>re</sup> expérimentation sont présentés dans cet article.

## 3. Matériel et méthodes

### 3.1. L'élevage des poulettes

Tous les poussins, de souche ISA Brown époinetés à 1 jour d'âge au couvoir, proviennent d'un même troupeau de reproducteurs inscrit à la charte sanitaire. Les poulettes font l'objet d'un programme de prophylaxie classique en élevage de production en Bretagne. Elles sont élevées au sol sur copeaux de bois dans 1 seul parquet (14,2 oiseaux/m<sup>2</sup> de surface utile, 1,7 pipettes par oiseau, 1,9 cm de mangeoires circulaires par oiseau). Leur transfert en bâtiment de ponte a été réalisé en semaine 18 (S = semaine d'âge des animaux).

### 3.2. L'élevage des poules pondeuses

#### 3.2.1. Protocole expérimental

Les caractéristiques des 3 types de cages et des 6 traitements expérimentaux (3 tailles de groupe x 2 types d'aire de grattage) sont présentées dans le tableau 1 et la figure 1.

En semaine 18, 4320 poulettes sont transférées dans 108 cages aménagées (Zucami<sup>®</sup>), installées dans une

même salle, et conformes aux exigences de la directive 1999/74/CE, comprenant nids, perchoirs, aire de grattage et de picotage (AGP) et raccourcisseurs de griffes (1 bande abrasive / 10 poules). Toutes les cages sont équipées d'une aire de grattage et de picotage (67cm<sup>2</sup>/poule) comprenant : pour la moitié des cages des tapis AstroTurf<sup>®</sup> (picots courts) non perforés avec distribution automatique de substrat (aliment) et pour l'autre moitié des cages des tapis de type AstroTurf<sup>®</sup> (picots courts) perforés, sans distribution de substrat.

Les nids positionnés à l'opposé de l'aire de grattage sont délimités par des rideaux et équipés d'un tapis d'AstroTurf<sup>®</sup> perforés (67 cm<sup>2</sup>/poule). Les cages de 20 poules sont équipées d'un seul nid. Un grillage positionné au dessus de la vis centrale sépare les 2 nids dans les cages de 40 et 60 poules. L'agencement des perchoirs diffère selon la taille des cages. Dans les cages de 40 et 60 poules, la vis centrale permet aux poules de se percher. Dans les cages de 20 poules cette vis centrale est surmontée d'un grillage sur toute la longueur séparant 2 cages de 20. Pour obtenir une longueur équivalente de perchage, des perchoirs sont placés perpendiculairement à la mangeoire.

Dans les 3 tailles de groupe, les séparations entre les modules sur le plancher de la cage servent de perchoirs. La hauteur des perchoirs par rapport au fond de cage est de 8 cm. L'inclinaison du fond de cage est de 12 %.

Huit distributions de substrat (aliment) sur l'aire de grattage et picotage sont programmées quotidiennement dans 54 cages (traitements T1, T3, T5) de 11 heures à 18 heures ; 12 à 19 g/cage à chaque distribution soit environ 5 g par poule et par jour.

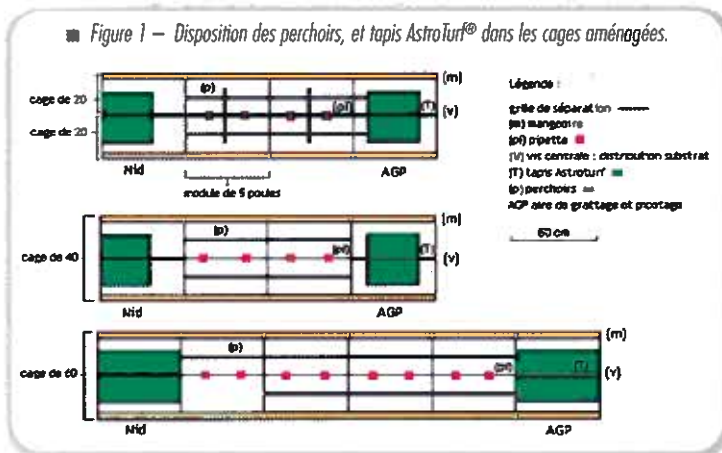
Les trois batteries sont équipées d'un dispositif d'avancement automatique de la bande à œufs et d'un eggsover.

■ Tableau 1 – traitements expérimentaux.

Traitements	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Taille de groupe	20 poules	20 poules	40 poules	40 poules	60 poules	60 poules
Aire de grattage et picotage	Tapis non perforé et substrat	Tapis perforé	Tapis non perforé et substrat	Tapis perforé	Tapis non perforé et substrat	Tapis perforé
Nombre de cages	18	18	18	18	18	18
Nombre de poules	360	360	720	720	1080	1080

L'éclairage de la salle d'élevage est assuré par 48 ampoules à incandescence (4 lignes de 12 lampes avec 2 hauteurs de positionnement.) Les ampoules sont positionnées face aux aires de grattage à l'opposé des nids.

Les 108 cages sont disposées en 3 batteries de 3 niveaux. Les 3 types de cages sont placés au sein de chaque batterie (la disposition des cages est identique par niveau). Par ailleurs la répartition des traitements est randomisée selon les batteries et les niveaux.



### 3.2.2 Conditions d'élevage

Pendant la période de ponte (S19 à S73) les poules des 6 traitements reçoivent trois distributions journalières d'aliment (à 7h00, 15h00 et 19h00). La salle d'élevage est équipée d'un dispositif de chauffage au gaz régulé par thermostat. La température de consigne se situe entre 20 et 21°. Le programme lumineux est continu : 16 heures de lumière (6h30 à 22h30) et 8 heures d'obscurité (22h30 à 6h30). L'intensité lumineuse est en moyenne de 19 lux en face de l'aire de grattage et picotage et de 2.5 lux en moyenne en face des nids.

### 3.2.3 Mesure des performances zootechniques et qualité des œufs.

En début de ponte (S20 à S22) la localisation de la ponte est contrôlée quotidiennement pour connaître l'influence des traitements sur le temps d'adaptation des poules au site de ponte.

Un relevé hebdomadaire du nombre d'œufs pondus est effectué tous traitements confondus à partir de la 19<sup>e</sup> semaine d'âge et un échantillon d'œufs (720 par batterie) est pesé le mardi de chaque semaine de façon à obtenir un poids moyen hebdomadaire de l'œuf. Par ailleurs un contrôle de ponte est réalisé en semaines 23, 27, 34, 39, 44, 49, 64 et 71 dans 9 cages par traitement au cours de 2 journées consécutives en différenciant la ponte au nid de la ponte hors nid. Enfin les œufs normaux sont pesés et le nombre d'œufs cassés, piqués, mous, doubles, déformés et sales sont relevés.

Sur l'ensemble de la période de ponte la consommation d'aliment est relevée tous traitements confondus. En outre en semaines 25, 48, et 65, la consommation d'aliment est mesurée dans 6 cages par traitement sur le

niveau intermédiaire et l'indice de consommation (IC) est ainsi déduit (aliment consommé / masse d'œufs produite).

### 3.2.4 Suivi sanitaire des animaux

Le programme sanitaire d'élevage est conforme à l'ensemble des dispositions réglementaires concernant l'élevage des volailles, et inclut par ailleurs l'enregistrement quotidien des mortalités et des causes apparentes de mortalité (cannibalisme...).

### 3.2.5 État corporel et poids des animaux

Une estimation de l'état corporel des animaux est réalisée en semaine 68 sur 2 385 poules (toutes les poules de 10 à 11 cages par traitement). Les cages sont échantillonnées aléatoirement dans les batteries et les niveaux. La qualité de l'emplument est évaluée sur 6 zones corporelles : cou, dos, ailes, bréchet, abdomen et queue (notations sur 4). Lors de ces contrôles, les blessures (notation sur 4), l'état des pattes (notation sur 3) et de la crête (notation sur 4) sont relevés (la note la plus élevée correspond à un état corporel excellent) (Tauson, et al., 2006).

Des pesées individuelles sont réalisées en période d'élevage des animaux et en période de ponte : 1 191 animaux en semaine 46 sur 5 cages par traitement et 2385 animaux en semaine 68 sur 10 à 11 cages par traitement.

Sur la chaîne d'abattage, 650, 1 330 et 1 950 carcasses sont respectivement observées pour les cages de 20, 40, et 60 poules, ce qui correspond à la totalité des animaux abattus. Un dénombrement des carcasses présentant 1 ou 2 ailes cassées et des blessures de picage est réalisé. Le nombre de poules mortes pendant le transport et le nombre de carcasses saisies est également enregistré.

### 3.2.6 Propreté des cages

La propreté des cages est contrôlée après l'enlèvement des poules (S74) sur toutes les cages de 40 et 60 poules et la moitié des cages de 20 poules. Le niveau de souillure par les fientes est noté au niveau du nid, de l'AGP, de la zone centrale et de la gaine de pré-séchage des fientes, la note allant de 0 (absence de fiente) à 3 (beaucoup d'amas de fientes). L'état d'usure des tapis de l'AGP a aussi été notée en fin de bande (0 : bon état, 1 : picots abîmés, 2 : tapis percé). La propreté des tapis après nettoyage à également été notée.

## 3.3. Analyses statistiques

Les variables de consommation d'aliment et l'indice de consommation sont analysées par ANOVA sur mesures répétées intégrant les effets taille de groupe, de l'apport de substrat, de la batterie et leurs interactions. Les variables concernant les performances de ponte ne respectant pas les hypothèses d'application de l'ANOVA sont étudiées au moyen de tests non paramétriques de Kruskal-Wallis aux 8 points de mesure. Les effets de la taille de groupe et de l'apport de substrat sur les taux d'œufs pondus hors

nid, non commercialisables et présentant des anomalies sont testés avec un modèle de régression de Poisson sur mesures répétées. Les taux de mortalité sont comparés entre traitements par des tests du chi-2. Les notes d'emplumement pour chaque zone corporelle sont analysées au moyen de la régression de Poisson. Les scores de souillures par les fientes sont également comparés entre les zones de la cage avec des tests du chi-2. Les scores synthétiques sont comparés entre traitements avec des tests non paramétriques de Kruskal-Wallis.

## 4. Résultats et discussion

### 4.1. La consommation d'aliment

#### 4.1.1. Ensemble des traitements

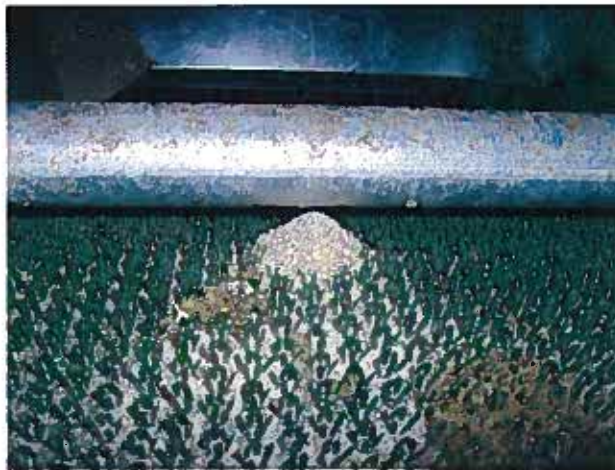
Pour l'ensemble des traitements, la consommation moyenne à la mangeoire s'élève à 119,9 g +/- 2,1 d'aliment par poule et par jour entre S19 et S73 (119,7 g entre S19 et S70). Si l'on compare ce dernier résultat à celui mesuré lors d'une expérimentation conduite précédemment à l'Anses (52 semaines de production) (Huonnic, et al., 2006), il apparaît que dans notre étude la consommation d'aliment par poule et par jour est proche des mesures obtenues en volières (119,5 g) et supérieure aux mesures obtenues en cages conventionnelles (114,2 g).

L'analyse d'essais récents montre que l'impact de l'aménagement des cages sur la consommation et l'efficacité alimentaire n'est pas constant : (1) augmentation de la consommation d'aliment et diminution de l'indice de consommation en cages aménagées (8 ou 16 poules/cage) par rapport aux cages conventionnelles (3 poules/cage) (Hetland, et al., 2003, 2004) (2) diminution de la consommation d'aliment en cages aménagées (8 poules/cage) par rapport aux cages conventionnelles (3 poules/cage) (Valkonen, et al., 2008) ; (3) diminution de la consommation alimentaire en cages aménagées et conventionnelles par rapport aux systèmes alternatifs (Elson and Croxall, 2006). Les écarts de consommations alimentaires entre les systèmes ont été attribués dans plusieurs expérimentations à des différences d'état d'emplumement des poules et à l'activité des animaux, paramètres qui peuvent augmenter les besoins énergétiques d'entretien des animaux.

#### 4.1.2. Effets de la taille de groupe et de l'apport de substrat

Aucun effet de la taille de groupe sur la consommation alimentaire n'a été mis en évidence.

En S25, la consommation d'aliment par poule dans la mangeoire est significativement plus faible dans les traitements avec apport de substrat ( $116,7 \pm 3,7$  contre  $119,3 \pm 3,5$ ,  $p=0,04$ ). Les observations comportementales ont montré que les animaux



■ Distribution de substrat (source : Anses).

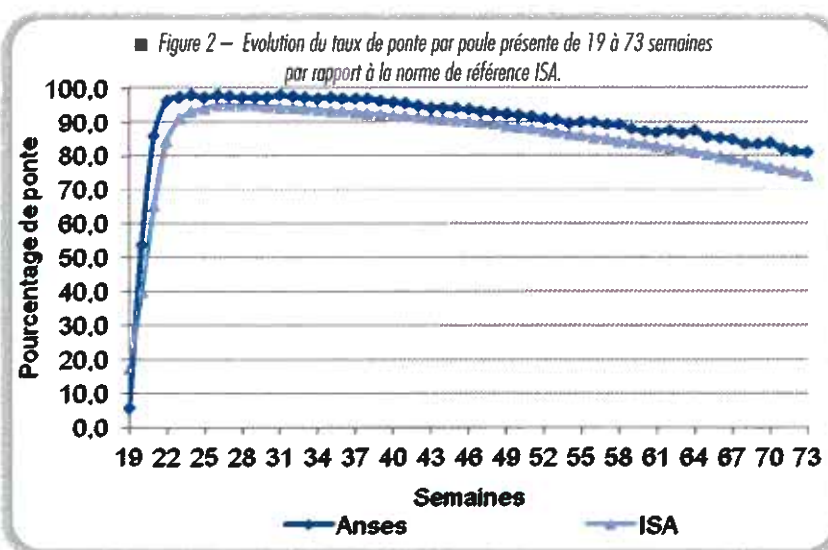
consommaient l'aliment distribué sur l'AGP et mangeraient donc moins à la mangeoire. Cependant, cet effet de la distribution de substrat n'est plus visible lors des 2 mesures suivantes (S48 :  $109,2 \pm 6,3$  avec substrat vs.  $110,9 \pm 3,2$  sans substrat, S65 :  $108,4 \pm 6,7$  avec substrat vs.  $109,4 \pm 3,9$  sans substrat). Néanmoins la variabilité de la consommation d'aliment est demeurée plus forte dans les traitements avec distribution de substrat. La distribution de substrat alimentaire aurait donc bien un impact sur la consommation mais pas de façon homogène dans toutes les cages.

### 4.2. Les performances de ponte

#### 4.2.1. Ensemble des traitements

##### Taux de ponte

Le pic de ponte atteint en S24 est d'environ 98 %, contre 95 % en S26 pour la référence ISA (Institut de Sélection Animale) et la diminution est moins rapide avec un taux de 81,2 % en S73 contre 74,3 % pour la performance standard. Le taux de ponte moyen par poule présente sur la période 19-73 semaines est de 89,60 %. Ces résultats sont supérieurs aux performances standard de la souche ISA BROWN (84,91 %) (figure 2). Le taux de ponte par poule départ (88,6 %) est très proche du taux par poule présente étant donné la faible mortalité observée (3,2 % entre S19 et S73). Le taux moyen de ponte entre S19 et S70 (90,0 %) est légèrement supérieur à celui obtenu dans une expérimentation conduite à l'Anses en cages conventionnelles (89,2 %) et en volières (88,3 %) (52 semaines de production) (Huonnic, et al., 2006).



## Poids des œufs

Sur toute la durée de ponte, le poids moyen de l'œuf est de 61,7 g, légèrement inférieur à la référence ISA (62,6 g). Le poids moyen de l'œuf entre S19 et S70 est de 61,5 g. Ce résultat est comparable à celui obtenu dans un essai conduit à l'Anses en cages conventionnelles (62,0 g) et en volières (61,6 g) (52 semaines de production).

Le poids d'œuf produit par poule présente et par jour est égal en moyenne à 55,6 g par jour (supérieure à celle du standard (54,6 g) du fait d'un taux de ponte soutenu). A noter que pour nous ce poids d'œuf est calculé à partir du poids moyen d'œuf commercialisable (g) et du taux de ponte par poule présente (%). On considère donc que les œufs non commercialisables ont le même poids moyen que ceux qui sont commercialisés ; cette approximation semble acceptable car le taux d'œufs anormaux est faible. En conclusion, ces résultats montrent qu'en cages aménagées, des performances de ponte comparables aux références en cages conventionnelles peuvent être obtenues.

## Rapport consommation/production

L'IC est en moyenne de 2,16 sur l'ensemble de la période de ponte (S19 à S73) (2,14 entre S19 et S70). Il est proche des résultats mesuré à l'Anses lors d'un essai réalisé en volières (2,17) mais supérieur aux mesures obtenues en cages conventionnelles (2,06) (52 semaines de production) (Huonnic, et al., 2006).

La synthèse des données expérimentales collectées dans le rapport Laywel ne montre pas d'écart d'IC entre les poules logées en cages conventionnelles (2,14+/-0,14) et celles en cages aménagées (2,14+/-0,11) (LayWel, 2006).

La différence d'IC observée entre les bandes en cages conventionnelles et en cages aménagées dans le même poulailler expérimental à l'Anses pourrait être liée à une augmentation de l'activité des poules logées en cages aménagées de grande taille. Aucune comparaison stricte n'est possible entre des résultats obtenus sur des années différentes mais il sera intéressant de vérifier si l'augmentation d'IC perdure sur la bande suivante en cages aménagées.

## Localisation de la ponte

Entre 20 et 22 semaines d'âge le pourcentage d'œufs pondus hors nid a baissé de 16,5 % à 5,9 %. Ces résultats mettent en évidence une adaptation rapide des poules au site de ponte.

Sur l'ensemble des contrôles réalisés le taux de ponte au nid est en moyenne de 95,4 %. Le niveau de fréquentation des nids dans notre étude est important en comparaison des résultats obtenus dans des essais avec des tailles de groupe inférieures, où la ponte au nid n'excédait pas 90 % (Appleby, et al., 2002, Wall, et al.,

2002, Guesdon and Faure, 2004, Guesdon, et al., 2006). Cependant, l'agencement des nids a été progressivement amélioré et des taux de ponte au nid supérieurs à 90 % ont été reportés dans des expérimentations récentes (Fiks-van Niekerk, et al., 2002, LayWel, 2006). L'attractivité d'un nid est favorisée par l'isolement, un faible éclairage et la nature du revêtement.

En semaine 71, la localisation de la ponte hors-nid (HN) a été notée plus précisément : sur 123 œufs pondus HN, 99 (80,5 %) ont été déposés au niveau de l'AGP. Cette zone semble donc plus attractive pour la ponte HN que le grillage au milieu de la cage. Dans la bibliographie, la part des œufs HN déposés dans l'AGP était comprise en fin de ponte entre 45 % et 75 % dans les essais où l'AGP demeurait ouverte toute la journée (Appleby, et al., 2002, Guesdon and Faure, 2004, Guesdon, et al., 2006). Dans notre étude, la localisation de l'AGP à l'extrémité de la cage au niveau du sol de la cage, et non au-dessus du nid, et la présence d'un tapis d'AstroTurf ont certainement contribué à orienter majoritairement la ponte HN vers l'AGP.



■ Nid équipé d'un tapis d'astroturf perforé (source : Anses).

## Commercialisation des œufs

Sur l'ensemble des contrôles, le taux d'œufs commercialisables est de 96,1 % (les œufs cassés, piqués, déformés, sales, doubles et mous sont déclassés). La proportion d'œufs commercialisables est supérieure pour les œufs pondus dans le nid par rapport à ceux pondus hors nid : 96,8 % au nid contre 81,7 % hors-nid ( $P < 0,001$ ) (tableau 2). Par ailleurs en semaine 71, 85 % des œufs pondus dans l'AGP sont commercialisables contre seulement 46 % de

■ Tableau 2 – Nombres et fréquences des anomalies des œufs en fonction de la localisation de la ponte lors des 8 contrôles réalisés de S23 à S71 (31824 œufs)

	PONTE AU NID		PONTE HORS-NID	
	Nombre d'œufs	%	Nombre d'œufs	%
Œufs commercialisables	29371	96,76	1200	81,74
Œufs non commercialisables	985	3,24	268	18,26
Dont :				
sales	326	1,07	61	4,16
déformés	232	0,76	112	7,63
cassés	181	0,60	62	4,23
doubles	111	0,36	4	0,27
piqués	52	0,18	10	0,68
mous	83	0,27	19	1,29

ceux déposés sur le grillage ( $P < 0,01$ ). La ponte HN se caractérise par une fréquence plus importante des œufs cassés, sales, piqués, mous, déformés ( $P < 0,001$ ). La meilleure qualité des œufs pondus au nid avait déjà été observée par Wall and Tauson, 2002 et par Guesdon, 2004. Il est possible qu'une partie des œufs pondus hors-nid le soit depuis les perchoirs, ce qui pourrait expliquer la fréquence plus importante des œufs cassés parmi les anomalies HN (Duncan, et al., 1992). Dans la partie centrale de la cage, la zone sous les perchoirs est plus sale (accumulation de fientes) que les parties sans aménagement. Cette observation pourrait expliquer le pourcentage d'œufs sales plus élevé hors nid.

#### 4.2.2 Effets de la taille de groupe et de l'apport de substrat

##### Taux de ponte et poids des œufs

La taille de groupe n'a pas d'influence sur les performances de ponte aux différentes périodes, comme constaté dans d'autres études pour des petits groupes (entre 4 et 8 poules) (Appleby, 1998, Abrahamsson and Tauson, 1997). Une diminution plus rapide du taux de ponte après 48 semaines avait été observée dans des cages aménagées de 8 poules par rapport à celles de 16 poules, sans explication apparente (Hetland, et al., 2003). Peu de données sont disponibles pour les plus grandes tailles de groupes mais le rapport LayWel montre que le taux de ponte et le poids moyen de l'œuf seraient légèrement plus faibles dans les grandes cages aménagées (> 60 poules) par rapport aux petites (< 15 poules) ou aux moyennes (15 à 30 poules). Le groupe de travail souligne que ces résultats, qui n'ont pas été nécessairement obtenus à densité constante d'animaux par cage, restent à confirmer. Notre étude vient donc partiellement infirmer ces premières observations puisque dans notre expérimentation, ou tous les autres paramètres sont identiques par ailleurs, la taille de groupe n'a pas d'influence sur les performances de ponte aux différents contrôles.

Un taux supérieur de ponte par poule présente a été observé dans les cages recevant du substrat uniquement en S23 : en moyenne 97,3 % +/- 3,2 % contre 94,8 % +/- 4,4 % sans substrat ( $P < 0,01$ ). Après, cette différence disparaît. L'apport de substrat n'a pas d'effet sur le poids des œufs.

##### Rapport consommation/production

Aucune influence de la taille de groupe sur l'IC n'a été mise en évidence lors des contrôles réalisés en semaine 25, 48 et 65 ( $2,06 \pm 0,22$  en cages de 20 poules,  $2,06 \pm 0,18$  en cages de 40 poules et  $2,03 \pm 0,17$  en cages de 60 poules,  $p = 0,64$ ).

Bien que l'apport d'aliment dans l'AGP diminue significativement la consommation des poules à la mangeoire pour une mesure (S25), l'apport de substrat n'a pas d'effet sur l'IC de manière globale ( $2,06 \pm 0,19$  sans substrat vs  $2,04 \pm 0,19$  avec substrat,  $p = 0,91$ ).

##### Localisation de la ponte

La taille de groupe a un effet significatif sur le taux d'œufs pondus HN, qui diminue avec l'augmentation du nombre de poules par cage (figure 3).

Ces observations concordent avec les résultats de la synthèse Laywel : sur l'ensemble des études analysées dans ce rapport, le taux moyen de ponte au nid était de 92,8 % +/- 6,0 % dans les cages aménagées de moins de 15 poules, de 94,8 % +/- 7,3 % dans celles de tailles intermédiaires et de 95,4 % +/- 4,3 % dans celles de plus de 60 poules. Notre étude montre que pour une surface de nid équivalente par animal, l'utilisation du nid est encore plus optimisée quand la taille de groupe augmente. Cette différence pourrait être liée à une meilleure perception de l'espace par les poules dans les cages plus vastes, où la distance séparant le nid et l'AGP est plus grande

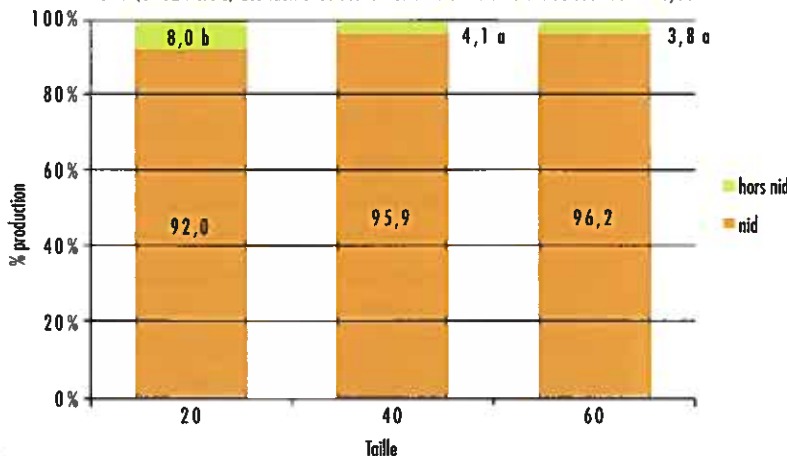
L'apport de substrat n'a pas d'impact sur la localisation de la ponte en général ( $P = 0,33$ ). Cependant l'analyse de la localisation de la ponte HN en S71 permet de constater que le taux d'œufs pondus dans l'AGP est plus important dans les cages avec substrat que sans substrat (89 % vs 73 %,  $p = 0,02$ ). (S71 - 123 œufs pondus hors nid). Si l'apport de substrat n'augmente pas le taux de ponte HN, il l'orienterait vers l'AGP, peut être rendue plus attractive par la présence d'aliment.

##### Commercialisation des œufs

Le taux d'œufs non commercialisables est plus faible en cage de 60 par rapport aux cages de 40 et 20 poules (3,61 % vs 4,39 % en 20 et en 40  $P < 0,01$ ). Plus particulièrement, les taux d'œufs piqués sont plus élevés dans les cages comptant 20 poules par rapport à celles de 40 ou 60 (0,31 % vs 0,15 % et 0,16 %,  $P < 0,01$ ) et les œufs sales plus fréquents dans les groupes de 20 ( $P < 0,01$ ) et 40 ( $P = 0,01$ ) en comparaison à ceux de 60 (0,17 % et 0,15 % vs 0,10 %). La meilleure qualité des œufs pondus en cages 60 est à mettre en relation avec le taux de ponte au nid important.

Bien que très faible, le taux d'œufs non commercialisables tend à être plus élevé dans les cages

Figure 3 – Localisation de la ponte en fonction de la taille de groupe lors des 8 contrôles effectués de S23 à S71 (31824 œufs) Les taux avec des lettres différentes diffèrent au seuil de  $P = 0,05$ .



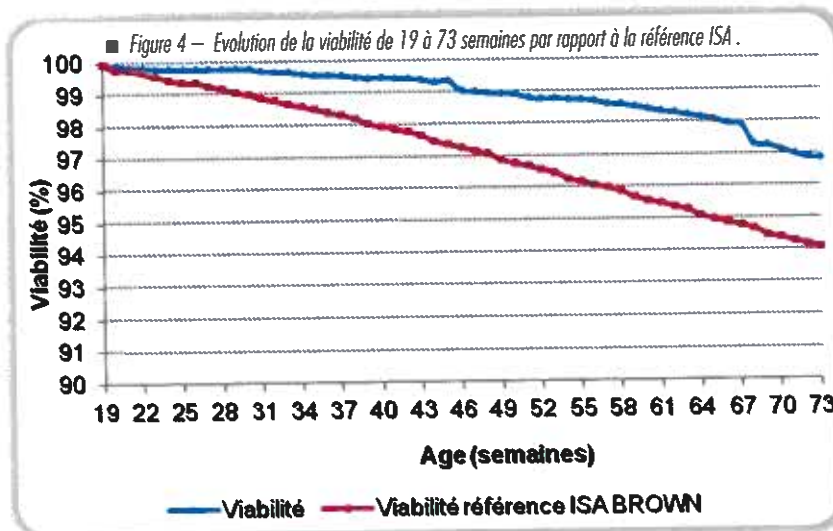
où du substrat est apporté : 0,42 % contre 0,37 % sur l'ensemble des contrôles ( $P = 0,07$ ).

La différence réside essentiellement dans un taux supérieur d'œufs cassés dans les cages avec substrat que sans substrat (0,86 % vs. 0,66 %,  $P = 0,05$ ). Il est difficile d'interpréter la différence de taux de commercialisation des œufs selon l'apport de substrat dans la mesure où la fréquence de ponte au nid est comparable dans les 2 modalités.

## 4.2. Viabilité et état corporel des animaux à l'abattoir

### 4.2.1 Ensemble des traitements

Le taux de viabilité à S73 est de 96,8 % contre 93,9 % pour la référence ISA BROWN (figure 4). Des pics de mortalités ont été enregistrés en S46 (0,4 %) et S68 (0,85 %) lors des contrôles de l'état corporel, notamment à cause des euthanasies pratiquées à ces occasions justifiées par la fracture d'un membre.



Seulement 5,7 % des animaux morts présentent des blessures de cannibalisme au niveau du cloaque mais il n'a pas été possible de déterminer la cause exacte de ces mortalités : cannibalisme ante mortem ou post mortem (consécutif à un accident de ponte).

Au total, 8,2 % des animaux présentent au moins une aile cassée sur la chaîne d'abattage. Ce taux est plus faible que celui observé lors des expérimentations de l'Anses en cages conventionnelles (de 19,7 % à 24,1 %) mais plus élevé que celui observé en volières (de 0,4 % à 1,7 %) (Michel, et al., 2002, 2004, Huonnic, et al., 2006). La fragilité osseuse des poules pondeuses logées en cages favorise la survenue de fractures accidentelles lors des manipulations (dépeuplement) ou de l'électroanesthésie à l'abattoir. La moindre fréquence des ailes cassées en cages aménagées peut être mise en relation avec une solidité des os plus importante qu'en cages conventionnelles. La locomotion (notamment les vols et les sauts) stimulent le métabolisme osseux et permet ainsi le renforcement des structures osseuses (Colson ; 2006). Les essais conduits à l'Anses ont montré que la résistance osseuse en volières était plus élevée qu'en cages conventionnelles.

On constate également que le pourcentage de carcasses présentant des lésions de picage est faible (0,7 % des observations). Par ailleurs la mortalité en cours de transport est de 0,25 % et le taux de saisie sanitaire de 2,3 %.

Les cages aménagées de grandes tailles (20 à 60 animaux par cage contre 5 en cages conventionnelles) ne semblent donc pas avoir entraîné des difficultés importantes à l'enlèvement pouvant causer des blessures aux animaux. Une explication peut venir de l'ouverture des cages aménagées, ici plus grande et de manière verticale (opposé aux ouvertures des cages conventionnelles, étroites et latérales), qui favoriserait l'enlèvement des poules.

### 4.2.2 Effets de la taille de groupe et de l'apport de substrat

Le taux de viabilité est significativement plus faible dans les cages de 40 poules (95,8 %) que dans celles de 20 (97,6 %) et celles de 60 (97,4 %,  $P = 0,01$ ). Cependant cette différence est liée à une surmortalité observée dans l'une des cages 40 sans substrat, où 11 animaux sont morts, mais sans observation de cannibalisme. En retirant cette cage de l'analyse des résultats, la viabilité en cages de 40 poules s'élève à 96,9 %, ce qui est comparable à celle enregistrée dans les autres tailles de groupe ( $P = 0,17$ ). Dans la littérature, une plus grande mortalité souvent liée au cannibalisme avait été observée dans les grands groupes (groupes de 40-60 poules par rapport à 10-20 poules) (LayWel, 2006c; Weitzenburger et al., 2006b). Cependant, dans nos conditions d'élevage (animaux épointés à un jour au couvoir), on ne peut pas conclure que l'augmentation de la taille de groupe en cages aménagées augmente la mortalité des poules. Ceci rejoint Niekerk et al., 2002 qui n'ont pas constaté davantage de problèmes de cannibalisme dans les grandes cages par rapport aux plus petites (cages de 10 à 50 poules). Dans notre étude il n'existe donc pas de relation entre la taille de groupe et le taux de mortalité.

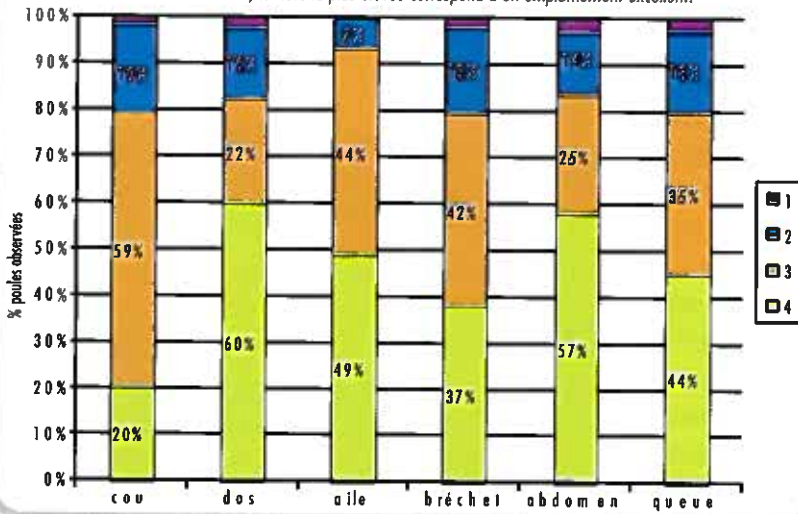
L'apport de substrat n'a pas d'impact sur la viabilité : 97,1 % dans les traitements avec substrat contre 96,6 % sans apport de substrat ( $P = 0,33$ ). Par ailleurs aucun effet de la taille de groupe n'a été constaté sur la mortalité en cours de transport, la fréquence des ailes cassées et des lésions ou sur les saisies sanitaires.

## 4.3. État corporel et poids des animaux

### 4.3.1 Ensemble des traitements

L'état d'emplumement des animaux a été évalué à 68 semaines d'âge (figure 5). Il apparaît que les notes 3 et 4 correspondant à un bon emplumement représentent environ 80 % des effectifs pour chaque zone (pour les ailes 93 % des poules reçoivent la note 3 ou 4). Cependant des disparités entre les zones sont observées : les pertes ou abrasions de plumes sont plus fréquentes au niveau du cou, certainement à cause des frottements des plumes avec le rebord de la mangeoire et un barreau lorsque la poule sort la tête à l'extérieur pour manger. Le bréchet et la queue présentent

■ Figure 5 — Fréquences des notes d'emplumement par zone en semaine 68 (N=2385 poules)  
Notation de 1 à 4 ; la note la plus élevée correspond à un emplumement excellent.



La taille de groupe n'a pas d'effet sur le poids des animaux non plus.

Il n'existe aucun effet de l'apport de substrat sur le taux d'animaux par cage présentant des lésions ou des pertes de plumes importantes, ni sur le poids des animaux.

#### 4.4 Propreté des cages

L'objectif est d'évaluer l'effet de l'apport de substrat et de la taille de groupe sur la propreté des cages et leur nettoyabilité.

souvent des défauts de plumage (moins de 45 % des animaux en note 4), au contraire, sur le dos et l'abdomen, plus de la moitié des poules ont une note égale à 4 mais lorsque des atteintes du plumage surviennent, elles sont généralement sévères (17-18 % des animaux en notes 1-2, peu de note 3). A l'opposé, si les ailes présentent dans la moitié des cas des défauts d'emplumement, ils sont rarement sévères. La fréquence des lésions corporelles est faible : 96,2 % des poules ne présentent aucune lésion.

Les animaux les plus lourds présentent généralement moins de blessures et ont des notes d'emplumement meilleures, sauf au niveau de l'abdomen où la qualité de l'emplumement diminue significativement avec l'augmentation du poids.

Le poids moyen des poules en semaine 68 (2055 g ± 245) est un peu inférieur à celui observé dans une étude précédente au même âge : 2100,2 g ± 212,6 (étude réalisée sur des animaux époinés de souche ISABROWN logés en cages conventionnelles) (Huonnic, et al., 2006). Les poules de cages aménagées seraient plus légères en raison d'une dépense énergétique plus importante due à leurs déplacements.

En conclusion nos résultats mettent en évidence un état corporel tout à fait correct en fin de période de ponte. Sur la base de ce paramètre et dans nos conditions expérimentales, l'élevage des poules pondeuses en cages aménagées aurait un impact positif sur le bien-être des animaux.

#### 4.3.2 Effets de la taille de groupe et de l'apport de substrat

Le rapport LayWel (2006c) indique un risque possible de diminution du bien-être dû au picage de plumes et au cannibalisme dans les cages de tailles de groupe supérieures à 10-15 poules. Cependant, nos résultats ne montrent aucun effet de la taille de groupe sur le taux d'animaux par cage présentant des lésions ou des pertes de plumes importantes, mais il convient de rappeler que les becs de nos animaux sont époinés.

#### 4.4.1 Ensemble des traitements

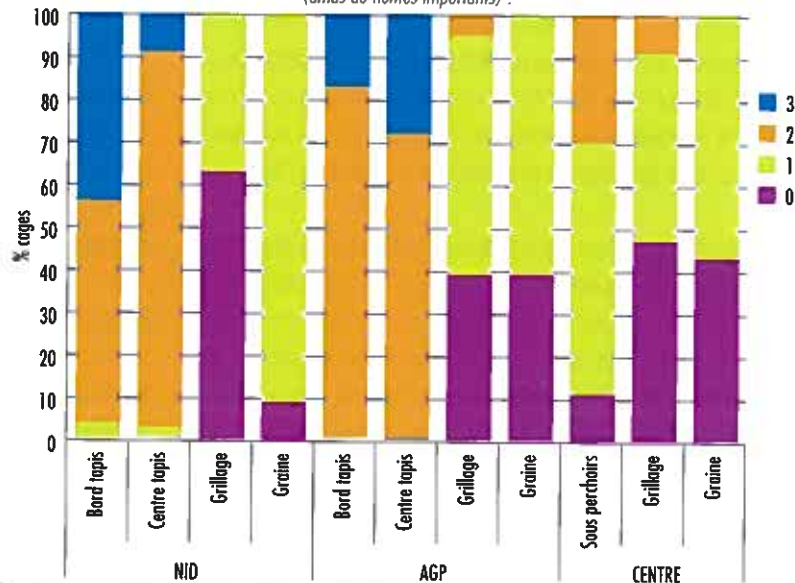
La propreté des cages a été notée après l'enlèvement des poules ; note allant de 0 (absence de fiente) à 3 (beaucoup d'amas de fientes).

#### Souillures de fientes

La comparaison des scores de souillures par les fientes entre les différentes parties des zones de la cage (figure 6) a montré que dans le nid et l'AGP, les parties recouvertes d'un tapis sont significativement plus souillées par les fientes que les zones grillagées. Les tapis, même perforés (nid et AGP sans substrat), retiennent effectivement une partie des fientes alors qu'elles passent au travers du grillage.

Les souillures de fientes importantes sur les tapis de ponte pourraient augmenter la salissure des coquilles d'œufs et leur contamination bactériologique. Cependant dans notre étude la présence de tapis de nid ne détériore pas la propreté des œufs ni la contamination microbiologique des coquilles des œufs.

■ Figure 6 — Fréquence (%) des scores de souillures par les fientes en fonction des zones de la cage après enlèvement des poules (N=18 pour les cages 20 et N=36 pour les cages 40 et 60) scores : 0 (pas de fientes) à 3 (amas de fientes importants).



Dans la partie centrale de la cage, la zone sous les perchoirs est plus sale que les parties sans aménagement : les fientes s'accumulent prioritairement à cet endroit et ne passent pas au travers du grillage en l'absence de piétinement des animaux (zone non accessible pour la marche).

Au global, AGP et nid demeurent plus sales que le reste de la cage, à cause de la présence de tapis.

Si les bords du tapis de nid sont plus souillés que son centre, il n'y a pas de différence de propreté entre le centre et les bords du tapis de l'AGP en fin de bande ( $p = 0,12$ ). La gaine de séchage, en partie protégée par les tapis en cours de bande, présente un niveau intermédiaire de salissure entre le tapis et le grillage. La gaine n'est pas plus sale que le grillage dans la zone centrale bien que les fientes ne puissent pas être évacuées au niveau de la gaine.

### Usure des tapis

En fin de bande, les tapis de l'AGP sont souvent usés, un tiers présentant des picots abîmés et 10 % étant même perforés.

### Propreté des tapis après nettoyage

Après l'enlèvement des poules, les tapis d'AGP et de nid ont dû être enlevés des cages pour être nettoyés. Ils ont ensuite été plongés plusieurs jours dans des bacs remplis d'eau afin de pouvoir décoller au mieux les amas de fientes. Ensuite, un nettoyage au jet a dû être effectué pour ôter tout résidu de fientes. La notation des tapis après séchage montre que les tapis sont propres. Mais l'ensemble des tapis de nid et d'AGP nécessite un temps non négligeable pour être réutilisés pour la bande suivante (enlèvement, nettoyage, séchage, repositionnement dans les cages).

#### 4.2 Effets de la taille de groupe et de l'apport de substrat

##### Souillures de fientes

Les nids et les bords du tapis de nid sont plus sales dans les petites cages que dans les autres. Il a été démontré sur l'ensemble de la période de production que le taux de ponte au nid était plus faible dans les cages de 20 poules que dans celles de 40 et 60. La moindre fréquentation du nid dans les cages de 20 poules ne permettrait pas de garder un bon état de propreté des tapis. La taille de groupe n'a pas d'effet sur la propreté de l'AGP.

La zone centrale, notamment sous les perchoirs tend aussi à être plus souillée dans les petites cages par rapport aux autres cages. Les cages plus grandes, à l'inverse des petites cages, favorisent peut-être la circulation des animaux et le passage des fientes au travers du grillage du fait du piétinement. L'agencement des perchoirs joue sans doute aussi un rôle, dans le sens où il y a davantage de perchoirs transversaux limitant la circulation des poules dans les cages de 20 poules.

Les nids, plus particulièrement les bords du tapis de nid, sont plus souillés par les fientes dans les traitements où du substrat est distribué. Cette



■ Amas de fientes sur le bord du tapis de nid (source : Anses).

différence est difficile à expliquer car l'apport de substrat n'a apparemment pas d'effet sur la fréquentation du nid, en tout cas le taux de ponte au nid est identique dans les traitements avec et sans substrat. La distribution de substrat n'a pas d'effet sur la propreté de l'AGP. Ainsi, les tapis ajourés sans apport de substrat sont aussi sales que les tapis non ajourés avec apport de substrat. L'apport de substrat n'a pas d'effet non plus sur la propreté de la zone centrale.

### Usure des tapis

L'usure des tapis d'AGP est beaucoup plus importante dans les traitements où du substrat est apporté : 85 % des tapis des cages avec substrat sont abîmés (dont 17 % perforés), contre seulement 2 % dans les cages sans substrat. L'usure des tapis dans les traitements avec substrat est due au fait que les poules picorent à l'endroit où le substrat tombe, et picotent ainsi les picots du tapis AstroTurf. Une telle différence d'usure ne s'observerait peut-être pas avec un substrat non alimentaire. Les tapis des traitements avec substrat seront difficilement utilisables pour l'expérimentation suivante. La nécessité de remplacer les tapis en cas de distribution de substrat alimentaire est un surcoût important à prendre en compte en conditions commerciales de production.

## 5. Conclusion

Cette expérimentation conduite en élevage de poules pondeuses en cages aménagées a permis d'apporter des éléments de réponse aux objectifs fixés : étudier l'impact de la taille de groupe et de la distribution ou non de substrat sur l'aire de grattage et picotage sur les performances zootechniques, l'état sanitaire des animaux et la propreté du matériel.

### Bilan consommation d'aliment

La consommation d'aliment dans nos cages aménagées est supérieure aux mesures obtenues en cages conventionnelles lors des essais conduits précédemment à l'Anses. On peut supposer que l'utilisation des aménagements par les poules augmente leurs dépenses énergétiques liées aux mouvements et donc dégrade l'IC, comme ce qui a été observé en volières (Michel and Huonnic, 2003). Aucun effet de la taille de groupe ni de l'apport de substrat n'a été observé sur l'indice de consommation.

### Bilan ponte

En cages aménagées, les performances de production sont élevées et comparables à la productivité en cages conventionnelles. Le taux de ponte au nid est également très satisfaisant, dès le début de la ponte. De ce fait, le taux de commercialisation des œufs est élevé, les œufs pondus dans les nids présentant moins d'anomalies que ceux produits hors-nid. Le nombre d'animaux par cage n'affecte pas les performances de production mais une taille de groupe de 20 poules par cage augmente significativement le taux de ponte hors-nid. L'impact de l'apport de substrat n'affecte pas les paramètres de production ni la localisation de la ponte.

### Bilan viabilité

Le taux de viabilité est plus élevé que la référence ISA. La mortalité des poules, dont le bec a été épointé à 1 jour d'âge, ne varie pas en fonction de la taille de groupe ni de l'apport de substrat.

Aucun effet de la taille de groupe n'a été constaté sur la mortalité en cours de transport à l'abattoir, la fréquence des ailes cassées et des lésions ou sur les saisies sanitaires. L'augmentation de la taille de groupe en cages aménagées n'a donc pas détérioré la qualité des carcasses à l'abattoir.

### Bilan état corporel

Le pourcentage d'animaux présentant un état d'emplumement satisfaisant par zone de contrôle est en moyenne de 80 %. Aucun effet majeur de la taille de groupe ou de l'apport de substrat n'a été mis en évidence sur l'emplumement, la présence de blessure ou le poids des animaux.

### Bilan propreté des cages

Les zones recouvertes par un tapis sont plus souillées par les fientes que celles où le grillage est apparent. Il ne semble pas que l'utilisation de tapis perforés permette de maintenir un meilleur état de propreté de l'AGP. Les salissures du tapis de ponte ne semblent pas avoir d'impact sur la propreté des œufs.

Le grillage sous les perchoirs est également plus sale que le reste de la cage, à cause de l'absence de circulation des poules à cet endroit. Ce phénomène tend à être plus marqué dans les petites cages, le croisement des perchoirs limitant peut-être plus la circulation des animaux. En fin de bande, la propreté du tapis de ponte est également moindre dans les cages de 20 par rapport à celles de 40 et 60, bien que le nid soit un peu moins utilisé pour pondre dans les petites cages.

### Bilan usure des tapis

L'apport d'un substrat entraîne une usure beaucoup plus importante des tapis de l'AGP, témoignant d'activité de picotage et grattage. Ceux-ci seront difficilement utilisables pour la bande suivante ; la nécessité de remplacer les tapis en cas de distribution de substrat ou de les enlever pour les nettoyer est un surcoût important à prendre en compte en conditions commerciales de production.

En conclusion de ce travail et à la lueur des résultats, il peut être conclu que : les performances zootechniques sont comparables à celles obtenues en cages conventionnelles, le taux de ponte au nid est élevé, le taux de mortalité est faible, l'état corporel est bon et il apparaît que les animaux se sont bien adaptés à la cage aménagée. Par ailleurs, les observations comportementales (non présentées dans cet article) ont montré que les différents aménagements (nids, perchoirs et aire de grattage et picotage) étaient bien utilisés, répondant ainsi aux besoins comportementaux des animaux. Cependant des études complémentaires sont à mener pour améliorer la propreté des cages et proposer aux éleveurs des matériaux plus adaptés pour équiper le nid et l'aire de grattage et de picotage.

## Remerciements

Les auteurs remercient les membres du comité de suivi du projet, les personnels du Service d'Expérimentation Avicole et Cunicole de L'Anses (Laboratoire de Ploufragan-Plouzané) pour leur collaboration dans la réalisation de cette étude et les financeurs de ce projet : le Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du Territoire, la Région Bretagne, les Conseils Généraux 29, 56 et 35, le CNPD et l'UGPVB.

## Références bibliographiques

ABRAHAMSSON P., TAUSON R., 1997 - Effects of group size on performance, health and birds' use of facilities in furnished cages for laying hens *Acta Agric. Scand. - Sect. A* 47, 254-260.

APPLEBY M.C., HUGHES B.O., MC DONALD M., CORDIMER L.S., 1998 - Factors affecting the use of perches in cages by laying hens - *British poultry science*, 1998. 39: P. 186-190.

COLSON S., 2006 - Bien-être des poules pondeuses logées en volière de ponte : comparaison à des poules logées en cage conventionnelle et influence des conditions d'élevage des poulettes sur leur adaptation à la volière de ponte - Thèse d'Université Université de Rennes 1 Biologie (244p).

DUNCAN E.T., APPLEBY M.C., HUGHES B.O., 1992 - Effect of perches in laying cages on welfare and production of hens - *Brit. Poult. Sci.* 33, 25-35.

ELSON H.A., and CROXALL R., 2006 - European study on the comparative welfare of laying hens in cage and non-cage systems - *Archiv Fur Geflugelkunde*, 70(5): p. 194-198.

FIKS-VAN NIEKERK, T.G.C.M., R.A. VAN EMOUS, REUVEKAMP B.F.J., 2003 - Experiences with production and egg quality in alternative systems and large enriched cages for laying hens in the Netherlands - in X<sup>th</sup> European Symposium on the Quality of Eggs and Eggs Products. 2003. Ploufragan, France: ISPAIA.

GUESDON V., FAURE J.M., 2004 - Laying performance and egg quality in hens kept in standard or furnished cages - *Animal Research* 53, 45-57.

GUESDON V., AHMED A.M.H., MALLET S., FAURE J.M., NYS Y., 2006 - Effects of beak trimming and cage design on laying hen performance and egg quality - *Brit. Poult. Sci.* 47, 1-12.

HETLAND H., MOER., TAUSON L., LERVIK S., SVHUS B., 2004 - Effect of including whole oats into pellets on performance and plumage condition in laying hens housed in conventional and furnished cages - *Acta Agriculturae Scandinavica Section A Animal Science*, 2004. 54(4): p. 206-212.

HETLAND H., SVHUS B; LERVIK S; MOE R., 2003 - Effect of feed structure on performance and welfare in laying hens housed in conventional and furnished cages - *Acta Agriculturae Scandinavica Section A Animal Science*, 2003. 53(2): p. 92-100.

HUONNIC D., MAURICE R., HUNEAU A., BUREL C., MICHEL V., 2006 - Poules pondeuses logées en cages conventionnelles et en volières. Influence de l'absence d'épointage du bec et d'une augmentation de la teneur de l'aliment en cellulose sur les résultats zootechniques et l'état sanitaire des animaux - *Sciences et Techniques Avicoles* 55 (8-22).

Journal officiel des Communautés européennes 3.8.1999 DIRECTIVE 1999/74/CE DU CONSEIL du 19 juillet 1999 établissant les normes minimales relatives à la protection des poules pondeuses L 203/53-L 203/57.

LAYWEL., 2006 - Welfare implications of changes in production systems for laying hens - Available at : [www.LayWel.eu](http://www.LayWel.eu).

MICHEL V. and HUONNIC D., 2003 - A comparison of welfare, health and production performance of laying hens reared in cages or aviaries - *British Poultry Science*, 2003. 43: p. 775-776.

MICHEL V., POSTOLLEC G., HUONNIC D., COTTE J.P., BOILLETOT E., BALAINE L., EONO F., MAURICE R., PROTAIS J., AUBERT C., 2002 - Comparaison de l'élevage de poules pondeuses, avant et pendant la période de ponte, dans un système alternatif de type volière et dans un système classique de cages en batteries - Rapport de la deuxième étude. AFSSA-LERAP-Ploufragan, décembre 2002 (46p).

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 Technique Avicoles* 49 (octobre 2004) 4-15).

MOORMAN F., 2009 - Production d'œufs en Europe : situation actuelle dans des pays différents - UGPVB Assemblée générale de section œufs St Gilles le 4 décembre 2009.

NIEKERK T.G.C.M.V., et al , 2002 - Experiences with different model of furnished cages - *Archiv Fur Geflugelkunde* (60).

TAUSSON R., KJAER J., MARIA G.A., CEPERO R., HOLM K E., 2006 - Applied scoring of integument and health in laying hens - Available at : [www.LayWel.eu](http://www.LayWel.eu).

VALKONEN E., VENALAINEN E., ROSSOV L., VALAJA J., 2006 - Effects of dietary protein on egg production of laying hens housed in furnished or conventional cages - *Acta Agriculturae Scandinavica A: Animal Sciences*, 2006. 56: p. 33-41.

VALKONEN E., VENALAINEN E., ROSSOV L., VALAJA J., 2008 - Effects of dietary energy content on the performance of laying hens in furnished and conventional cages - *Poultry Science*.87: p. 844-852.

WALL H., TAUSON R., 2002 - Egg quality in furnished cages for laying hens - effects of crack reduction measures and hybrid - *Poult. Sci.* 81, 340-348.

WALL H., TAUSON R., ELWINGER K., 2002 - Effect of nest design, passages, and hybrid on use of nest and production performance of layers in furnished cages - *Poult. Sci.* 81, 333-339.

WALL H., TAUSON R., 2007 - Perch arrangements in small-group furnished cages for laying hens - *Journal of Applied Poultry Research*, 16: 322-330.

WEITZENBURGER D., VITS A., HAMAN H., DISTI O., 2006 - Evaluation of small group housing systems and furnished cages concerning keel bone deformities, plumage condition, claw length und body weight in layer strains Lohmann Selected Leghorn and Lohmann Brown - *Archiv Fur Tierzucht Archives of Animal Breeding*, 2006. 49(1): p. 89-102.

WEITZENBURGER D., VITS A., HAMAN H., DISTI O., 2006 - Evaluation of small group housing systems and furnished cages as regards particular behaviour patterns in the layer strain Lohmann Selected Leghorn - *Archiv Fur Geflugelkunde*, 2006. 70(6): p. 250-260.