



Élevage expérimental de poules pondeuses en cage conventionnelle et en système alternatif : résultats zootechniques, état sanitaire des animaux et qualité de l'ambiance

Virginie MICHEL, Gilbert POSTOLLEC, Robert MAURICE, Didier HUONNIC, Sandra COLSON

AFSSA – site de Ploufragan BP 53 22440 PLOUFRAGAN

INTRODUCTION

La Directive 1999/74/CE du 19 juillet 1999 interdit l'usage des cages conventionnelles pour loger les poules pondeuses à dater du 1^{er} janvier 2012, date à laquelle ne seront plus autorisés que les systèmes alternatifs et les cages aménagées. Cette Directive prévoit qu'au plus tard le 1^{er} janvier 2005, la Commission soumettra au Conseil, un rapport sur les différents systèmes d'élevage visés par la Directive et tenant compte d'une part des aspects zootechniques, physiologiques et pathologiques, éthologiques, et d'autre part des aspects sanitaires, socio-économiques et environnementaux. C'est dans ce cadre que des études expérimentales sont

menées à l'AFSSA de Ploufragan dans le but de comparer le bien-être, la santé des animaux, les résultats zootechniques ainsi que la qualité de l'ambiance dans un élevage de poules pondeuses de type cages conventionnelles et dans un système de type volières.

Lors d'une première expérimentation, une bande de poules pondeuses (B1) avait été élevée pour moitié en cages et pour moitié en volières. Dans chaque système de logement, la moitié des animaux était époincée et l'autre non. Il est apparu que les animaux élevés en volières occupaient très bien l'espace disponible et que leurs activités étaient plus variées qu'en cages (possibilité de locomotion plus importante, dont le vol). Cependant, en volières

des phénomènes de cannibalisme sont apparus en fin de bande, surtout chez les animaux non époincés. La conservation de l'intégrité du bec des animaux semblait difficilement compatible avec l'élevage en volière dans ces conditions. Par ailleurs, bien que la qualité de l'ambiance n'ait pas fait l'objet de mesures spécifiques lors de la bande 1, il est apparu que la qualité de l'air en volière était visiblement dégradée par rapport aux cages.

Une deuxième expérimentation (B2) a été mise en place pour essayer d'améliorer le système d'élevage des poulettes destinées aux volières. Les poulettes destinées aux volières étaient cette fois élevées pour moitié en volières d'élevage (comme pour la bande B1) et pour moitié au sol avec des aménagements (perchoirs et caillebotis) (nouvelle modalité). Tous les animaux étaient époincés. Les résultats de l'expérimentation B2, ont montré :

- une amélioration des performances des animaux en volières qui se rapprochaient de celles des cages sans toutefois les atteindre.
- une moins bonne adaptation à la volière de ponte des poulettes élevées au sol avec aménagements par rapport aux poulettes élevées en volières.
- la quasi-absence de lésions dues à des problèmes de cannibalisme.
- la persistance des problèmes de qualité de l'air en volières.

Une troisième bande de poules pondeuses (B3) a donc été élevée à l'AFSSA sur la période 2002-2003 dans le but :

- de tenter d'améliorer l'élevage au sol



Élevage des poulettes en volière

avec aménagements des poulettes destinées à la volière de ponte,

- de développer l'étude sur la qualité de l'air,
- de préciser, à l'aide de divers indicateurs, le niveau de bien-être des animaux en cages et en volières.

Les résultats exposés ici concernent les performances zootechniques, la qualité de l'air en élevage ainsi que la santé des animaux.

1. MATÉRIELS ET MÉTHODES

ABRÉVIATIONS UTILISÉES

- B1 : bande 1.
- B2 : bande 2.
- B3 : bande 3.
- Cp : poules logées en cages de ponte
- S : semaine d'âge des animaux (de 1 à 68).
- Se : poulettes élevées au sol
- Pe : poulettes élevées au sol aménagé
- Ve : poulettes élevées en volières
- Vp : poules logées en volière de ponte

1.1. L'ÉLEVAGE DES ANIMAUX

Tous les poussins provenaient d'un même troupeau de reproducteurs inscrit à la charte sanitaire (Arrêté du 26 octobre 1998). Les poulettes ont fait l'objet d'un programme de prophylaxie classique en élevage de production en Bretagne (Maladie de Marek, Bronchite Infectieuse, Coccidiose, Maladie de Newcastle, Maladie de Gumboro, Pneumovirose aviaire, Encéphalomyélite aviaire).

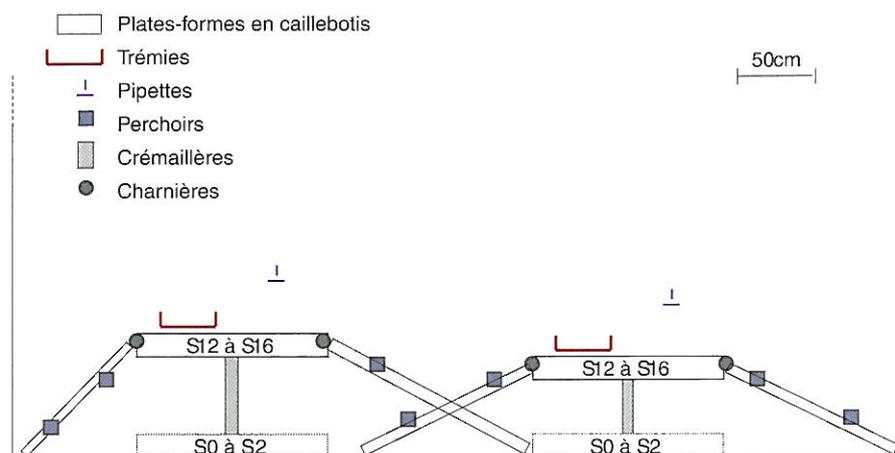
Les poules pondeuses utilisées pour l'essai sont de souche ISA Brown. De 1 jour à 17 semaines d'âge, les poulettes ont été élevées dans les bâtiments de la station expérimentale de l'AFSSA. Tous les animaux ont été épointés à 9 jours d'âge. En Semaine 17 (S17), les poulettes ont été transférées dans des bâtiments de ponte. Elles ont été abattues en semaine 68 (S68).

Les systèmes d'élevage des poulettes étaient : le sol, le sol aménagé et la volière.

Les systèmes de ponte étaient : la cage conventionnelle et la volière.

Les animaux étaient répartis selon 3 traitements différents :

■ Figure 1 : Coupe transversale des aménagements disponibles dans le traitement Pe



■ Figure 2 : Coupe transversale d'une volière pour poulettes

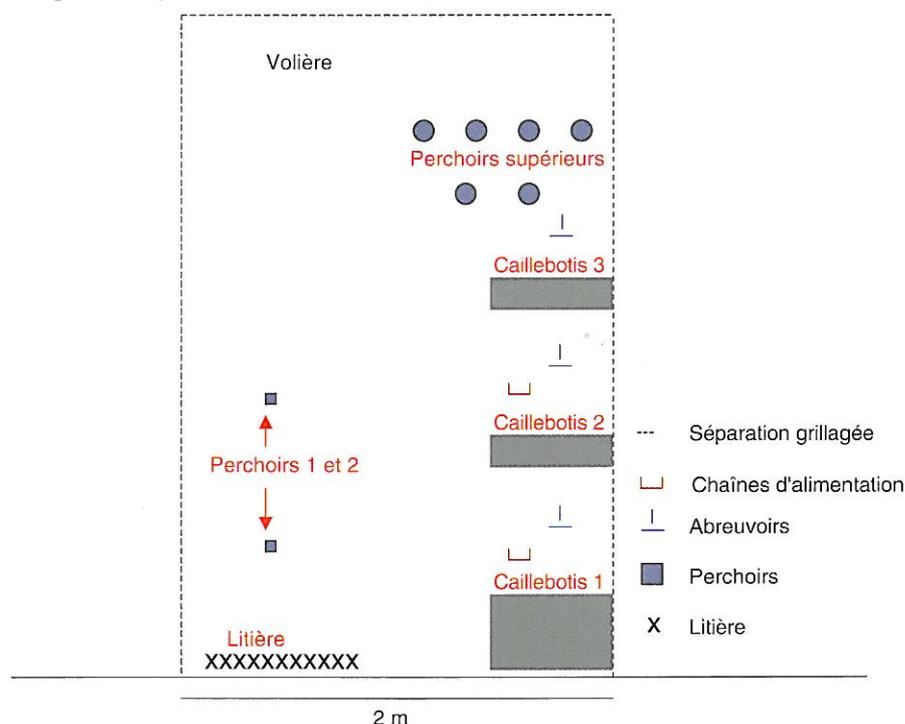


Tableau 1 - Caractéristiques des trois différents modes d'élevage des poulettes

CARACTERISTIQUES		SOL	SOL ET PERCHOIRS	VOLIERE
Nombre parquets		7	3	4
Superficie parquets (m²)		69	69 (26)	24 (ou 41 de surface utile)
Nombre total d'oiseaux (densité/m² surface utile)		5705 (11.8)	2790 (9.8)	3000 (18.3)
Nombre pipettes		116 (1/7 oiseaux)	116 (1/8 oiseaux)	108 (1/7 oiseaux)
Nombre mangeoires		16 trémies circulaires (1.9 cm/oiseau)	16 trémies circulaires (1.9 cm/oiseau)	48 m de mangeoires longitudinales (6.4 cm/oiseau)
Équipement particulier	Plate-forme	-	26 m² de caillebotis par parquet (2 niveaux)	17 m² de caillebotis (sur 3 niveaux, dont 2 avec chaînes d'alimentation)
	Litière	copeaux	copeaux	200 cm²/animal (paille)
	Perchoirs	-	14 cm²/animal	12.8 cm²/animal

- Traitement **Se/Cp** : poulettes élevées au sol (**Sol élevage**) et détenues en cage pour la période de ponte (**Cage ponte**).
- Traitement **Pe/Vp** : poulettes élevées au sol aménagé avec des perchoirs et des caillebotis (**Perchoirs élevage**, Figure 1) et détenues en volière pour la période de ponte (**Volière ponte**).
- Traitement : **Ve/Vp** : poulettes élevées en volière (**Volière élevage**, Figure 2) et entretenues en volière pour la période de ponte (**Volière ponte**).

1.1.1. POULETTES FUTURES PONDEUSES

Le descriptif des trois systèmes d'élevage des poulettes (Se, Pe et Ve) figure au tableau 1. En volière, pendant les quatre premières semaines, les poulettes ont été maintenues sur un seul niveau (premier caillebotis) afin de leur garantir un accès permanent à la nourriture et à la boisson. Au cours de la cinquième semaine, les poulettes ont été libérées dans tout l'espace de la volière. Les caillebotis présents dans le système sol aménagé ont été progressivement surélevés (Figure 1) pour atteindre le niveau du 1^{er} caillebotis des volières en S4. Ils ont ensuite été régulièrement surélevés afin d'atteindre 85 cm de haut en S12.

1.1.2. POULES PONDEUSES

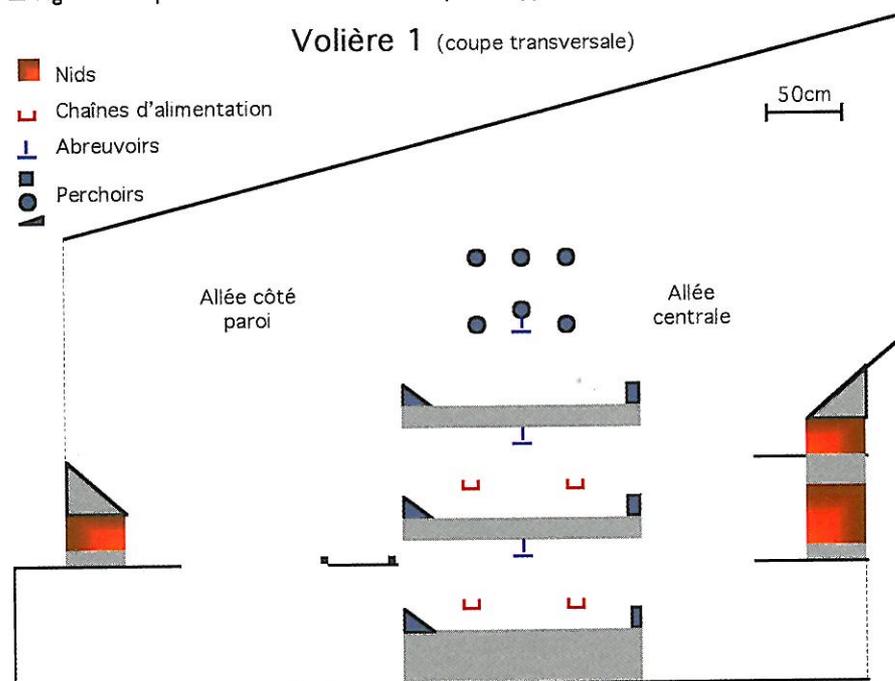
Les poulettes élevées au sol ont ensuite été transférées en cages conventionnelles. Les cages de 5 places étaient disposées en 4 batteries de 288 cages chacune sur 3 niveaux. Chaque cage avait pour dimensions (L x P x H) : 60 cm x 48,5 cm x 40 cm. Ces cages respectaient la directive 1999/74/CE en ce qui concerne la surface utile par poule (550 cm² minimum/poule), leur descriptif figure au tableau 2. Les poules entretenues en cages (5160 poules) représentaient la moitié des animaux de l'expérimentation.

L'autre moitié des poules était logée en volières de type Natura, Big Dutchman (Figure 3). Le bâtiment était divisé en deux volières de 178 m² chacune avec trois niveaux de caillebotis. Les deux volières étaient séparées par un grillage. Les chaînes d'alimentation se trouvaient sur les deux premiers caillebotis. Des pipettes pour l'abreuvement se trouvaient sur les trois niveaux. Les poules étaient réparties à raison de 2560 poules par volière.

Tableau 2 - Caractéristiques des deux différents modes d'élevage des poules pondeuses, comparées à la norme européenne (directive 1999/74/CE).

CARACTERISTIQUES	CAGE		VOLIERE	
	AFSSA	Directive	AFSSA	Directive
Superficie utilisable (cm ² /animal)	582	550	1162.8	1111
Densité (oiseaux/m ² surface utile)	17.2	18.2	8.6	9
Nombre pipettes/animal	0.2	-	0.1	0.1
Longueur mangeoires (cm/animal)	12	10	9.4	10
Equipement particulier	Litière (cm ² /animal)	absence	511	250
	Nid (cm ² /animal)	absence	265	83
	Perchoir (cm/animal)	absence	15.3	15

■ Figure 3 : Coupe transversale d'une volière de ponte (appellation des différents niveaux précisée)



Une volière était occupée par des poulettes issues de volière (Ve/Vp) et l'autre par des poulettes issues de l'élevage au sol avec aménagements (Pe/Vp). Les caractéristiques des volières sont indiquées tableau 2.

1.1.3. ALIMENTATION ET CONDITIONS D'ÉLEVAGE

Les poules et les poulettes des différents systèmes avaient la même alimentation, avec en période de ponte 5 distributions journalières dans les cages et 6 dans les volières.

Les volières et les cages étaient équipées d'un dispositif de chauffage au gaz thermostaté. Le chauffage se déclenchait lorsque la moyenne de la température des

quatre sondes réparties dans la salle d'élevage indiquait une température inférieure à 20°C et s'arrêtait lorsque cette moyenne excédait 21°C.

Le programme lumineux, 16 heures de lumière et 8 heures d'obscurité, était identique dans les deux parties sauf pour l'extinction de la lumière qui était progressive dans la volière (extinction du niveau supérieur 30 minutes après extinction du niveau inférieur). L'intensité lumineuse était en moyenne : 16 lux dans la partie volière (de 2 à 26 lux en fonction des niveaux) et de 9 lux dans la partie cage (de 5 à 12 lux en fonction des niveaux).

1.2. LE PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL

1.2.1. ETUDE DES PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES

Un relevé hebdomadaire du nombre d'œufs pondus en volières et en cages a été effectué à partir de S18, correspondant à la première semaine de ponte. Dans la partie volière, le nombre d'œufs trouvés sur la litière et sur les caillebotis a été noté. Les œufs mous, doubles, cassés, sales ou déformés ont été comptabilisés. Les œufs ont été pesés (1800 par traitement) chaque semaine pour connaître le poids moyen des œufs.

1.2.2. ETAT SANITAIRE DES ANIMAUX

Le suivi sanitaire a porté sur toute la période d'élevage et de production. Il comportait : l'enregistrement des morbidités et des mortalités ainsi qu'un suivi sérologique (mycoplasmoses à *Mycoplasma gallisepticum* ou à *Mycoplasma synoviae*, maladie de Newcastle) et parasitologique (dénombrements d'oocystes) des animaux.

En S4, S8, S12, S15, S38, S66, de 180 à 400 animaux par traitement ont été pesés. En S15 (poulettes) puis en semaine 38 et 67 (poules), une estimation de l'état d'emplumement et de l'intégrité cutanée a été réalisée sur 200 animaux par volière et sur 400 animaux des cages. L'emplumement a été noté de 1 à 3 (de médiocre à excellent). Lors de ces contrôles, l'intégrité cutanée ainsi que l'état des pattes (longueur des griffes, gonflements, kératomes) ont été également notés. Avant le départ à l'abattoir en S68, 30 animaux par traitement ont été sacrifiés afin de mesurer la solidité osseuse du tibia et de l'humérus par un test de résistance à la rupture (test de flexion à "trois points") réalisé sur un appareil Ericksen (MST, série M). Le poids, le diamètre et la longueur de chaque os ont également été mesurés. A l'abattoir (semaine 68), un dénombrement des ailes cassées et des lésions du poitrail, du bréchet et de l'abdomen a été réalisé. Le nombre de poules mortes au cours du transport et de poules saisies a été relevé.

1.2.3. QUALITÉ DE L'AMBIANCE

Les mesures d'empoussièremment concernaient tous les types de bâtiments : sol (Se et Pe) et volière (Ve) en période d'éle-

vage, cages (Cp) et volières (Vp) en période de ponte.

Le capteur de poussières utilisé (ARELCO CIP 10) filtre l'air et permet, selon le filtre utilisé, la récupération des poussières totales (0-100 μm) ou alvéolaires (<12 μm). Le calcul du taux de poussières (mg/m^3) est réalisé à partir de la connaissance du volume filtré et de la masse de poussières récupérées.

Méthodes de mesure : Les prélèvements de poussières ont été réalisés au moyen de 4 appareils dans chaque bâtiment :

Les mesures ont été réalisées 2 fois par mois entre 4 et 68 semaines, ainsi que lors du transfert des poulettes en systèmes de ponte et lors du dépeuplement.

Les prélèvements ont été réalisés sur deux jours consécutifs, à raison d'un jour par bâtiment.

Les appareils de mesure étaient soit portés par le personnel (mesure d'exposition du personnel) soit placés en position fixe (mesure d'ambiance)

Dans chaque bâtiment, les 4 appareils de mesure étaient placés comme suit :

- un appareil avec filtre à poussières totales en position fixe, au milieu du bâtiment à hauteur d'homme,
- un appareil avec filtre à particules alvéolaires en position fixe, au milieu du bâtiment à hauteur d'homme,
- un appareil avec filtre à poussières totales porté par un animalier,
- un appareil avec filtre à particules alvéolaires porté par un animalier.

Les appareils (fixes ou portés par le personnel) étaient mis en mode prélèvement pendant une durée de 5 h environ de



Elevage des poulettes sur sol aménagé

façon à refléter la journée classique d'un animalier.

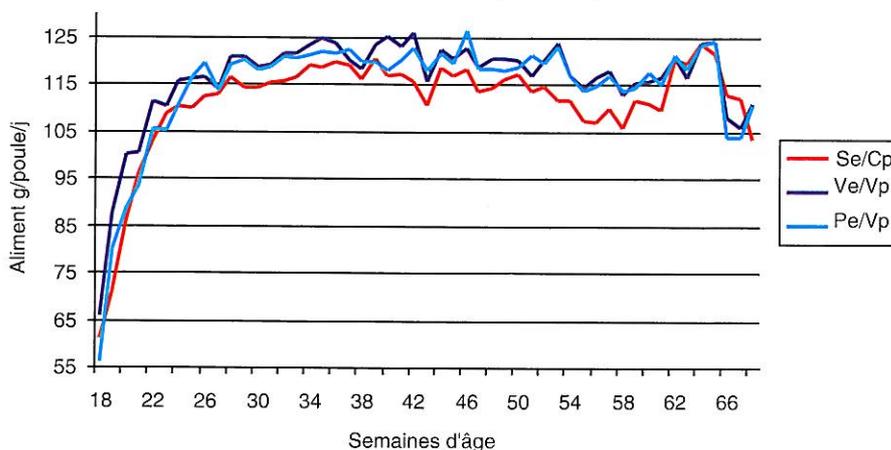
2. RÉSULTATS ET DISCUSSION

2.1. RÉSULTATS ZOOTECHNIQUES

2.1.1. LA CONSOMMATION EN ALIMENT

La consommation en aliment par poule et par jour, à partir du début de ponte (S18 d'âge), est présentée en figure 4. Dès le début de la période de ponte, la consommation en aliment est globalement supérieure en volières par rapport aux cages. En S28, un plateau est atteint avec une consommation de 116 g/poule/j en cages, 120 g/poule/j en Ve/Vp et 119 g/poule/j en Pe/Vp. Cette différence entre cages et volières se maintient jusqu'en S62, à partir de cette date la consommation alimentaire est similaire et fluctue de la même façon en cages et en volières. Cette situation est un peu différente de celle constatée sur la deuxième bande de poudeuses conduite à l'AFSSA (Michel et Huonnic, 2003, Michel, 2002) où, au tout début de la période de ponte les animaux de volières consommaient sensiblement

■ Figure 4 : Consommation en aliment au cours de la période de ponte



moins d'aliment que ceux des cages, surtout pour les poulettes élevées au sol aménagé. Ceci était principalement dû à des difficultés d'adaptation des poules à la volière [difficulté à trouver les mangeoires et les pipettes]. La situation a été améliorée lors de la B3 par un transfert plus précoce d'une semaine en bâtiment ponte [l'adaptation a démarré dès la S17] et en Pe/Vp particulièrement par le fait que les poulettes aient été alimentées et abreuvées sur les caillebotis, en hauteur [et non au sol, comme en B2]. Les animaux ont donc trouvé plus rapidement les chaînes d'alimentation. En toute fin de période de ponte (Figure 4), la brusque chute de consommation d'aliment constatée dans tous les traitements est due à la canicule d'août 2003.

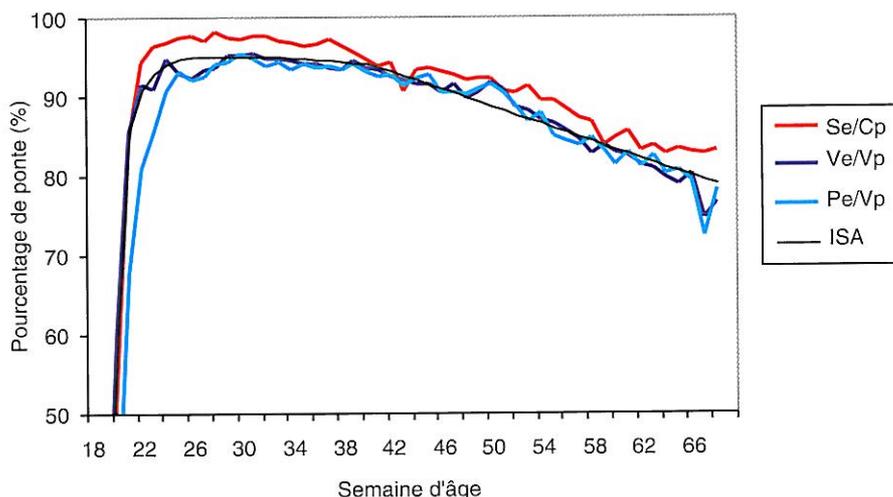
Sur l'ensemble de la période de ponte, la consommation alimentaire est plus élevée en volières [115.9 g/poule/j en Ve/Vp et 114.2 g/poule/j en Pe/Vp] qu'en cages [111.1 g/poule/j]. Ceci s'explique par une plus grande activité des animaux en volières qui dépensent donc davantage d'énergie. La différence entre les deux volières est faible [peu de problèmes d'accès à l'aliment des poules de Pe/Vp], les 1.7 g de différence peuvent s'expliquer par le fait que les poules de Ve/Vp pratiquent davantage de vols et de sauts [très consommateurs d'énergie] que les poules de Pe/Vp.

2.1.2. LES PERFORMANCES DE PONTE

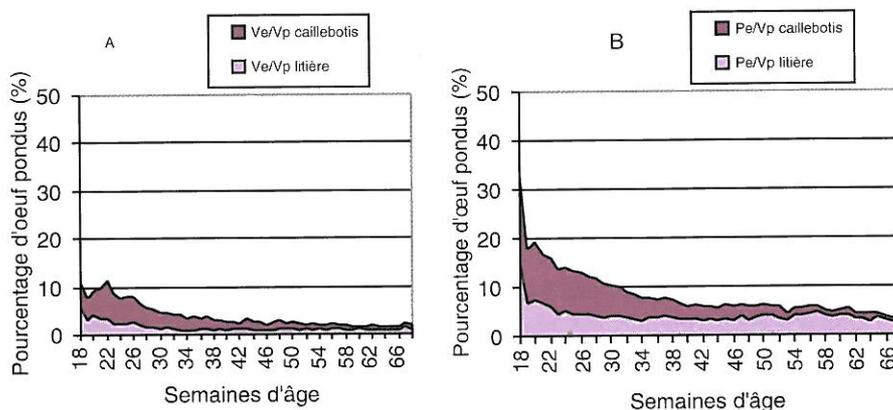
2.1.2.1. Quantité d'œufs pondus et ponte hors nid

Les poules ont commencé à pondre en S18 avec un taux de ponte en volières et en cages compris entre 0.4 et 2.6 %. En S20, le taux de ponte atteint 42.2 % en cages, 39.7 % en Pe/Vp et 59.7 % en Ve/Vp. Le démarrage de la ponte s'est donc fait plus rapidement chez les animaux élevés et logés en volière. En S24, le pic de ponte est atteint avec 96.6 % de ponte en cages vs 94.5 % en Ve/Vp et 93.4 % en Pe/Vp (Figure 5). Ce n'est qu'en semaine 25 que le taux de ponte dans les 2 volières est similaire, il restera par la suite inférieur de 3 à 4 % à celui obtenu en cage jusqu'en S38, puis de 0 à 2 % jusqu'à la fin de la période de ponte. A partir de la semaine 28, les différences entre les 2 volières sont pratiquement inexistantes. Sur la période de

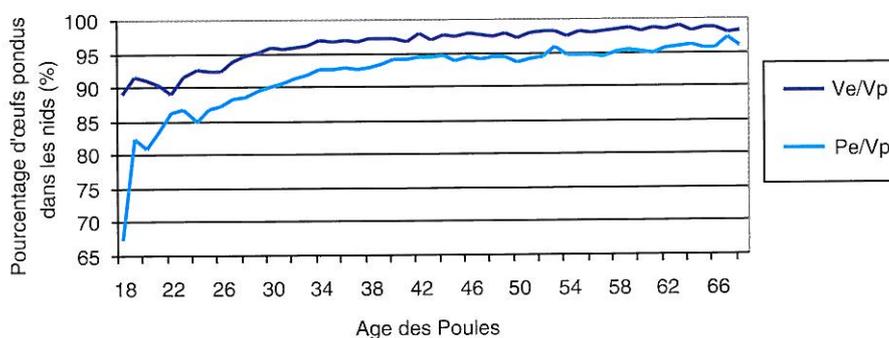
■ Figure 5 : Taux de ponte en fonction du traitement et par rapport à la norme de référence ISA



■ Figure 6 : Pourcentages d'œufs pondus sur la litière et les caillebotis, dans le traitement Ve/Vp (A) et dans le traitement Pe/Vp (B), en fonction de l'âge des animaux



■ Figure 7 : Pourcentage d'œufs pondus dans les nids en volières en fonction du traitement et de la semaine d'âge



ponte, le taux de ponte moyen en cages est de 87.5%, de 85.4% en Ve/Vp et de 83.5% en Pe/Vp.

Au début de la période de ponte une difficulté d'adaptation à la volière s'est donc fait sentir chez les poulettes provenant du sol aménagé. L'étude de leur occupation de l'espace a montré que les animaux provenant du sol aménagé pratiquaient moins de vols et de sauts que ceux venant de volière. Tout laisse à penser que les animaux, dans les premières semaines,

ont eu davantage de mal à trouver les niveaux de nids, ce qui a conduit à un taux de ponte plus faible [une partie des œufs pondus hors nid est détruite par les animaux ce qui contribue à diminuer artificiellement le taux de ponte global en volière, surtout en Pe/Vp]. Ce problème d'accès aux nids a cependant été plus vite réglé que lors de la deuxième bande. Ceci peut s'expliquer par le fait que lors de la présente expérimentation (B3), les poulettes du traitement Pe/Vp étaient ali-

mentées et abreuvées sur les caillebotis. Les animaux transférés en volières se sont donc plus vite habitués à la verticalité, notamment pour la recherche de nourriture (cf. chap. précédent), mais également pour la recherche des nids.

Même si les écarts se sont réduits au cours de la période de ponte, le taux de ponte est toujours resté inférieur en volières par rapport aux cages (Figure 5). Ceci s'explique en grande partie par la ponte hors nid qui a été importante dans les premières semaines, surtout pour les animaux provenant du sol aménagé. Sur la figure 6, on constate que la ponte sur caillebotis représente la majeure partie de la ponte hors nid, surtout dans le traitement Pe/Vp : de 18 % en S18 à 5 % en S32 en Pe/Vp et de 5.6 % à 3 % en Ve/Vp. La ponte sur litière est assez importante également en début de ponte (Figure 6) et passe en dessous de 2% pour Ve/Vp et de 4% pour Pe/Vp en S27. La figure 7 montre que la ponte dans les nids reste toujours inférieure de 2-3% en Pe/Vp par rapport à Ve/Vp.

Contrairement à ce qui s'était produit lors de la bande 2, le problème de l'accessibilité à l'alimentation semble avoir été réglé pour les poules provenant du sol aménagé, mais l'accessibilité aux nids est encore restée un problème dans les premières semaines. L'une des solutions à envisager pour les poules élevées au sol aménagé pourrait être la mise en place de passerelles pour faciliter l'accès aux nids.

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

Dès la semaine 18, le poids moyen de l'œuf est similaire dans les 3 traitements (entre 42.1 et 42.6 g). Il augmente ensuite pour atteindre 60 g en S30 et de l'ordre de 65 g en moyenne à la fin de la période de ponte. Si individuellement les œufs pondus en cages et en volières n'ont pas un poids différent, le poids d'œufs produit/poule/j (Figure 8) suit une courbe de même allure que celle du taux de ponte. Après un plateau atteint en S30, les poids d'œuf/poule/j croissent encore légèrement jusqu'en S39 pour les volières (58.4 et 58.6 g/poule/j en Ve/Vp et Pe/Vp respectivement) et S37 pour les cages (60.5 g/poule/j). En relation avec la différence de taux de ponte, les valeurs concernant les volières sont

■ Figure 8 : Poids de l'œuf en g/poule/j par traitement et en fonction de l'âge

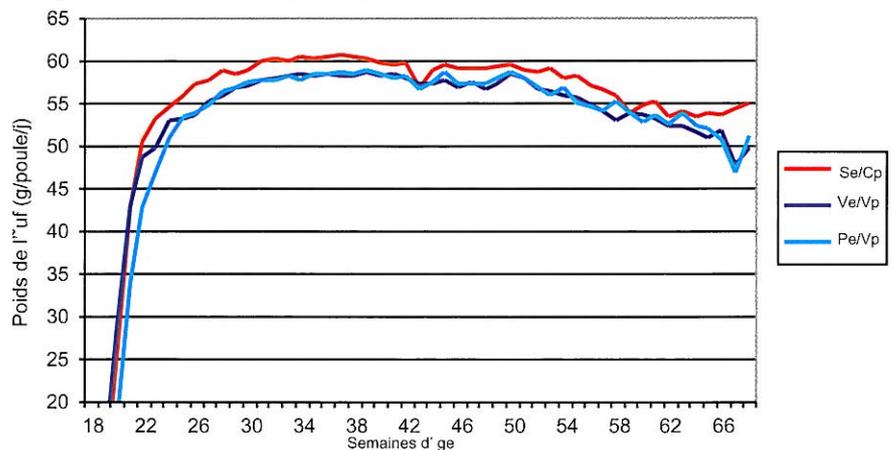


Tableau 3 - Synthèse des résultats zootechniques établie sur toute la période de ponte (S18-S68).

	Se/Cp	Ve/Vp	Pe/Vp	Standard Isabrown
Pourcentage de ponte/poule présente (%)	87.5	85.4	83.5	86,1
Nombre d'œufs pondus par poule	Départ	306	300.3	299.1
	Présente	312.3	304.7	298.3
Pourcentage d'œufs non commercialisables	4.67	4.25	5.26	
Masse moyenne des œufs (g)	61.93	61.39	61.89	62,5
Masse d'œufs/poule/jour (g)	54.2	52.4	51.7	53,75
Masse d'œufs par poule (kg)	Départ	18.95	18.44	17.86
	Présente	19.35	18.71	18.46
Consommation par œuf (g)	126.9	135.7	136.6	
Consommation par poule et par jour (g)	111.1	115.9	114.2	
IC	2.05	2.21	2.21	

Tableau 4 - Classement des œufs par traitement.

	%moyen de ponte	%œufs cassés	%œufs mous	%œufs doubles	%œufs déformés	%œufs sales	%œufs déclassés	%œufs commercialisables
Se/Cp	87,5	1,16	0,65	0,23	0,97	1,66	4,67	95,33
Ve/Vp	85,4	0,60	0,41	0,33	1,31	1,61	4,25	95,75
Pe/Vp	83,5	0,61	0,40	0,28	1,33	2,63	5,26	94,74

similaires et moins élevées d'1 à 2 g que les valeurs obtenues en cages. Ceci se répercute fort logiquement sur la masse d'œuf produite par poule départ qui est légèrement inférieure en volière (18.4 kg pour Ve/Vp et 17.9 kg pour Pe/Vp) par rapport aux cages (18.9 kg).

2.1.2.3. Le rapport consommation/production

L'indice de consommation (IC), (Tableau 3) donne le rapport entre la masse d'aliment consommée et la masse d'œuf produite. L'IC global sur la période de ponte est de 2.05 en cages et 2.21 en volières. En début de ponte, l'IC est élevé car le taux de ponte, donc la masse d'œufs, est faible d'une part et la quantité d'aliment consommé s'accroît rapidement. Tout au

long de la période de ponte l'IC est inférieur en cages par rapport aux deux volières, pour lesquelles l'IC est similaire. Ceci est dû à un taux de ponte, ou plus exactement un taux d'œufs comptabilisés plus faible en volière qu'en cages (en partie à cause de la ponte hors nid) et à une consommation alimentaire accrue en volière où les animaux se déplacent davantage qu'en cages et consomment de l'énergie.

2.1.2.4. La commercialisation des œufs

Les œufs que nous appelons "non commercialisables" sont des œufs qui sont soit sales, soit cassés, soit mous, soit déformés, soit doubles. Ils ne sont pas commercialisables sous forme d'œufs coquilles mais peuvent être vendus pour

partie sous forme déclassée en casserie. Le tableau 4 indique les causes de déclassement des œufs.

Le taux d'œufs commercialisables n'est pas différent en cages et en volières (entre 94,7 % et 95,8 %). Les causes de déclassement sont également globalement similaires, mis à part un taux légèrement plus important d'œufs cassés en cages et d'œufs sales en Pe/Vp. Les œufs cassés supplémentaires en cages sont dus à un mauvais réglage du système de ramassage. En raison du plus fort taux de ponte hors nid en Pe/Vp, le taux d'œufs sales est supérieur de 1 % à celui des autres traitements. Il faut noter la faible influence du taux de ponte au sol, en volières, sur la propreté des œufs. Lors de la B2, tous les œufs pondus hors nids avaient automatiquement été déclassés, diminuant sensiblement le taux d'œufs commercialisables en volières. En fait, les résultats de la B3 montrent que très peu d'œufs pondus hors nids sont sales ou cassés et qu'il n'est pas justifié de les déclasser. Ceci est possible grâce à un ramassage manuel des œufs hors nids, 3 à 5 fois par jour.

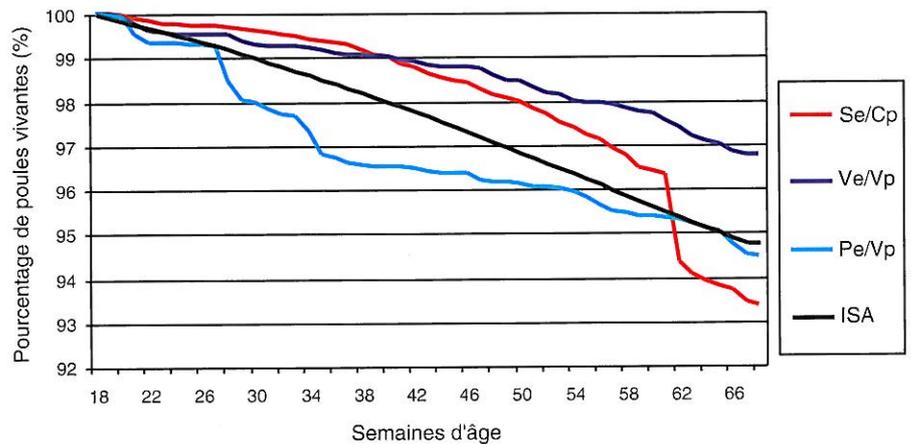
2.1.3. BILAN

Le tableau 3 synthétise les résultats zootecniques sur toute la période de ponte. Globalement, les résultats sont très proches du standard ISA pour le traitement Ve/Vp, légèrement supérieur pour le traitement Se/Cp et légèrement inférieur pour le traitement Pe/Vp. Les résultats concernant le rapport consommation d'aliment/production (consommation par œuf, par poule/j, IC) sont peu différents entre les deux volières. En revanche les résultats de ponte entre les deux volières sont différents avec un taux de ponte inférieur de 1,9% lorsque les poulettes sont élevées au sol aménagé et non en volière et une



Élevage de poulettes au sol sans aménagement

■ Figure 9 : Evolution de la viabilité (% de poules vivantes/poules départ), pour les 3 traitements par rapport à la référence ISA



production de 11,6 œufs/poule départ en moins (soit 580 g d'œuf en moins sur la période de ponte). Cette différence s'explique par la difficulté d'adaptation à la volière, des animaux provenant du sol aménagé, surtout en début de période de ponte. Les poules nouvellement logées en volières de ponte n'ont pas toutes su trouver les nids rapidement et ont pondu sur la litière et surtout sur les caillebotis où elles étaient habituées à trouver leur nourriture. Parmi les œufs pondus hors nids, une partie a été consommée par les animaux, abaissant artificiellement le taux de ponte du traitement Pe/Vp.

Toutefois, l'ensemble des résultats est amélioré par rapport à ceux obtenus lors de la bande 2, même si des différences subsistent entre les deux volières, elles sont moins marquées que lors des précédents essais, l'alimentation des poulettes en hauteur a permis aux poules de mieux s'adapter en trouvant plus rapidement les chaînes d'alimentation et d'abreuvement sur les caillebotis. Malgré le problème persistant de ponte hors nid, le taux de ponte a été amélioré en volière, et surtout dans le traitement Pe/Vp (+3,7 % de taux de ponte vs 1,6 % en Ve/Vp). Les résultats d'ensemble sont restés stables (IC) ou ont été légèrement améliorés en cages, alors qu'il ont été nettement améliorés en volières surtout pour le traitement Pe/Vp. Cette amélioration des performances en volière est liée à une meilleure maîtrise de ce nouveau système de ponte, ainsi qu'à une meilleure conduite d'élevage, combinée à un élevage des poulettes plus approprié.

2.2. ETAT SANITAIRE DES ANIMAUX

2.2.1. MORTALITÉ

La mortalité des poulettes est restée faible sur toute la période d'élevage. Elle a été de 1,2 % en volières, de 0,86 % au sol aménagé (dont 0,35 % à cause d'étouffement) et de 0,65 % au sol non aménagé. Une différence significative apparaît entre les 3 traitements ($p=0.03$), principalement en raison de l'écart volière-sol.

Pendant la période de ponte, l'évolution du nombre de poules vivantes par traitement au cours du temps (Figure 9) montre plusieurs pics de mortalité dans le traitement Pe/Vp au cours des semaines 22 à 34. Cette mortalité intervient en 3 paliers qui correspondent à 3 vagues d'étouffement des animaux dans une même zone de la volière. Les causes de ces étouffements ont été très difficiles à établir, mais il est apparu que lors des opérations de nettoyage de la zone de ramassage des œufs, les poules du traitement Pe/Vp s'entassaient dans le coin le plus proche de cette zone, provoquant des étouffements. Tout comme les poules du traitement Ve/Vp, ces poules étaient séparées physiquement et visuellement (paroi pleine) de la zone de ramassage des œufs mais elles semblaient particulièrement attirées vers cette zone lors du nettoyage. Après adoption de mesures appropriées (mise en place d'un joint d'étanchéité au niveau des portes), la pente de la courbe des poules de Pe/Vp est restée identique jusqu'en S62 à celle des animaux des autres traitements.

Jusqu'en S62, la mortalité des poules de cages et de Ve/Vp est restée très faible et les courbes de viabilité se sont maintenues au dessus de la référence ISA.

En S62, la canicule d'août 2003 (39°C dans les bâtiments) a provoqué 2% de mortalité chez les poules en cages. La mortalité n'a pas augmenté en volières du fait de la canicule, ceci est lié au fait que les poules de volière pouvaient se déplacer pour chercher les zones plus fraîches (zones de circulation d'air) et écarter leurs ailes pour se ventiler. Les poules ont également bénéficié en volières d'une densité bien moindre qu'en cage (quasiment 2 fois plus de surface utilisable par poule). Les mortalités en cages sont davantage survenues dans la partie supérieure des batteries où la température était la plus élevée.

2.2.2. BACTÉRIOLOGIE ET PARASITISME

• Période d'élevage

A l'exception d'une *Salmonella* Senftenberg isolée sur les fonds de boîtes, mais non retrouvée par la suite tous les prélèvements (chiffonnets et cadavres) ont donné des résultats négatifs pour les recherches de salmonelles. Les examens de fientes réalisés 3 jours après la vaccination des animaux contre la coccidiose ont mis en évidence la présence de 700 oocystes/g en volière et de 33900 oocystes/g au sol. Cette présence d'oocystes dans les fientes était certainement en relation avec une excrétion des coccidies vaccinales. L'excrétion a été moins importante en volière, où les animaux étaient majoritairement sur un sol en caillebotis avec tapis d'élimination des fientes.

Dès le 20^e jour le nombre d'oocystes retrouvés dans les fientes était descendu à 300/g en volière et à 900/g au sol. Au 42^e jour le nombre d'oocyste était inférieur au seuil de détection (100 oocystes/g) dans les deux bâtiments.

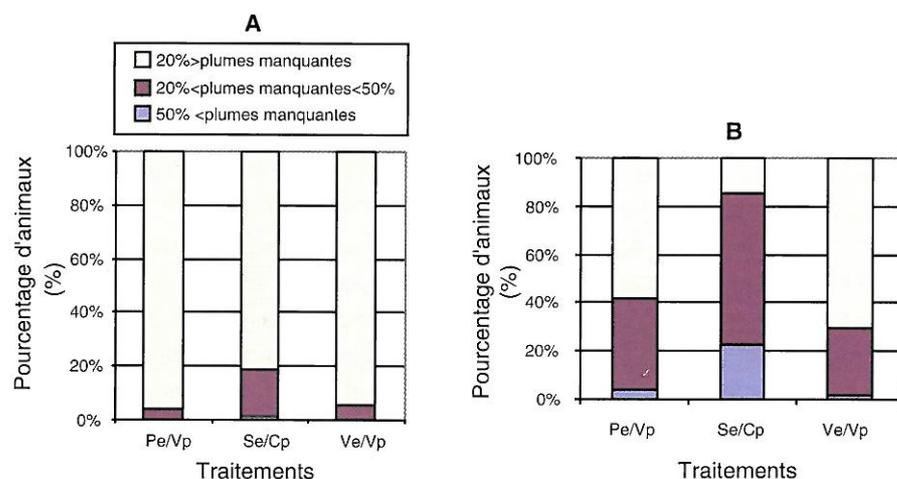
• Période de ponte

Aucune salmonelle n'a été mise en évidence au cours de la période de ponte. Des coccidies ont été isolées en semaine 42 mais en nombre très faible (1400 g), tous les autres résultats sont restés en dessous du seuil de détection (100 g). La présence d'oocystes de coccidies en semaine 42 est le témoin d'un bruit de

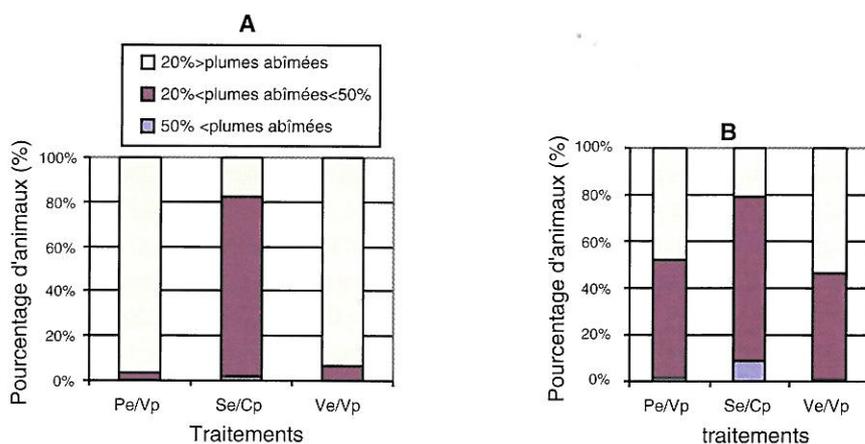
Tableau 5 - Evolution du poids (g) des animaux en S4 et S67.

Age	Ve/Vp (n=180)	Pe/Vp (n= 240)	Se/Cp (n= 180)	p
4 semaines	244 +/- 28 ^a	247 +/- 24 ^a	255 +/- 28 ^b	<10 ⁻³
8 semaines	681 +/- 66	684 +/- 63	669 +/- 68	0.059
12 semaines	1063 +/- 79 ^{ab}	1076 +/- 103 ^a	1088 +/- 89 ^b	0.039
15 semaines	1346 +/- 102	1364 +/- 97	1367 +/- 107	0.098
38 semaines	1829 +/- 152 ^a	1836 +/- 154 ^a	1902 +/- 190 ^b	<10 ⁻³
67 semaines	1959 +/- 223 ^a	1950 +/- 215 ^a	2024 +/- 241 ^b	<10 ⁻³

■ Figure 10 : Résultats de perte des plumes du cou, pour les trois traitements en S38 (A) et en S67 (B)



■ Figure 11 : Résultats de qualité des plumes du cou, pour les trois traitements en S38 (A) et en S67 (B)



fond traduisant le recyclage des coccidies vaccinales. Le suivi parasitologique n'a pas révélé la présence d'autres parasites internes.

2.2.3. L'ÉTAT CORPOREL DES ANIMAUX

Le poids des animaux

Le tableau 5 résume l'évolution du poids des animaux dans les différents traitements entre S4 et S67. Dès le début de la période d'élevage, en S4, les poulettes au sol sont légèrement plus lourdes (différence significative) que les autres. La situation semble s'inverser à 8 semaines avec une tendance

(p=0.059) des animaux à être plus lourds au sol aménagé et en volières. De 12 à 67 semaines, les animaux du traitement Se/Cp sont toujours plus lourds que ceux des traitements Pe/Vp et Ve/Vp qui ne sont pas différents entre eux. En fin de ponte la différence de poids entre les poules en cages et en volières est relativement faible +70 g environ pour les poules en cages, elle peut être expliquée par l'activité supérieure des animaux en volières qui dépensent davantage d'énergie.

L'état d'emplumement et les lésions

L'état d'emplumement, les lésions corpo-

relles et l'état des griffes des animaux ont été évalués en S15, S38 et S67. Chez les poulettes, en S15, pratiquement aucun animal ne présentait de blessure ni de défaut d'emplumement (n=150). Quelques salissures apparaissent sur le dos et la queue des poulettes en volière et au sol aménagé.

En S38, l'emplumement des animaux était bon dans tous les traitements. Il faut noter un peu de perte de plumes et une qualité altérée de ces dernières chez les poules de cages principalement. Les défauts d'emplumement concernaient principalement le bréchet pour les 3 traitements et le cou chez les poules en cage (20 % des animaux avec 20 à 50 % de perte de plume sur la zone). Les dégradations de qualité des plumes concernaient davantage les poules en cages sur les zones du cou, du bréchet puis des ailes et du dos. Les résultats de perte et qualité des plumes du cou en S38 sont illustrés par les figures 8 et 9.

Aucun problème particulier de pattes, griffes ou lésions corporelles n'est apparu. En fin de ponte (S67), l'état corporel des animaux était relativement bon compte tenu de leur âge. Les défauts d'emplumement s'étaient accentués et concernaient principalement les poules en cages. Le cou, le bréchet, puis le dos étaient les zones les plus touchées en cages par la perte de plumes. La figure 10 illustre, la différence existant entre la perte de plumes au niveau du cou entre les cages, (perte assez importante avec notamment plus de 20% des animaux ayant perdu plus de 50% des plumes du cou) et les volières. L'altération de la qualité des plumes du cou (Figure 11) existait dans les 3 traitements mais était plus importante chez les poules de cages.

Les défauts d'emplumement ont augmenté avec l'âge, en raison des frottements avec l'environnement et du picage de plume entre congénères qui est un comportement naturel des poules. En cages ces défauts étaient plus prononcés que ceux constatés en volières et ce pour 2 raisons majeures :

- le frottement plus important des plumes avec les barreaux de la cage lorsque la poule sort la tête à l'extérieur pour manger.

Tableau 6 - Etat corporel des animaux à l'abattoir et mortalité pendant le transport. Résultats indiqués en pourcentages d'animaux.

	Se/Cp	Ve/Vp	Pe/Vp	p
Poules vendues	98,29	99,32	99,04	<10 ⁻³
Poules mortes pendant le transport	0,62	0,38	0,13	<0.05
Poules saisies	1,09	0,30	0,83	<0.01
Rougeurs poitrail	0,96	0,09	0,00	<10 ⁻³
Rougeurs bréchet	1,14	0,33	0,19	<0.01
Rougeurs abdomen	19,48	26,81	26,31	<10 ⁻³
Pustules	0,14	0,61	0,47	>0.05
Hématomes pattes	0,00	0,00	0,00	
1 aile cassée	17,93	1,64	1,72	<10 ⁻³
2 ailes cassées	6,16	0,00	0,14	<10 ⁻³

- le picage de plume entre congénères accru en cage en raison de la pauvreté de l'environnement.

Peu de problèmes de pattes et de lésions corporelles ont été mis en évidence et, comme déjà mentionné dans de nombreux autres travaux (Oden et al., 2002 ; Green et al., 2000 ; Gunnarsson et al., 1999), l'étude a montré que l'augmentation de la taille du groupe en volière n'augmentait pas le risque de picage entre les poules, lorsque ces dernières étaient épointées.

L'état corporel des animaux à l'abattoir

Les poules ont été abattues à 68 semaines (Tableau 6). Il y a eu moins de poules vendues en cages que dans les autres traitements en raison d'une plus forte mortalité pendant le transport (0.62 % en cage contre 0.38 % en Ve/Vp et 0.13 % en Pe/Vp) et d'un taux de saisie supérieur (1.09 % en cages vs 0.3 % en Ve/Vp et 0.83 % en Pe/Vp). Les animaux en cages présentaient davantage de rougeurs au poitrail et au bréchet que les autres (frottement avec la porte et le grillage) mais moins à l'abdomen.

Le taux d'ailes cassées était considérablement plus élevé en cages où près d'un quart des animaux avait au moins une aile cassée. Les causes de fractures des ailes peuvent être multiples : lors de l'enlèvement (sortie des animaux au travers d'une petite ouverture) et à l'abattoir où il arrive que des ailes cassent lors de l'électroanesthésie, sous l'effet des contractions musculaires fortes. Il convient de rappeler ici que la faible résistance osseuse chez les poules en cage (cf. 2.2.4) peut également expliquer la recrudescence des fractures lors de la manipulation de ces animaux et de l'électroanesthésie.



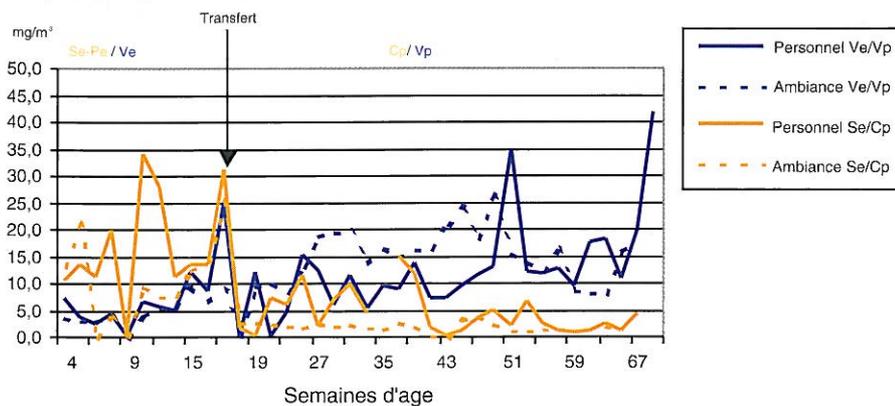
Poules pondeuses en batterie

2.2.4. SOLIDITÉ OSSEUSE

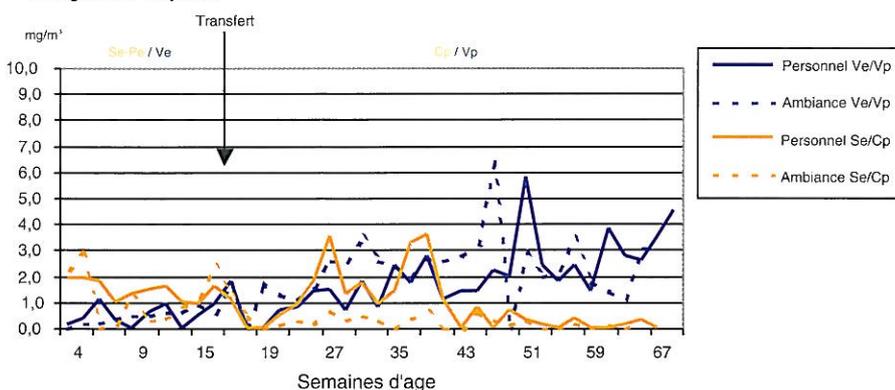
Les premiers résultats sur les mesures de résistance osseuse montrent que la force nécessaire à la rupture de l'os est significativement différente entre les traitements. La force nécessaire à la rupture du tibia est de 177 ± 32 N chez les poules en cages contre 282 ± 53 N et 260 ± 47 N pour les poules de Ve/Vp et Pe/Vp respectivement ($p < 10^{-3}$). Le tibia des poules est donc plus résistant lorsque celle-ci sont logées en système de ponte "volières" par rapport aux cages. Les résultats sont identiques en ce qui concerne l'humérus : 129 ± 53 N sont nécessaires pour provoquer la rupture d'un humérus de poules en cages vs 284 ± 84 N et 261 ± 38 N pour les poules de Ve/Vp et Pe/Vp respectivement ($p < 10^{-3}$).

De la même façon que pour la bande 2, il semble donc que le système volière, en sollicitant d'avantage les déplacements verticaux des poules (vols, sauts), procure aux animaux une meilleure résistance osseuse que lorsqu'ils sont logés en cages. L'utilisation plus importante des pattes et des ailes à des fins locomotrices (pour pouvoir accéder aux différents étages) stimule le métabolisme osseux et permet le renforcement des structures osseuses. Ces résultats confirment les

■ Figure 12 : Evolution du taux de poussières totales sur les périodes d'élevage (bâtiments sol ou volièrès) et de ponte (bâtiment cages ou volièrès). Transfert = passage du système d'élevage au système de ponte



■ Figure 13 : Evolution du taux de poussières alvéolaires sur les périodes d'élevage (bâtiments sol ou volièrès) et de ponte (bâtiments cages ou volièrès). Transfert = passage du système d'élevage au système de ponte



résultats des études déjà réalisées [Knowles and Broom, 1990 ; Norgaard-Nielsen, 1990, Fleming, et al., 1994, Newman et Leeson, 1998]. Une meilleure résistance osseuse ne peut qu'accroître le bien-être des animaux en limitant le risque de fractures accidentelles.

2.3. QUALITÉ DE L'AIR

Les figures 12 et 13 représentent l'évolution des taux de poussières totales et alvéolaires à partir d'appareils fixes et portés par le personnel, dans les différents bâtiments.

De la semaine 4 à la semaine 16, les taux de poussières ont été mesurés dans les volièrès et dans le bâtiment au sol. La mesure correspondant au transfert des animaux apparaît en début de 17ème semaine (pic nettement visible Figure 12).

Deux périodes sont à distinguer durant la période de ponte : entre les semaines 17 et 43, pour des raisons techniques, les animaliers ont circulé de la même façon dans les bâtiments cages et volièrès ; puis entre les semaines 44 et 68 chaque ani-

malier a été assigné soit aux cages soit aux volièrès.

2.3.1. PÉRIODE D'ÉLEVAGE

De 4 à 16 semaines, les taux de poussières totales (Figure 12) dans le bâtiment au sol sont globalement plus élevés que dans le bâtiment volièrès, principalement pour les mesures faites sur le personnel. Ceci met en évidence l'influence de la litière (copeaux + fientes) sur le taux d'empoussièrement puisque qu'au sol, la litière est présente sur 90 à 100 % de la surface disponible, alors qu'en volièrès la litière ne représente que 30 % de la surface disponible. Ainsi, les animaux, lors de leurs différentes activités de toilette (bain de poussière), exploration (gratage) et locomotion (vol, saut), remettent les poussières de litière en suspension dans l'air.

De nombreux pics sont visibles en volièrès, en semaines 5, 8 et 10, surtout sur les mesures faites sur le personnel, ceci correspond à des taux de poussières très élevés lors de la manipulation des animaux. Les poussières remises en sus-

pension apparaissent être davantage des grosses poussières ($> 12 \mu\text{m}$) avec des pics jusqu'à 33.9 mg/m^3 (exposition personnel) et 21.2 mg/m^3 (ambiance). Les poussières alvéolaires, semblent moins variables et ne dépassent jamais 3 mg/m^3 (Figure 13). Ce phénomène se retrouve également au transfert, à la fois au sol et en volièrès, où le ramassage des animaux est générateur de mouvements de panique, les animaux remettant de la poussière en suspension en battant fortement des ailes. Toutefois, là encore, si le taux de poussières totales est très élevé (24.9 mg/m^3 en Ve et 30.9 mg/m^3 en Se/Pe), le taux de poussières alvéolaires reste inférieur à 3 mg/m^3 .

2.3.2. PÉRIODE DE PONTE

Dans la période de 17 à 43 semaines (première moitié de la période de ponte, personnel animalier allant dans les deux types de bâtiment Cp et Vp).

Les taux de poussières alvéolaires et totales mesurés en position fixe, dans l'ambiance des cages sont stables et restent inférieurs respectivement à 1 mg/m^3 et à 3 mg/m^3 , alors que les taux de poussières en système volièrès augmentent régulièrement entre les semaines 19 et 27 et se stabilisent ensuite à des taux de 2 à 3 mg/m^3 pour les poussières alvéolaires (Figure 13) et 15 à 20 mg/m^3 pour les poussières totales (Figure 12). On constate qu'entre le transfert des animaux en volièrès de ponte (en semaine 17) et la semaine 27, les poules explorent et découvrent leur nouvel environnement et sont de plus en plus actives. De la même façon qu'Anderson et al., 1966 l'ont montré, il apparaît ici que le taux de poussières en suspension dans l'air s'accroît en même temps que l'activité des poules.

Les taux de poussières alvéolaires mesurés par les appareils portés par le personnel augmentent dès la semaine 19 et présentent surtout deux pics importants (plus de 1.5 mg/m^3 de poussières alvéolaires et 12 mg/m^3 de poussières totales) liés à des activités de nettoyage. Ces expositions représentent une exposition moyenne pour des personnes s'occupant à la fois de systèmes cages et volièrès. Les recommandations actuelles (valeurs non officielles) font état de taux maximum de $2,4 \text{ mg/m}^3$ (poussières totales) et de

0,16 mg/m³ (poussières alvéolaires) au-dessus desquels des problèmes de santé humaine peuvent apparaître.

Durant la période de 44 à 68 semaines (deuxième moitié de la période de ponte, personnel animalier propre à chaque système d'élevage).

Les taux de poussières alvéolaires et totales, mesurés dans l'ambiance, atteignent les valeurs maximales entre les semaines 45 et 51 et ont plutôt tendance à baisser dans les deux types de bâtiments par la suite. En système cages, les valeurs sont inférieures à 4 mg/m³ pour les poussières totales et à 0,8 mg/m³ pour les poussières alvéolaires. Dans les volières, les valeurs fluctuent entre 8,1 et 26,4 mg/m³ (valeur maximale enregistrée sur la totalité de la période d'élevage) pour les poussières totales et entre 0 et 6,4 mg/m³ (valeur maximale enregistrée sur la totalité de la période d'élevage) pour les poussières alvéolaires, avec des moyennes de 15,3 mg/m³ et de 2,5 mg/m³ respectivement.

En volières, les taux de poussières enregistrés par les capteurs portés par le personnel fluctuent de façon importante sur la période et passent de 1,4 à 5,8 mg/m³ pour les poussières alvéolaires et 9,2 à 34,8 mg/m³ pour les poussières totales, avec des valeurs moyennes respectives de 2,5 mg/m³ et de 15 mg/m³. Les pics en semaines 51 et 68 correspondent aux opérations de nettoyage des filtres à air et à l'enlèvement des poules pour l'abattage. Lors du nettoyage des filtres, le taux de poussières totales atteint 34,8 mg/m³ et les poussières alvéolaires atteignent le taux maximal de 5,8 mg/m³. Ceci montre que les poussières fines retenues dans les filtres sont très largement remises en suspension lors de telles opérations. Lors de l'enlèvement des volailles en volières, le taux de poussières totales mesuré sur le personnel est de 41,7 mg/m³. Ceci montre que le personnel est particulière-



Elevage de poulettes en volière

Tableau 7 - Principaux taux de poussières totales pouvant servir d'indicateurs.

Indicateur : valeurs d'empoussièrem (poussières totales)					
		Se/Cp	Ve/Vp	Pe/Vp	p
Moyennes d'empoussièrem*	Mesure ambiance	9,8mg/m ³	4,9 mg/m ³	1,8 mg/m ³	15,3mg/m ³
	Mesure personnel	17 mg/m ³	6,1 mg/m ³	2,3 mg/m ³ **	14,2 mg/m ³ **
Transfert ou Enlèvement des animaux	Mesure ambiance	25,5 mg/m ³	9 mg/m ³	-	-
	Mesure personnel	30,9 mg/m ³	24,9 mg/m ³	4,2 mg/m ³	41,7 mg/m ³

*: sans le transfert ni l'enlèvement des animaux.** sur période 44-68 semaines uniquement.

ment exposé lors des manipulations, et que les mesures réalisées via les capteurs portés par les animaliers sont utiles pour évaluer précisément leur exposition. Cette manipulation semble moins génératrice de poussières alvéolaires (4,5 mg/m³ de poussières) que le nettoyage des filtres à air, par exemple.

2.3.3. COMPARAISON PÉRIODE ÉLEVAGE/PÉRIODE PONTE

Les taux de poussières dans les bâtiments poulettes restent en moyenne toujours inférieurs à ceux des bâtiments ponte, en relation avec une plus grande activité et une plus forte densité animale en système de ponte. Toutefois, certains pics dans les taux de poussières totales montrent que l'exposition du personnel peut être également très élevée lors des manipulations en période d'élevage des poulettes. En période d'élevage, l'exposition aux poussières est plus importante dans les systèmes au sol (actuellement utilisés pour l'élevage des poulettes) qu'en volières. En revanche en système de ponte, les volières représentent un environnement beaucoup plus empoussiéré que les cages, en ce qui concerne les poussières totales mais également les poussières alvéolaires. L'exposition aux poussières alvéolaires, qui représente le risque sanitaire le plus important pour le personnel et les animaux, est nettement plus marquée en volières de ponte qu'en cages ou même en système d'élevage (sol ou volières).

Le tableau 7 synthétise quelques indicateurs et montre que les taux de poussières enregistrés par les appareils portés par le personnel d'élevage sont très variables et ne sont pas toujours exactement corrélés avec le taux d'empoussièrem mesuré à partir d'un point fixe dans le bâtiment. Ceci n'est guère surprenant car le personnel d'élevage, par nécessité, se déplace beaucoup et exerce pendant les périodes de prélèvement

diverses activités susceptibles de générer dans l'environnement immédiat un fort taux de poussières (remplissage des trémies d'alimentation, nettoyage des filtres, ramassage des oeufs au sol, travaux de nettoyage ou d'entretien avant ou après le départ des animaux...). Ces activités ne s'exercent pas uniquement dans le bâtiment d'élevage mais aussi dans les bâtiments annexes. Cependant, le taux de poussières inhalées par le personnel est globalement en relation avec le degré d'empoussièrem du bâtiment, et est nettement plus important pour le personnel travaillant en volières que pour le personnel opérant en système cages.

Hayter et Bash, 1974 ont montré que si les particules de poussières de 3,7 à 7 µm se déposaient en priorité dans les voies respiratoires antérieures, les plus fines (< 1,1 µm) peuvent coloniser tout le système respiratoire. Les risques d'infections ou d'inflammation des voies respiratoires sont donc à craindre dans les ambiances empoussiérées (Wolf et al., 1968). De la même façon que Madelin et Wathes, 1989 ont observé une prévalence de lésions respiratoires supérieure chez des poulets élevés sur litière par rapport à des poulets élevés sur grillage, nous avons montré que les lésions de bronchite chronique étaient plus fréquentes et plus sévères chez les poules élevées en volières que celle élevées en cages (Michel et Huonnic, 2003). Les poules ayant été exposées un an au système volière présentant des lésions de bronchite chronique, nous pouvons nous interroger sur les effets de ce système sur la santé des professionnels exposés pendant de nombreuses années.

CONCLUSION

Il a été mis en évidence que la différence de mode d'élevage des poulettes destinées aux volières a une influence sur leur adaptation en volière de ponte. Les poules élevées en volières se sont très vite adap-

tées, trouvant très rapidement l'alimentation et les nids dans un système peu différent de celui qu'elles avaient connu pendant leur période d'élevage. En revanche, les poulettes provenant du sol aménagé ont un peu plus de mal à s'adapter. Dans cette expérimentation, l'eau de boisson et l'aliment des poulettes au sol aménagé ont été distribués en hauteur, sur les caillebotis de façon à faciliter leur adaptation à la volière, en les habituant à rechercher nourriture et boisson sur les caillebotis. Cette mesure a contribué à améliorer la situation par rapport à la bande précédente : les poulettes ont plus facilement trouvé l'accès à la nourriture (pas de retard de ponte) et elles se sont bien réparties dans tout l'espace de la volière. Toutefois, elles se déplaçaient par vols et par sauts un peu moins fréquemment que les poules élevées en volière. La ponte hors nids est restée assez importante occasionnant 1 % d'œufs sales en plus par rapport aux poules logées toute leur vie en volière et aux poules de cages. En début de ponte, des pics de mortalité dus à des étouffements sont survenus

chez les poules provenant du sol aménagé. Hormis le problème de ponte hors nids (quelques pour cents tout au long de la période de ponte), cette expérimentation a permis d'améliorer l'élevage des poulettes au sol aménagé par rapport à la bande précédente. Ceci se traduit notamment par : une augmentation plus importante des performances zootechniques (par rapport à la bande précédente), dans ce traitement par rapport aux deux autres traitements ; une bonne répartition dans l'espace des animaux et un accès à la nourriture facilité. Cependant, les résultats des volières demeurent globalement inférieurs à ceux obtenus en cages, cette différence est encore nettement perceptible sur la masse d'œufs produite.

La dégradation de la qualité de l'air en volière persiste. Cette expérimentation met en évidence une forte contamination de l'air par les poussières en volières. Les conséquences de telles contaminations sur la santé animale devraient être connues prochainement. Rappelons qu'en bande 2 des lésions respiratoires, certes

non aiguës, avaient été mises en évidence sur les poules de volières.

On constate une nette évolution des résultats zootechniques dans la présente expérimentation par rapport aux bandes précédentes. Tous les résultats ont été améliorés et l'écart entre cages et volières s'amenuise. Le meilleur moyen de préparer les poulettes à la volière de ponte est l'élevage des poulettes en volière, mais l'élevage au sol aménagé, moyennant des améliorations techniques semble donner des résultats encourageants. Si la piste de l'élevage au sol des poulettes doit être retenue, d'autres aménagements devront être trouvés pour réduire en particulier la ponte hors nid.

REMERCIEMENTS

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

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Anderson DP., Beard CW., Hanson RP. (1966). Influence of poultry house dust, ammonia, and carbon dioxide on the resistance of chickens to Newcastle disease virus. *Avian Disease* 10(2):177-88.

Fleming RH., Whitehead CC., Alvey D., Gregory NG. and Wilkins LJ., 1994. Bone structure and breaking strength in laying hens housed in different husbandry systems. *British Poultry Science*, 35: 651-662.

Green, L.E., Lewis, K., Kimpton, A. and Nicol, C.J. (2000). Cross-sectional study of the prevalence of feather pecking in laying hens in alternative systems and its associations with management and disease. *Vet Rec.* 147(9):233-8.

Gunnarsson, S., Keeling, L.J. and Svedberg, J. (1999). Effect of rearing factors on the prevalence of floor eggs, cloacal cannibalism and feather pecking in commercial flocks of loose housed laying hens. In: *British Poultry Science* 40: 12-18.

Hayter, R.B. and Besch E.L. (1974). Airborne - Particle Deposition in the Respiratory Tract of Chickens. *Poultry Science* 53 : 1507-1511

Knowles TG. & D. M. Broom (1990). Limb bone strength and movement in laying hens from different housing systems. *The Veterinary Record*, 126: 354-356.

Madelin, T.M. and Wathes C.M. (1989). Air Hygiene in a broiler house : comparison of deep litter with raised netting floors. *British Poultry Science*, 30 : 23-37.

Michel V. et Huonnic D. (2003). A comparison of welfare, health and production performance of laying hens reared in cages or aviaries. *British Poultry Science*, 43 : 775-776.

Michel V. 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. Deuxième étude. Final report for french ministry of agriculture, december 2002.

Newman S. & Leeson S., (1998). Effect of housing birds in cages or an aviary system on bone characteristics. *Poultry Science*, 77: 1492-1496.

Norgaard-Nielsen G., (1990). Bone strength of laying hens kept in an alternative system, compared with hens in cage and on deep-litter. *British Poultry Science*, 31: 81-89.

Oden, K., Keeling, L.J. and Algers, B. (2002). The behaviour of hens in two types of aviary systems on twenty-five commercial farms in Sweden. *Br Poultry Sci.* 43: 169-181

Wolf, R.R., Anderson D.P., Chermis F.L Jr and Roper W.E. (1968). Effect of dust and ammonia aircontamination on turkey response. *Trans. Amer. Soc. Agr. Eng.* 11 : 515-522.