

République Algérienne démocratique et populaire  
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche  
scientifique

Université Mentouri- Constantine  
Faculté des sciences  
Département des sciences vétérinaires

N° d'ordre : .....  
Série : .....

### Mémoire

Présenté pour l'obtention du diplôme de Magister en Médecine Vétérinaire

Option : Pathologie

Spécialité : Aviculture et pathologie aviaire

Par : **Mme Arzour née Lakehal Nedjouda**

**APPRECIATION DES RISQUES  
BACTERIOLOGIQUES DANS LES ŒUFS ET  
LES OVO PRODUITS**

Soutenu le 08 Juillet 2006

Jury de soutenance :

Président	S. EL HADEF EL OKKI	Prof. Université de Constantine
Rapporteur	A. BENMAKHLOUF	MC. Université de Constantine.
Examineurs	L. AOUN	MC. Université d'El Taref.
	B. MAMACHE	MC. Université de Batna.

## **Remerciements**

*Je dédie ce mémoire :*

*A mes parents qui m'ont tout le temps aidée durant ces trois années,*

*A mon mari qui n'a jamais cessé de me soutenir,*

*A toute ma famille et ma belle famille.*

*J'exprime toute ma gratitude et mes vifs remerciements :*

*-Au Dr Benmakhlouf Abdelmalek de la faculté des sciences Vétérinaires de l'Université de Constantine.*

*-Au Dr Boukerrou Abderrahmane du Laboratoire Vétérinaire Régional.*

*-A tout le personnel du Laboratoire d'Hygiène de la Wilaya de Constantine, particulièrement au docteur Khelifa et à Monsieur Nacer.*

*Pour leur disponibilité et leurs précieux conseils.*

*A tous les membres du jury qui ont bien voulu juger mon travail.*



## PLAN DE TRAVAIL

Introduction.	
<b>PARTIE 01 : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE.</b>	
<b>CHAPITRE PREMIER : ANATOMIE DE L'APPAREIL REPRODUCTEUR FEMELLE- FORMATION DE L'OEUF.</b>	
1. Anatomie de l'appareil reproducteur femelle.....	1
2. Formation de l'œuf :	
2.1 Au niveau de l'ovaire.....	2
2.2 Au niveau de l'oviducte.....	2
3. Structure interne de l'œuf	
3.1 Le vitellus.....	4
3.2 L'albumen.....	5
3.3 Les membranes coquillières.....	6
3.4 La coquille.....	6
<b>DEUXIEME CHAPITRE : LA QUALITE DE L'ŒUF DE CONSOMMATION.</b>	
1. Composition de l'œuf.....	9
1.1 Composition de la coquille.....	10
1.2 Composition du blanc.....	10
1.3 Composition du jaune.....	12
2. Méthodes d'estimation de la qualité des œufs de consommation.	
2.1 Le mirage.....	14
2.2 Le calibrage des œufs.....	14
2.3 Estimation de la qualité de la coquille.....	15
2.4 Estimation de la qualité de l'albumen.....	16
2.5 Estimation de la qualité du vitellus.....	16
2.6 Estimation des inclusions.....	16
3. Principaux facteurs de variation de la composition de l'œuf.	
3.1 Effets de l'âge de la poule.....	17
3.2 Effets de l'origine génétique et de la sélection.....	18
3.3 Effets des techniques d'élevage.....	18
3.4 Effets du mode d'élevage.....	20
3.5 Effets de l'alimentation des poules pondeuses.....	20
3.6 Effets de la productivité des pondeuses.....	24

3.7 Les résidus de l'œuf.....	24
4. Evolution de la composition de l'œuf au cours de sa conservation.	
4.1 Dégradation de la qualité interne.....	25
4.2 Dégradation de la qualité bactériologique.....	25
5. Anomalies de l'œuf.	
5.1 Les œufs déformés.....	26
5.2 Les œufs sans coquille.....	27
5.3 Les œufs clairs.....	27
5.4 Les œufs pré fêlés in vivo.....	27
5.5 Les œufs à coquilles crayeuses.....	28
5.6 Les œufs à coquilles tachées.....	28
5.7 Les œufs à coquilles rugueuses.....	28
5.8 Les œufs à double jaune.....	28
6. Inclusions présentes dans l'œuf.	
6.1 Les taches de sang.....	29
6.2 Les taches de viande.....	29
<b>TROISIEME CHAPITRE : PRINCIPES ACTIFS ET PROPRIETES DE L'ŒUF DE POULE.</b>	
1. Les minéraux.....	30
2. Les pigments du jaune.....	31
3. Les protéines.....	31
4. Les vitamines.....	32
5. Les lipides.....	34
6. Les œufs omega-3.....	34
7. Les vertus thérapeutiques des œufs.....	34
<b>QUATRIEME CHAPITRE : REGLEMENTATION DES ŒUFS EN COQUILLE DESTINES A LA CONSOMMATION HUMAINE.....</b>	
<b>CINQUIEME CHAPITRE : LES OVO PRODUITS.</b>	
1. Les différentes catégories d'ovo produits.....	39
1.1 Les ovo produits liquides.....	39
1.2 Les ovo produits congelés.....	40
1.3 Les ovo produits séchés.....	40
1.4 Les ovo produits concentrés.....	40
2. Composition des ovo produits.....	40
3. Propriétés fonctionnelles des ovo produits.	

3.1 Pouvoir anti- cristallisant.....	43
3.2 Pouvoir foisonnant.....	43
3.3 Pouvoir aromatique.....	43
3.4 Pouvoir colorant.....	43
3.5 Pouvoir émulsifiant.....	43
3.6 Pouvoir coagulant.....	43
3.7 Pouvoir liant.....	43
4. Les différentes technologies appliquées aux ovo produits.	
4.1 Le cassage des œufs.....	43
4.2 La pasteurisation des ovo produits.....	44
4.3 La congélation des ovo produits.....	45
4.4 Le séchage des ovo produits.....	46
4.5 Les ovo produits concentrés.....	47
4.6 Rôles des additifs utilisés.....	48
<b>SIXIEME CHAPITRE : L'ŒUF ET LA SALMONELLE.</b>	
1. Taxonomie des Salmonelles.....	49
2. Habitat.....	51
3. Biologie des salmonelles.	
3.1 Caractères morphologiques.....	52
3.2 Caractères cultureux.....	52
3.3 Caractères biochimiques.....	52
3.4 Caractères antigéniques.....	55
4. Marqueurs épidémiologiques.	
4.1 L'antibiotypie.....	59
4.2 La biotypie.....	59
4.3 La lysotypie.....	59
4.4 La bactériocynotypie ou colicinotypie.....	59
5. Epidémiologie.	
5.1 Importance.....	60
5.2 Sources et mode de contamination.....	63
6. Réceptivité.....	69
7. Pouvoir pathogène.....	70
8. Aspect clinique et lésionnel.	
8.1 Chez les poussins.....	71
8.2 Chez les adultes.....	72

9. Diagnostic.	
9.1 Diagnostic bactériologique.....	72
9.2 Diagnostic sérologique.....	73
9.3 Diagnostic différentiel.....	74
10 Traitement.	
10.1 Les antibiotiques.....	75
10.2 Résistance aux antibiotiques.....	75
11 Prophylaxie.	
11.1 Prophylaxie médicale.....	76
11.2 Prophylaxie sanitaire.....	78
<b>SEPTIEME CHAPITRE : LES TOXI- INFECTIONS ALIMENTAIRES COLLECTIVES A SALMONELLA.</b>	
1. Définition.....	84
2. Epidémiologie.....	84
3. Pouvoir pathogène.....	84
4. Physiopathologie.....	85
5. Symptomatologie.....	85
6. Diagnostic	
6.1 La coproculture.....	86
6.2 Autres prélèvements.....	87
7. Traitement.....	87
8. Conduite à tenir.....	88
9. Prophylaxie.....	88
10. Recommandations pour la prévention de la salmonellose associée à la consommation d'œufs.....	89
11. Conservation des œufs	
11.1 Au réfrigérateur.....	89
11.2 Au congélateur.....	90
<b>PARTIE 02 : ETUDE EXPERIMENTALE.</b>	
I. Matériel et méthodes.	
A/ Le matériel.	
1/ Le matériel biologique : Les œufs.....	91
2/ Le matériel de laboratoire.....	91
B/ Les méthodes.	

1/ Etude épidémiologique.	
1.1 Les objectifs.....	93
1.2 Circuit de commercialisation.....	93
1.3 Aire géographique d'investigation.....	95
1.4 Collecte de l'information.....	97
1.5 Composition des lots.....	98
1.6 Origine des œufs.....	99
1.7 L'échantillon.....	102
2/ Etude bactériologique.	
2.1 Préparation de l'échantillon au laboratoire.....	103
2.2 Protocole expérimental.....	103
2.3 L'identification biochimique.....	111
2.4 L'identification sérologique.....	115
II. Résultats et discussion.	
1/ Résultats.	
1.1 Epidémiologiques.....	117
1.2 Bactériologiques.....	127
2/ Discussion.....	139
3/ Recommandations.....	141
III. Conclusion.	
Annexes.	
Références bibliographiques.	



## Liste des tableaux

Tableau N° 01 : Les dimensions moyennes de l'œuf de poule. Page 08.

Tableau N° 02 : Proportions des différentes parties de l'œuf de poule. Page 08.

Tableau N° 03 : Composition moyenne d'un œuf de poule en % de poids. Page 09.

Tableau N° 04 : Composition des parties comestibles d'un œuf de poule de 60 g. Page 09.

Tableau N° 05 : Composition du vitellus en % de matière sèche. Page 10.

Tableau N° 06 : Principales protéines du blanc en % de matière sèche. Page 11.

Tableau N° 07 : Composition centésimale du jaune d'œuf de poule en pourcentage de matière sèche. Page 12.

Tableau N° 08 : Quantités absolues de protéines et de lipides dans un jaune d'œuf de poule de 60 g. Page 13.

Tableau N° 9 : Acides gras principaux du jaune en p.100 des acides gras totaux. Page 13.

Tableau N° 10: Les différentes catégories des œufs de poule. Page 15.

Tableau N° 11 : Evolution de quelques critères de qualité avec l'âge des poules pondeuses. Page 17.

Tableau N° 12 : Effets de la sélection sur la composition de l'œuf. Page 18.

Tableau N° 13 : Besoins journaliers en production par poule. Page 22.

Tableau N° 14 : Besoins de la poule en minéraux et vitamines. Page 23.

Tableau N° 15 : Les nutriments les plus importants dans l'œuf. Page 30.

Tableau N° 16 : Teneurs de l'œuf en minéraux. Page 30.

Tableau N° 17 : Teneurs de l'œuf en acides aminés. Page 32.

Tableau N° 18 : Teneurs de l'œuf en vitamines. Page 33.

Tableau N° 19 : Réglementation Européenne sur les œufs de consommation. Page 36.

Tableau N° 20 : Normes qualitatives de commercialisation des œufs destinés à la consommation humaine. Page 37.

- Tableau N° 21 : Composition moyenne des ovo produit congelés et déshydratés pour 100g de produit. Page 41.
- Tableau N° 22 : Exemples de spécifications pour quelques ovo produits. Page 42.
- Tableau N° 23 : Nombre de bactéries trouvées dans les ovo produits congelés pasteurisés. Page 46.
- Tableau N° 24 : Proportions d'eau et de matières sèches dans les ovo produits liquides. Page 46.
- Tableau N° 25 : Principaux sérovars classés selon l'origine des souches. Page 50.
- Tableau N° 26 : Diagnostic biochimique des Salmonella. Page 53.
- Tableau N° 27 : Caractères particuliers de quelques sérotypes de Salmonelles. Page 54.
- Tableau N° 28 : Caractères différentiels des sous-genres de Salmonella. Page 55.
- Tableau N° 29 : Formules antigéniques des sérovars de Salmonella enterica les plus fréquemment rencontrés. Page 58.
- Tableau N° 30 : Evolution de la proportion des foyers de TIAC à salmonella déclarés chaque année à la DSV de 1984-1990. Page 60.
- Tableau N° 31 : Normes bactériologiques d'une eau potable. Page 64.
- Tableau N° 32 : Inventaire des salmonella isolées entre 1984 et 1985 au laboratoire central d'hygiène alimentaire – Paris. Page 71.
- Tableau N° 33 : Diagnostic biochimique et différentiel des Salmonella. Page 74.
- Tableau N° 34 : Composition des lots. Page 99.
- Tableau N° 35 : Quantité d'œufs achetés au niveau des différents points de vente. Page 100.
- Tableau N° 36 : Quantité d'œufs achetés au niveau des unités de production privées. Page 101.
- Tableau N° 37 : Quantité d'œufs achetés au niveau des bâtiments de production étatiques. Page 101.
- Tableau N° 38 : Nombre d'échantillons analysés pour chaque point d'approvisionnement. Page 102.
- Tableau N° 39 : Nombre de lots d'œufs contaminés dans les différents points de vente. Page 117.
- Tableau N° 40 : Nombre de lots d'œufs contaminés dans les bâtiments de production du secteur privé. Page 120.

Tableau N° 41 : Nombre de lots d'œufs contaminés dans les bâtiments de production du secteur étatique. Page 122.

Tableau N° 42 : Comparaison entre œufs fermiers et œufs industriels. Page 125.

Tableau N° 43 : Répartition des lots contaminés selon la bactérie mise en cause. Page 133.

Tableau N° 44 : Répartition des lots contaminés selon les mois. Page 134.

Tableau N° 45 : Répartition des lots contaminés selon les mois et la bactérie mise en cause. Page 135.

Tableau N° 46 : Répartition des lots contaminés par Escherichia coli. Page 137.

Tableau N° 47 : Répartition des lots contaminés par Pseudomonas. Page 138.

## Liste des figures

Figure N° 01 : Appareil génital de la poule. Page 02.

Figure N° 02 : Principaux constituants de l'œuf. Page 7.

Figure N° 03 : Œuf sans coquille. Page 27.

Figure N° 04 : Œuf à double jaune. Page 28.

Figure N° 05 : Œuf taché de sang. Page 29.

Figure N° 06 : Méthode de codage des œufs. Page 38.

Figure N° 07 : Œuf pourvu d'un code d'identification selon la législation européenne. Page 38.

Figure N° 08 : Méthode de séparation du blanc et du jaune. Page 44.

Figure N° 09 : Evolution du taux d'incidence des salmonelloses depuis 1981 dans différents pays. Page 61.

Figure N° 10 : Evolution du nombre de souches de salmonella isolées en fonction de la nature de l'aliment. Page 61.

Figure N° 11 : Histogramme des salmonelloses. Page 62.

Figure N° 12 : Evolution du nombre de souches isolées en fonction de leur origine animale, de 1969 à 1993. Page 63.

Figure N° 13 : Facteurs prédisposants aux Salmonelloses. Page 66.

Figure N° 14 : Schéma de transmission de salmonelloses. Page 67.

Figure N° 15 : Mécanisme de l'intoxication par des salmonelles. Page 68.

Figure N° 16 : Le cycle de diffusion des salmonelles dans l'environnement. Page 69.

Figure N° 17 : Schéma d'isolement d'une salmonella par coproculture. Page 87.

Figure N° 18 : circuit de commercialisation des œufs de consommation. Page 94.

Figure N° 19 : Lieux d'intervention pour la collecte des œufs. Page 96.

Figure N° 20 : Schéma du protocole expérimental. Page 105.

Figure N° 21 : Préparation de l'échantillon au laboratoire. Technique d'ouverture des œufs. Page 106.

Figure N° 22 : Prélèvement à l'intérieur de l'œuf à l'aide d'une pipette. Page 107.

Figure N° 23 : Phase de pré- enrichissement  
25 ml de produit (œufs) + 225 ml d'eau peptonnée. Page 108.

Figure N° 24 : Phase d'enrichissement : 1ml de produit dans 10 ml de bouillon sélénite. Page 109.

Figure N° 25 : Phase d'isolement : Ensemencement sur gélose Hektoen. Page 110.

Figure N° 26 : Différents milieux composant une galerie biochimique classique. Page 112.

Figure N° 27 : L'identification biochimique des Salmonelles. Page 114.

Figure N° 28 : L'identification sérologique des Salmonelles. Page 116.

Figure N° 29 : Nombre de lots d'œufs contaminés dans les différents points de vente. Page 118.

Figure N° 30 : Nombre de lots d'œufs contaminés par catégorie de points de vente visités. Page 118.

Figure N° 31 : Nombre de lots d'œufs contaminés dans les unités de production privées. Page 120.

Figure N° 32 : Nombre de lots d'œufs contaminés pour chaque unité de production privée visitée. Page 121.

Figure N° 33 : Nombre de lots d'œufs contaminés dans les unités de production étatiques. Page 122.

Figure N° 34 : Comparaison entre œufs fermiers et œufs provenant d'unités industrielles. Page 125.

Figure N° 35 : Gélose Hektoen donnant des reflets bleuâtres. Page 128.

Figure N° 36 : Gélose Hektoenensemencée dont la couleur vire progressivement au saumon. Page 131.

Figure N° 37 : Gélose Hektoenensemencée dont la couleur vire progressivement au saumon. Page 131.

Figure N° 38 : Galerie Api 10S identifiant Escherichia Coli. Page 132.

Figure N° 39 : Répartition des lots contaminés selon la bactérie mise en cause. Page 134.

Figure N° 40 : Répartition des lots contaminés selon les mois. Page 135.

Figure N° 41 : Répartition des lots contaminés selon les mois et la bactérie mise en cause. Page 136.

Figure N° 42 : Répartition des lots contaminés par Escherichia Coli pour les 03 niveaux visités. Page 137.

Figure N° 43 : Répartition des lots contaminés par Pseudomonas pour les 03 niveaux visités. Page 138.

Figure N° 44 : Paramètres influençant la qualité des œufs au niveau des élevages. Page 142.

# Liste des annexes

## **Annexes 01 : Milieux et sérums utilisés.**

## **Annexes 02 : Collecte de l'information- fiches techniques.**

Annexe 2.1 : Œufs achetés au niveau des marchés.

Annexe 2.2 : Œufs achetés au niveau des épiceries.

Annexe 2.3 : Œufs achetés au niveau des boucheries.

Annexe 2.4 : Œufs achetés chez les marchands ambulants.

Annexe 2.5 : Œufs achetés au niveau des grossisteries.

Annexe 2.6 : Œufs achetés au niveau de bâtiments de production privés (Chelghoum Laid)

Annexe 2.7 : Œufs achetés au niveau de bâtiments de production privés (Chelghoum Laid)

Annexe 2.8 : Œufs achetés au niveau de bâtiments de production privés (Beni Hamidène)

Annexe 2.9 : Œufs achetés au niveau de bâtiments de production privés (Beni Hamidène)

Annexe 2.10 : Œufs achetés au niveau de bâtiments de production privés (Beni Hamidène)

Annexe 2.11 : Œufs achetés au niveau de bâtiments de production privés (Ain Abid)

Annexe 2.12 : Œufs achetés au niveau de bâtiments de production étatiques (Ouled Hamla)

## **Annexes 03 : Résultats bactériologiques.**

Annexe 3.1 : Numéros et nombre de lots contaminés dans les différents points de vente.

Annexe 3.2 : Numéros et nombre de lots contaminés dans les bâtiments de production privés.

Annexe 3.3 : Numéros et nombre de lots contaminés dans les bâtiments de production étatiques.

Annexe 3.4 : Numéros et nombre de lots contaminés selon la bactérie mise en cause.

## **Annexe 04 : Aspects législatifs des Salmonelloses aviaires.**

## INTRODUCTION

*L'œuf est connu depuis toujours comme un aliment d'une grande valeur nutritive, facile à digérer, et très utilisé en diététique humaine ; il convient donc d'exposer les connaissances acquises sur l'œuf tant sur le plan de la reproduction que sur le plan de la consommation.*

*En effet, de part sa composition riche et variée, ce produit a pris un tel essor qu'il devient impératif de fournir des œufs de bonne qualité exempts de toute bactérie pathogène pouvant conduire à des toxi-infections alimentaires collectives (TIAC) souvent graves.*

*Il a été clairement démontré que la bactérie Salmonella peut infecter non seulement la coquille de l'œuf, mais aussi l'intérieur par transmission verticale au niveau des ovaires et de l'oviducte de la poule. On estime qu'actuellement jusqu'à 1 œuf sur 10 000 serait contaminé à l'intérieur de la coquille et qu'un mélange de 500 œufs représenterait un risque de 1 sur 20, puisqu'un seul œuf peut contaminer tout le mélange (Beaudoin A et al, 1997)*

*Les salmonelloses que nous aborderons dans cet ouvrage sont également appelées paratyphoses, elles peuvent être observées dans toutes les espèces aviaires et sont dues aux sérotypes de salmonelles autres que Salmonella gallinarum pullorum agent de la typhose et de la pullorose et surtout sérotype spécifique de la poule et de la dinde. (Fontaine M, 1993)*

*Les paratyphoses peuvent être dues à de nombreux sérotypes, les plus souvent rencontrés sont : Salmonella typhimurium, Salmonella enteritidis, Salmonella saint Paul, Salmonella seftenberg, Salmonella anatum (Fontaine M, 1993)*

*Les 02 sérovars les plus fréquemment incriminés dans les toxi-infections alimentaires sont Salmonella enteritidis et Salmonella typhimurium (Hacini N, 1994)*

*Salmonella typhimurium est également désignée sous le nom de bacille d'Aertrycke et Salmonella enteritidis sous le nom de bacille de Gartner (Farra G ; Vigne J, 1979)*

*A l'exception des salmonelles spécifiquement adaptées à l'homme (Salmonella typhi, Salmonella para typhi A, B et rarement C, Salmonella sendai) toutes les autres infections à Salmonella peuvent être considérées comme des zoonoses*

*La contamination par les salmonelles a d'importantes conséquences sur les plans de la pathologie, de l'hygiène et de l'économie d'une part en raison des pertes induites par la pathologie animale et/ou humaine et d'autre part en raison du coût lié aux mesures de contrôle des contaminations par Salmonella.*

*Le coût annuel des infections à Salmonella a été évalué entre 01 et 02 milliards de Dollars aux Etats-Unis (Millemann Y, 1997)*

*La lutte contre ces bactéries ubiquistes et souvent multi résistantes aux antibiotiques est d'autant plus difficile que le portage sain des salmonelles est fréquent chez les volailles qui constituent ainsi le réservoir animal des infections humaines (Millemann Y, 1997)*

*On a signalé depuis longtemps des épidémies de Salmonelloses mais son émergence est liée en grande partie à la consommation de volailles et d'œufs.*

*D'autres agents pathogènes transmis par les oeufs sont considérés comme émergents parce qu'ils sont nouveaux ou parce que le mécanisme de la transmission n'a été reconnu que récemment.*

*Les infections par le sérotype O157:H7 d'Escherichia coli ont été décrites pour la première fois en 1982.*

*En 1996, une flambée d'Escherichia coli O157:H7 a affecté près de 6 300 écoliers au Japon et a fait deux morts. Il s'agit de la plus importante épidémie de cet agent pathogène jamais enregistrée (Anonyme 16, 2002)*

*Une autre bactérie retrouvée au niveau de l'œuf est le Pseudomonas, il fait partie des 03 principales bactéries isolées dans les œufs et les ovo produits (Protais J, 1988)*

*Quand il existe en petit nombre, ce germe n'est pas considéré comme pathogène, mais lorsqu' il est soumis à des conditions qui lui permettent de se développer (température et hygrométrie) ce germe devient redoutable et agent de plusieurs entités pathologiques très graves aussi bien chez l'homme que chez l'animal (Farra G ; Vigne J, 1979)*

*Donc et du fait de l'augmentation significative du nombre de toxi-infections alimentaires au cours des 25 dernières années et dont un nombre considérable est directement lié à la consommation d'œufs et d'ovo-produits, la présente étude nous permettra de mieux connaître la réalité du terrain Algérien, de savoir exactement quels sont les germes que l'on retrouve le plus souvent dans nos œufs, car produire aujourd'hui des œufs de bonne qualité apparaît comme l'une des priorités actuelles pour assurer la sécurité alimentaire.*

*Pour toutes ces raisons, il nous a paru important d'apprécier le risque que peut représenter la consommation d'œufs parfois soumis à des conditions de température et d'hygrométrie extrêmes.*

*Les œufs une fois récoltés au niveau des différents établissements vont être soumis à un protocole expérimental précis visant à rechercher toute trace de salmonelle ou autre bactérie pouvant être à l'origine de problèmes en santé publique.*

## 1. ANATOMIE DE L'APPAREIL REPRODUCTEUR FEMELLE

En opposition avec la symétrie de l'appareil génital des femelles des mammifères, celui des oiseaux est dissymétrique ; la partie droite du tractus génital (ovaire et oviducte) est restée à l'état vésigial alors que la partie gauche occupe progressivement un volume important (Brugère H, 1988).

L'appareil génital femelle comprend l'ovaire qui produit les ovules, l'oviducte qui aboutit au cloaque et dans lequel l'ovule s'entoure des principaux constituants de l'œuf (Thiebault D, 2005) (voir figure N° 01).

L'appareil reproducteur de la femelle est composé :

- d'un ovaire gauche coincé entre le lobe crânial du rein, les vertèbres lombaires et les poumons en avant,
- d'un oviducte qui se présente comme un tube droit de couleur rose pale s'étendant de la région de l'ovaire jusqu'au cloaque, il mesure environ 70cm et son poids à vide est de 40 g (Sauveur B, 1988)

On lui reconnaît d'un point de vue histologique et physiologique plusieurs segments :

- L'ostium abdominal, fente située entre l'ovaire et le pavillon mesurant  $6 \times 3$  cm chez la poule.
- l'infundibulum, également appelé pavillon, il a une forme d'entonnoir.
- le magnum, partie la plus riche en cellules et glandes sécrétrices, c'est également la partie la plus longue de l'oviducte (30-50cm)
- l'isthme, il ne mesure que 04- 06 cm,
- l'utérus, c'est une sorte de poche dilatée mesurant 10-12cm.
- le vagin, partie étroite et musculaire, il est séparé de l'utérus par la jonction utéro-vaginale (Anonyme 1, 2000).

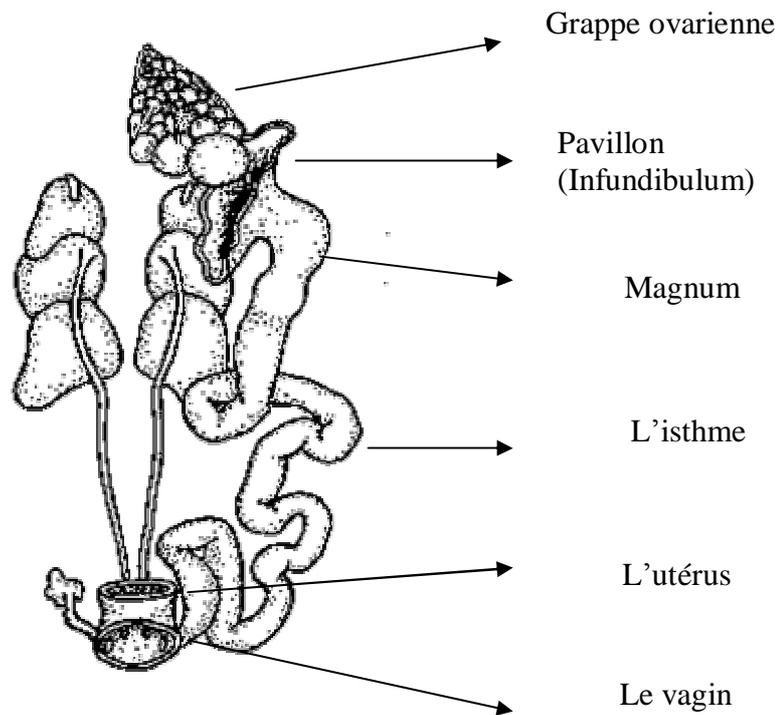


Figure N° 01 : Appareil génital de la poule (Thiebault D, 2005)

## 2. FORMATION DE L'ŒUF

### 2.1 Au niveau de l'ovaire

L'ovaire est constitué par une glande unique, en grappe appendue sur le côté gauche le long de la ligne médiane de la cavité abdominale. La surface de cette glande est parsemée d'une granulation de follicules ovariens, dont chacun est destiné à constituer un œuf. Le nombre de ces follicules correspond au total d'œufs que pondra la poule au cours de son existence.

Il se chiffre en moyenne à 600, il peut s'échelonner jusqu'à 1000 (Michaux A, 2005)

En période de ponte, la grappe ovarienne devient énorme et les follicules à des degrés divers de maturité apparaissent sous la forme bien connue du « jaune d'œuf » (Villate D, 1997)

### 2.2 Au niveau de l'oviducte

Entre l'ovulation ou émission de l'ovule et la ponte s'écoulent de 24 à 26 heures pendant lesquelles se formeront les membranes et coquilles de l'œuf.

L'oviducte de poule présente plusieurs régions ayant chacune un rôle précis :

### **2.2.1 L'infundibulum**

C'est à ce niveau que se déroule la fécondation si des spermatozoïdes sont présents, par des mouvements péristaltiques, l'ovule est capté à ce niveau puis franchit l'endroit en une vingtaine de minutes (Tétry A ; Crimail P, 1981)

### **2.2.2 Le magnum**

C'est une région contournée et glandulaire, l'œuf y entre selon un grand axe et y demeure 3 heures.

Il s'y entoure de fibres de mucine et d'albumen très dense ; la couche de blanc qui se forme ainsi est plus mince en direction du cloaque : ce sera le petit bout de l'œuf

La formation de l'albumen ou blanc commence par le dépôt de protéines visqueuses qui au fur et à mesure de la descente de l'œuf et du fait des mouvements de rotation vont prendre une disposition spiralée ; les chalazes (Tétry A ; Crimail P, 1981)

### **2.2.3 L'isthme**

Il est moins contourné et reçoit l'œuf durant 01 heure pendant laquelle se déposent les fibres de kératine qui formeront la double membrane coquillière

Ces dernières sont encore plissées à la sortie de l'isthme, elles sont accolées sur toute leur surface à l'exception de « la chambre à air » (Tétry A ; Crimail P, 1981)

### **2.2.4 L'utérus**

L'œuf y séjournera de 20 à 22 heures, à ce niveau l'albumen est achevé par imbibition (les 50-60% restants), il y a apport d'une solution saline qui hydrate l'albumen et lui donne son volume définitif.

Les membranes coquillières sont formées en 03 couches successives :

- une couche mamillaire,
- une couche spongieuse,
- une couche cuticulaire qui peut fixer des pigments.

La coquille minéralisée se dépose, elle est composée de sels de calcium d'où l'apport important de calcium au moment de la ponte (Wolff E cité par Tétry A ; Crimail P, 1981)

### **2.2.5 Le vagin**

L'œuf y séjourne environ un quart d'heure, il assure le transit de l'œuf vers l'extérieur lors de l'oviposition (ponte)

L'évagination de cette dernière portion évite le contact direct avec les parois du cloaque et les souillures d'origine fécale (Tétry A ; Crimail P, 1981)

### 3. STRUCTURE INTERNE DE L'ŒUF

L'œuf d'oiseau se caractérise par l'abondance des éléments de réserve ; le jaune s'élabore au niveau de l'ovaire et le blanc et la coquille se forment autour de l'œuf pendant le passage dans l'oviducte.

L'accroissement de l'ovocyte est rapide, en effet une semaine avant l'ovulation chez la poule, son poids passe de 0.2g à près de 16g, le diamètre augmente chaque jour de 0.4mm.

La croissance est continue ; pendant la nuit le vitellus contenant d'avantage de protéines et d'eau que de lipides forme des couches minces de vitellus clair ; dans la journée l'alimentation apportant des lipides et des pigments caroténoïdes ; il se dépose alors des couches épaisses de vitellus jaune (Gallien L cité par Tétry A ; Crimail P, 1981)

Dans la partie centrale où se trouvait la vésicule germinative, le premier vitellus clair élaboré forme la latebra.

La vésicule germinative entourée d'un peu de cytoplasme pur étant plus légère glisse vers la surface de l'œuf et l'ensemble constituera la cicatricule ou disque germinatif, la trace de ce déplacement est marquée par une traînée depuis la latebra jusqu'à un épaissement : le noyau de Pander (Rostand J cité par Tétry A ; Crimail P, 1981)

Les dimensions moyennes d'un œuf de poule sont résumées dans le tableau N° 01.

Les principales parties de l'œuf sont dans l'ordre de leur dépôt (de l'intérieur vers l'extérieur) : -le vitellus (ou "jaune"),

-l'albumen (ou "blanc"),

-les membranes coquillières,

-la coquille. Se conférer figure N° 02.

Les parts pondérales relatives de ces constituants de l'œuf de poule sont : coquille 9,5%, albumen 61,5%, vitellus 29%. Se conférer tableau N° 02.

#### 3.1 Le vitellus

Le vitellus ou "jaune" est constitué d'environ 50% d'eau et 50% de solide dont 99% sont des protéines et des lipides.

Les 3/5 de ces protéines sont des lipo- et phosphoprotéines.

Le vitellus est également très riche en cholestérol. Rappelons que ces protéines sont d'origine hépatique et constituent la principale source nutritive de l'embryon.

Son origine hépatique explique l'importance de l'alimentation tant pour la qualité et la quantité que pour la couleur du vitellus (Anonyme 2, 2003)

Le vitellus est limité par la membrane plasmique de l'ovocyte, lui-même contenu à l'intérieur d'une très fine membrane acellulaire transparente appelée membrane vitelline. Elle est très résistante et perméable à l'eau et aux sels. Elle est composée de 4 couches successives dont les deux plus internes sont d'origine ovarienne (la zona radiata et la couche périvitelline) et les deux plus externes synthétisées par l'infundibulum. A la surface du vitellus est visible un petit disque blanc : le blastodisque; lieu de division des cellules embryonnaires. Lorsque l'œuf est fécondé le blastodisque porte le nom de blastoderme (Anonyme 2, 2003)

Le reste de la surface du jaune présente normalement une couleur jaune - orange sans tâche visible. Au centre se trouve la petite masse sphérique du vitellus blanc (centre de la latébra) réunie par une mince colonne (col de la latébra) à un disque conique (disque de la latébra) situé sous le blastodisque. C'est la trace de la migration du noyau de l'ovocyte (Anonyme 2, 2003)

## 3.2 L'albumen

L'albumen ou "blanc" n'est pas un milieu homogène, mais résulte de la juxtaposition de quatre zones distinctes physiquement (Anonyme 2, 2003).

### 3.2.1 L'albumen liquide externe

Il représente 23% du volume total et se trouve au contact de la membrane coquillière interne, c'est la portion qui s'étale rapidement lorsque l'œuf est cassé.

### 3.2.2 L'albumen épais ou dense

Il représente 57% du volume total. Il est attaché aux deux extrémités de l'œuf et se présente sous la forme d'un gel. Cet albumen épais a tendance à perdre sa structure au cours du temps ; un œuf frais pondu (quelques jours) s'étalera moins lorsqu'il est cassé qu'un œuf pondu quelques semaines auparavant.

### 3.2.3 L'albumen liquide interne

Il représente 17% du volume total, il est enfermé entre le blanc épais et le vitellus.

### 3.2.4 Les chalazes

Ils représentent 3% du volume total, ce sont des sortes de filaments spiralés rattachant le vitellus aux deux extrémités de l'œuf. Ils assurent la suspension du vitellus au centre de la coquille.

Leur aspect torsadé provient de la progression en spirale de l'œuf dans le tractus génital et leur rupture conduit à des adhérences du vitellus à la membrane coquillière interne.

Ces adhérences peuvent gêner, voire interrompre le développement embryonnaire. C'est pour cette raison, que la poule retourne régulièrement ses œufs durant l'incubation (une opération également réalisée par les couveuses automatiques) (Anonyme 2, 2003)

### 3.3 Les membranes coquillières

Les deux membranes coquillières ont une épaisseur totale de 70  $\mu\text{m}$  (20  $\mu\text{m}$  pour la membrane interne et 50  $\mu\text{m}$  pour la membrane externe). Chacune est formée d'une superposition de couches de fibres protéiques entrecroisées synthétisées par l'isthme. Elles sont fortement adhérentes l'une à l'autre sauf au niveau de la chambre à air qui n'existe pas au moment de la ponte mais qui apparaît par la suite lorsque le refroidissement de l'œuf après la ponte entraîne une légère contraction de ses constituants (Anonyme 2, 2003)

### 3.4 La coquille

La coquille a une épaisseur comprise entre 300 et 400  $\mu\text{m}$ . Elle est composée d'une trame protéique sur laquelle se déposent des cristaux de carbonate de calcium ( $\text{CaCO}_3$ ).

Cette trame protéique est synthétisée par l'utérus et comprend deux zones : (Anonyme 2, 2003)

#### 3.4.1 La couche mamillaire

C'est une juxtaposition de protubérances coniques (mamelons) dont la pointe est constituée de fibres très entremêlées avec celles de la membrane coquillière externe. Ceci permet d'assurer l'adhérence de la coquille à la membrane coquillière externe. Au centre de chaque mamelon se trouve un nodule protéique bien individualisé, le noyau mamillaire, sur lequel débute la calcification (Anonyme 2, 2003)

#### 3.4.2 La couche spongieuse

C'est un réseau de fibres protéiques disposées parallèlement à la surface de l'œuf. La partie minérale de la coquille peut être divisée de la même façon en 04 couches :

- Le capuchon basal des cristaux : c'est la partie minérale qui entoure le noyau mamillaire. Elle y est accrochée par une association de type "bouton pression" et est la première à se déposer.
- La couche des cônes cristallins : c'est la partie qui poursuit le capuchon basal vers l'extérieur. Elle se dépose sur les fibres de la couche mamillaire.
- La couche palissadique : La calcification se poursuit vers l'extérieur. Cette couche présente un développement linéaire parallèle à la surface de l'œuf et se dépose sur les fibres de la couche spongieuse.

- La couche amorphe : C'est une fine couche minérale qui se dépose à l'extérieur de la couche palissadique. Elle ne possède aucune trame protéique et est formée en partie de phosphate tricalcique.

La distribution des noyaux mamillaires engendre des défauts linéaires de calcification : les pores. Ils sont plus particulièrement nombreux au gros pôle de l'œuf où se forme la chambre à air. Ils assurent la respiration de l'embryon durant son développement.

Le calcium nécessaire à la constitution de la coquille provient des ions  $\text{Ca}^{++}$  du sang. La calcémie augmente en période de ponte (de  $\pm 100$  à  $250$  mg/litre) sous l'effet des œstrogènes.

Ces ions  $\text{Ca}^{++}$  proviennent de la mobilisation du calcium lié aux protéines sanguines et du calcium osseux mais surtout du calcium alimentaire dont l'efficacité de l'absorption intestinale est augmentée. La coquille renferme 1,6% d'eau et 3,3% de protéines. La partie minérale (95,1%) est essentiellement composée de carbonate de calcium :  $\text{CaCO}_3$ .

La pigmentation de la coquille est assurée par des pigments dérivés de l'hémoglobine : les ooporphyrines : Ce sont les cellules de l'utérus qui les élaborent et les déposent sur la coquille (minoritairement au sein de la couche palissadique et plus abondamment au niveau de la couche amorphe et de la cuticule). Le contrôle de la couleur et de la distribution de ces pigments est génétique et est souvent une caractéristique d'espèce. Contrairement à la croyance populaire, la valeur nutritive d'un œuf de poule coloré est, à poids égal, identique à celle d'un œuf blanc (Anonyme 2, 2003)

### 3.5 La cuticule

Toute la surface de l'œuf est recouverte d'une cuticule organique sécrétée par l'utérus, elle possède une épaisseur de moins de  $10 \mu\text{m}$ , elle limite les pertes d'eau de l'œuf (Anonyme 2, 2003)

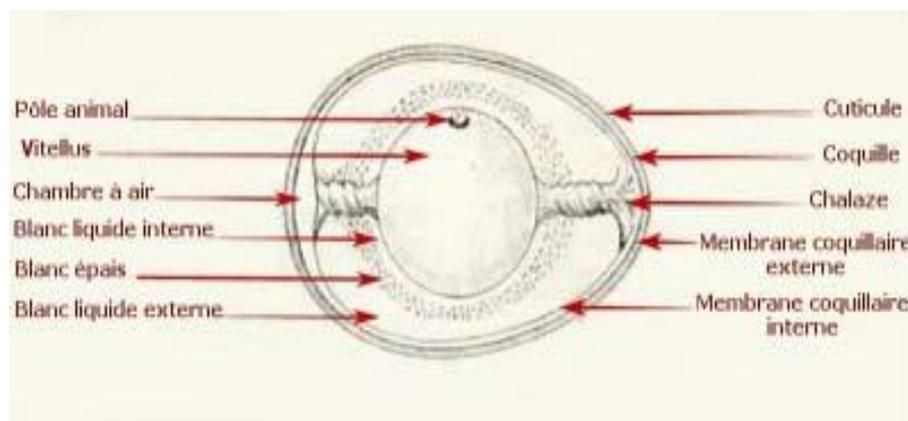


Figure N° 02 : Principaux constituants de l'œuf  
(Anonyme 3, 2000)

Tableau N° 01 : Les dimensions moyennes de l'œuf de poule  
(Anonyme 2, 2003)

Poids	Grand axe	Petit axe	Grande circ.	Petite circ.	Volume	Surface
60 g	5.8 cm	4.2 cm	16 cm	13 cm	55 cm <sup>2</sup>	70 cm <sup>2</sup>

Tableau N° 02 : Proportions des différentes parties de l'œuf de poule  
(Sauveur B, 1988)

Parties de l'oeuf	Poids (g)	En % de l'œuf total	
	Moyennes	Moyenne	Extrêmes (°)
Coquille	5.50	9.1	8.5-10
Membranes coquillières	0.25 : 5.75	0.4 : 9.5	
Blanc	37	61.5	57-65
Jaune	17.3	29.0	25-33
Sous-total : parties comestibles	54	90.5	89-92
Total	60	100	

(°) A poids d'œuf variable

## 1. COMPOSITION DE L'ŒUF

Tableau N° 03 : Composition moyenne d'un œuf de poule en % de poids  
(Gilbert, 1971 cité par Protais J, 1988)

	Coquille	Albumen	Vitellus
Eau	1	88.5	47.5
Protéines	4	10.5	17.4
Lipides	/	/	33.0
Glucides	/	0.5	0.2
Minéraux	95	0.5	1.1
Autres	/	/	0.8

Tableau N° 04 : Composition des parties comestibles d'un œuf de poule de 60 g  
(Sauveur B, 1988)

	En g par œuf			En g pour 100 g de chaque partie		
	entier	blanc	jaune	entier	blanc	Jaune
Total	53,5 - 55	35 - 37	17 - 18,5	100	100	100
Eau	39,5 - 41,5	30 - 33	8,0 - 9,2	74,0 - 75,5	87,0 - 89,0	46,5 - 49,0
Matière sèche	13 - 14,3	3,8 - 4,5	8,7 - 10,0	24,5 - 26,0	11,0 - 13,0	51,0 - 53,5
Protéines	6,4 - 7,0	3,3 - 4,0	2,7 - 3,2	12,0 - 12,8	9,5 - 11,5	16 - 17
Lipides	6,1 - 6,9	--	6,0 - 6,8	11,8 - 12,3	--	33 - 34
Saturés	2,3 - 2,5	--	2,1- 2,4	4,3 - 4,5	--	11,2 - 11,7
Insaturés	3,5 - 4,0	--	3,3 - 3,8	6,7 - 7,0	--	18,2 - 19,0
Cholestérols	0,24 - 0,27	--	0,24 - 0,27	0,47 - 0,50	--	1,31 - 1,38
Glucides	0,15 - 0,20	0,12 - 0,16	0,03 - 0,05	0,3 - 0,4	0,4 - 0,5	0,15 - 0,25
Cendres	0,45 - 0,55	0,16 - 0,24	0,2 - 0,3	0,8 - 1,0	0,5 - 0,7	1,1 - 1,6
Calories	88 - 95	14 - 18	74 - 80	160 - 180	40 - 55	380 - 400

### 1.1 Composition de la coquille

Elle renferme 1.6% d'eau et 3.3% de protéines qui constituent sa trame, la partie minérale qui représente 95.1% est essentiellement composée de carbonate de calcium (93.6%) sous forme de calcite ainsi que du carbonate de magnésium et du phosphate tricalcique (0.8% chacun) Se conférer tableau N° 03.

### 1.2 Composition du blanc

Le blanc d'œuf est composé presque exclusivement d'eau et de protéines avec quelques minéraux, en effet 90% de la matière sèche sont représentées par des protéines. Se conférer tableau N° 05 et tableau N° 06.

Le blanc d'œuf renferme également du glucose libre qui est la première source d'énergie utilisable par l'embryon (Sauveur B, 1988) Se conférer tableau N° 04

Tableau N° 05 : Composition du vitellus en % de matière sèche  
(Gilbert, 1971 cité par Protais J, 1988)

Protéines	33-34%	Lipides	62-63%
-Livétines	10%	-Triglycérides	40%
-Phosvitine	4%	-Phospholipides	19%
-HDL (Vitelline)	12%	-Cholestérol	2.5-3%
-LDL (Vitellenine)	7.25%		

Tableau N° 06 : Principales protéines du blanc en % de matière sèche  
(Gilbert, 1971 cité par Protais J. 1988)

Protéine	Quantité	Propriétés
Ovalbumines	54.0	Dénaturées par la chaleur, elles acquièrent une grande rigidité après chauffage.
Les conalbumines	13.0	Elles fixent le fer sur les flavoprotéines
Les ovo mucoides	11.0	Ce sont des inhibiteurs de la typsine.
Les ovo globulines	8.0	Elles permettent la formation de mousse lorsque les œufs sont battus en neige.
Le lyzozyme	3.5	Il est responsable de la formation de la mousse après battage et responsable de la structure en gel du blanc épais.
L'ovomucine	1.5 - 2.9	Elle est responsable de la structure en gel du blanc épais avec le lyzozyme.
La flavoprotéine	0.8	Responsable de la flaveur.
L'avidine	0.05	C'est une anti- biotine mais à l'état cru seulement.

***NB** : Sur le plan biochimique, toutes ces protéines sont des glycoprotéines acides à l'exception de l'avidine qui est une glycoprotéine basique et du lyzozyme qui est une haloprotéine basique (Sauveur B, 1988)*

### 1.3 Composition du jaune

Le jaune d'œuf est essentiellement composé de lipides et de protéines. Ces derniers doivent être considérés ensemble, tous les lipides (phospholipides et triglycérides) sont associés à au moins 02 protéines (vitelline et vitellénine).

Les lipides du jaune sont représentés à 65-70% de graisses neutres (triglycérides) et à 25-30% de phospholipides. Se conférer tableau N° 07 et tableau N° 08.

La composition en acides gras de ces lipides peut varier légèrement en fonction de la nature de l'aliment ingéré par la poule, mais il faut quand même souligner que les phospholipides sont plus riches en acides gras insaturés, mais que les acides gras saturés contenus dans les triglycérides représentent la fraction la plus constante (Sauveur B, 1988) Se conférer tableau N° 9.

Tableau N° 07 : Composition centésimale du jaune d'œuf de poule en pourcentage de matière sèche (Sauveur B, 1988)

Glucose libre.....	0,4
Minéraux.....	2,1
Vitamines.....	1,5
Lipides.....	63
Protéines :dont.....	33
Livétines.....	4 à 10
Phosvitines.....	5 à 6
Vitelline.....	4 à 15
Vitellénine.....	8 à 9

Tableau N° 08 : Quantités absolues de protéines et de lipides  
dans un jaune d'œuf de poule de 60 g (Sauveur B, 1988)

Protéines : 3,2 g		Lipides : 6,4 g	
Dont :		Dont :	
Livétines (hydrosolubles)	0,4 à 1,0	Triglycérides	4,1
Phosvitines	0,5	Phospholipides	1,9
Vitellines (dans H.D.L)	0,4 à 1,5	Cholestérol	0,25
Vitellénine (dans L.D.L)	0,9	Vitamines	0,13

Tableau N° 9 : Acides gras principaux du jaune en p.100 des acides gras totaux  
(Sauveur B, 1988)

Acides gras saturés (palmitique – stéarique).....	35-40 (assez constant)
Acides gras mono – insaturés (oléique et palmitique).....	40-50 (peu constant)
Acides gras di-insaturés (linoléique).....	10-40 (peu constant)
Acides gras poly-insaturés.....	3-4 (assez constant)

## 2. METHODES D'ESTIMATION DE LA QUALITE DES ŒUFS DE CONSOMMATION

La qualité des œufs de consommation va dépendre dans un premier temps du poids des volailles atteint à la fin de la période d'élevage, et surtout de l'uniformité du troupeau de pondeuses.

Un élevage de poules pondeuses arrivé en période de maturité sexuelle en même temps va donner des œufs d'une qualité constante.

Ainsi, il est important que l'uniformité individuelle des volailles s'approche du poids moyen du troupeau et il est souhaitable que 80% des poules aient un poids individuel qui ne s'écarte pas du poids moyen du troupeau dans une proportion de 10% (Anonyme 9, 2004)

## 2.1 Le mirage

Les œufs sont classés et commercialisés en fonction de leur qualité au mirage d'une part, et de leur poids d'autre part.

Le mirage permet d'observer :

- les fêlures, les micro- fêlures, ou toute rupture de la coquille,
- la localisation et la dimension de la chambre à air,
- l'aspect du vitellus, de l'albumen, et des chalazes,
- la présence de grosses inclusions (taches de sang et/ou de viande)

Durant cette manipulation, les œufs présentant des coquilles fêlées, tachées de sang ou de déjections seront déclassés ou écartés et destinés aux casseries (Protais J, 1988)

## 2.2 Le calibrage des œufs

C'est la génétique qui généralement détermine le poids d'un œuf, cependant on peut dans une certaine mesure agir sur le poids de l'œuf pour répondre aux besoins particuliers du marché.

Ainsi, certains éléments de contrôle méritent une attention particulière :

### 2.2.1 Le poids à maturité

Plus la poule est lourde à la ponte de son premier œuf, plus les œufs seront gros sa vie durant.

Afin d'optimiser le poids des œufs, il ne faut jamais stimuler le lot avant que le poids de la poule n'atteigne 1550-1600 g (Anonyme 9, 2004)

### 2.2.2 La maturation sexuelle

Le poids moyen de l'œuf augmente lorsqu'on retarde la maturation sexuelle.

On peut se servir de l'éclairage pour agir sur la maturation sexuelle, en effet une diminution progressive de l'éclairage durant la croissance retardera le processus de maturité et augmentera en moyenne la grosseur de l'œuf (Anonyme 9, 2004)

### 2.2.3 La nutrition

Le poids de l'œuf est grandement influencé par la consommation de protéines brutes, d'acides aminés spécifiques tels que la méthionine et la cystine, d'énergie, et des acides gras essentiels tels que l'acide linoléique.

On augmentera en conséquent la quantité de ces éléments nutritifs afin d'améliorer le poids des œufs pondus précocement, et en contrepartie, on en diminuera la consommation pour exercer un contrôle sur les œufs pondus tardivement (Anonyme 9, 2004)

Tableau N° 10: Les différentes catégories des œufs de poule (Anonyme 2, 2003)

Catégorie	Poids
A+	> 70 grammes
A	65 - 70 grammes
B	60 - 65 grammes
C	55 -60 grammes
D	< 55 grammes

Dans le commerce, les œufs de poule sont répartis en catégories de poids et par conséquent de taille. Se conférer tableau N° 10.

Seules les trois catégories supérieures sont généralement proposées au consommateur, les deux dernières sont utilisées par l'industrie alimentaire (biscuiteries, plats préparés, ...)

Les œufs de la catégorie A ou frais doivent présenter les particularités suivantes :

- avoir une chambre à air immobile dont la hauteur ne dépasse pas 6mm (les œufs extra frais A+ présentent une chambre à air dont la hauteur est inférieure à 04mm),
- répondre à un certain nombre de caractères concernant la coquille, la cuticule, le blanc, le jaune et le germe,
- n'avoir subi aucun nettoyage avec un procédé sec ou humide,
- n'avoir subi aucun traitement de conservation,
- avoir été stockés à une température d'au moins 08°C, ils peuvent être maintenus à une température moindre si la durée du séjour ne dépasse pas les 03 jours (Protais J, 1988)

### 2.3 Estimation de la qualité de la coquille

Quatre paramètres permettent d'apprécier la qualité de la coquille, ce sont la propreté, la couleur, la solidité et la forme :

- ü La propreté est mesurée par le pourcentage d'œufs sales c'est à dire présentant des souillures d'origine intestinale (fèces), génitale (taches de sang) ou poussières,
- ü La couleur de la coquille est appréciée au gros bout de l'œuf à l'aide d'un réflectomètre,

- ü La forme de la coquille est représentée par un indice de forme qui correspond au rapport (largeur/longueur)×100, il varie entre 65 pour un œuf allongé et 82 pour un œuf arrondi (Protais J, 1988)
- ü La solidité de la coquille peut être appréciée soit en exerçant une force ne provoquant pas la rupture de la coquille (méthode indirecte), soit en exerçant une force entraînant la fracture de la coquille (méthode directe)  
Les méthodes non destructives sont les plus employées, mais dans les 02 cas on cherche à évaluer le taux de casse des œufs (Hamilton, 1982 cité par Protais J, 1988)

#### 2.4 Estimation de la qualité de l'albumen

La qualité de l'albumen est en général estimée par les unités Haugh qui traduisent la relation existant entre l'albumen dense et la qualité du blanc

Le pH de l'albumen se situant entre 7.8 et 8.2 le lendemain de la ponte, il croit avec le vieillissement de l'œuf (Haugh, 1937 cité par Protais J, 1988)

#### 2.5 Estimation de la qualité du vitellus

La coloration du vitellus est appréciée à l'aide d'un éventail colorimétrique dont les valeurs s'échelonnent entre 6 (jaune clair) et 13 (jaune orangé)

L'index vitellenique correspond au rapport (hauteur du vitellus/ largeur du vitellus), il est situé entre 40 et 45 pour un œuf frais (Protais J, 1988)

#### 2.6 Estimation des inclusions

Les inclusions peuvent être observées durant le mirage, mais celui-ci ne permet pas d'apprécier le pourcentage des grosses taches, la casse des œufs est donc obligatoire dans ce cas (Protais J, 1988)

### 3. PRINCIPAUX FACTEURS DE VARIATION DE LA COMPOSITION DE L' ŒUF

Les travaux entrepris par Jacquot et Adrian (1954) ont démontré que les teneurs en eau, en protéines, en acides aminés, en lipides totaux et en macro minéraux étaient relativement fixes par rapport aux teneurs en oligo- éléments minéraux et vitaminiques, les acides gras et les lipides qui eux varient en fonction de la nature de l'aliment ingéré (Jacquot et Adrian J, 1954 cités par Sauveur, 1988)

### 3.1 Effets de l'âge de la poule

L'âge des pondeuses constitue le principal facteur influençant la qualité initiale de l'œuf qui tend à se dégrader au cours de la ponte et surtout après le 9<sup>ème</sup> mois de production (Lahellec C, 1965 ; Protais, Bougon, 1985 cités par Protais, 1988)

On observe l'apparition de coquilles de plus en plus fragiles ainsi que l'augmentation de la fréquence des inclusions. Se conférer tableau N° 11.

Les résultats de plus de 10 expériences ont démontré que lorsque la poule vieillit le poids de l'œuf augmente, cet accroissement se traduisant par une augmentation de la part relative du jaune et une diminution de celle du blanc (Fletcher DL et al, 1983 cité par Sauveur, 1988)

Tableau N° 11 : Evolution de quelques critères de qualité avec l'âge des poules pondeuses (Protais J ; Bougon M, 1985 cités par Protais J, 1988)

Critères étudiés	Age en semaines						
	25	32	44	51	57	61	68
Poids de l'œuf (g)	52.8	58.5	62.9	63.9	64.5	65.0	65.8
Unités Haugh	90.7	85.1	73.4	70.8	73.2	70.1	66.7
% des inclusions	37.5	32.6	27.6	34.0	37.8	42.4	61.1
Déformations de la coquille	22.1	22.5	22.0	23.5	24.0	23.3	28.0
% de coquille	9.94	9.74	9.66	9.52	9.53	9.48	9.18
% d'œufs fêlés	1.76	2.84	2.35	3.47	5.51	5.49	25.33
% d'œufs sales	1.18	1.70	0.59	0.69	0	4.64	5.68
% du vitellus	23.03	25.90	27.54	27.85	28.59	28.16	/
% d'albumen	67.03	64.34	62.83	62.62	61.87	62.35	/

### 3.2 Effets de l'origine génétique des animaux et de la sélection

Une sélection visant à augmenter le nombre d'œufs va se traduire par une légère diminution de la part du jaune et une légère augmentation de celle du blanc (Washburn KW, 1979 cité par Sauveur B, 1988) (Se conférer tableau N° 12).

Tableau N° 12 : Effets de la sélection sur la composition de l'œuf  
(Akbar et al, 1983 cités par Sauveur B, 1988)

	Poids de l'œuf (g)	Part de chaque Constituant (p.100)			Teneurs en extrait sec (p.100)		
		jaune	blanc	Coquille	Jaune	Blanc	Jaune + blanc
Lignées témoins anciennes .....	59,8	30,1	60,7	9,13	52,1	11,4	24,8
Lignées sélectionnées sur la ponte.....	60,4	28,2	62,6	9,23	52,0	11,6	24,1

### 3.3 Effets des techniques d'élevage

Le choix de l'âge de l'entrée en ponte est déterminant pour la qualité future des œufs, cet âge est déterminé génétiquement à 18 semaines et implique un poids minimum de 1500 g, un poids inférieur des poulettes à l'entrée en ponte donnera des œufs plus petits que la normale et un poids supérieur (une entrée en ponte tardive) donnera des œufs plus gros mais en nombre moins important (Anonyme 9, 2004)

Certaines recherches ont démontré clairement qu'une entrée en ponte trop précoce va provoquer une diminution de la qualité des œufs se traduisant par une diminution des unités Haugh, un accroissement du nombre de taches de sang et une augmentation du nombre d'œufs fêlés (Protais J, 1988)

La densité importante des cages conduit à une réduction du poids des œufs (la poule ne pouvant plus se nourrir correctement), un accroissement du taux de mortalité et une dégradation de la qualité de l'œuf (augmentation du nombre d'œufs fêlés, sales)

Lorsque la température augmente, la poule diminue sa consommation d'aliment et par conséquent celle du calcium, mais elle augmente son rythme respiratoire et sa consommation en eau, il s'en suivra une baisse de poids des œufs due à une dégradation de la qualité de la coquille et de l'albumen (Protais J, 1988)

L'emploi de programme lumineux fractionnés semble agir favorablement sur la qualité de la coquille : coloration plus importante, déformations plus faibles, réduction du nombre d'œufs déclassés (Sauveur et Picard, 1987 cités par Sauveur, 1988)

De plus, la production des œufs est étroitement liée aux changements d'éclairage quotidiens auxquels les poules sont exposées, donc, un programme lumineux approprié peut agir favorablement sur le nombre et la grosseur des œufs, ainsi que sur le taux de viabilité des poules et leur rendement, pour cela, certaines règles de base de l'éclairage doivent être respectées :

- ü Eclairer les poussins 24h/24h pendant les 02 premiers jours d'âge, de 02 jours à 03 semaines réduire l'éclairement d'une demi heure par jour jusqu'à atteindre 15 heures à une intensité de 05 lux, de 03 à 18 semaines maintenir un éclairage quotidien constant de 10 à 12 heures, à 18 semaines éclairer les poules au moins pendant 13 heures par jour puis augmenter l'éclairage de 15 à 30 minutes par semaine jusqu'à atteindre 16 heures par jour, idéalement, cette durée d'éclairage devrait se poursuivre jusqu'au pic, et l'intensité devrait aussi être augmentée de 10 à 20 lux (Anonyme 9, 2004)
- ü Plusieurs types d'éclairage par intermittence ont été essayés, le plus courant consiste à faire alterner 15 minutes d'éclairage et 45 minutes d'obscurité (15é/45o) à chaque heure d'éclairage prévu de la journée en commençant progressivement par 45é/15o la première semaine, puis 30é/30o la semaine suivante pour enfin atteindre 15é/45o, ce système d'éclairement a été utilisé avec succès puisqu'il a permis une amélioration de la solidité de la coquille, une réduction de la morbidité et de la mortalité résultant du stress causé par la chaleur, et une réduction du cannibalisme et des frictions entre les pondeuses (Anonyme 9, 2004)

Il est très important de faire muer les poules vers l'âge de 65 semaines car après 60 semaines d'âge, la qualité de la coquille et de l'albumen se dégradent rapidement mais cette qualité est heureusement restaurée en seconde ponte et reste acceptable au moins pendant 20 semaines (Decuypere E ; Huyghebaert G et Verheyen G, 1987 cités par Protais, 1988)

Les mauvaises conditions sanitaires et les maladies qui en découlent influent énormément sur la qualité de l'œuf ;

- ü les effets de la bronchite infectieuse sont bien connus : diminution de la pigmentation et de la solidité de la coquille, liquéfaction importante de l'albumen, augmentation du pourcentage des inclusions et du pourcentage d'œufs à coquilles déformées (Protais J, 1982 cité par Protais J, 1988)
- ü lorsque la coquille n'est plus intacte elle va permettre la pénétration de plusieurs bactéries notamment les Escherichia Coli et les Salmonelles (Spackman D, 1987 cité par Protais, 1988)

### 3.4 Effets du mode d'élevage

Une dizaine d'études effectuées entre 1975 et 1985 en Europe ont démontré que le mode de production n'affecte pratiquement pas la composition de l'œuf, les œufs fermiers peuvent avoir des caractéristiques organoleptiques variables mais pas forcément meilleures, en plus ce sont eux qui présentent la qualité bactériologique la moins bonne (Sauveur B, 1988)

### 3.5 Effets de l'alimentation des poules pondeuses

Grâce à l'apport de calcium qu'elle procure, il est évident que l'alimentation influence directement sur la qualité de la coquille.

Pour obtenir des œufs plus gros, on peut augmenter la ration en protéines/poule présente en rapport avec la consommation de méthionine + cystine et d'énergie (Anonyme 9, 2004)

Il est conseillé de distribuer 4g de calcium par poule et par jour en plus du carbonate de calcium incorporé dans l'aliment, cette distribution s'avère être d'autant plus efficace lorsqu'elle est effectuée le soir permettant à la poule de consommer du calcium indépendamment des autres aliments (Bougon et al, 1986 cités par Protais J, 1988)

La nature de l'aliment fournit aux volailles et surtout sa composition vont influencer directement sur la qualité de l'œuf, voici quelques exemples :

-un abaissement du taux protidique alimentaire va entraîner une réduction du poids de l'œuf portant d'avantage sur le blanc (Sauveur B, 1988)

-un régime déficient en lipides et notamment en acide linoléique peut faire diminuer le poids de l'œuf de 10g, les besoins de la poule sont couverts par un apport quotidien de 01g (Sauveur B, 1988)

-l'incorporation de sucre en substitution d'amidon permet d'augmenter significativement le poids du jaune (Sauveur B, 1988)

-la supplémentation des régimes en magnésium, manganèse, zinc, iode, sélénium peut augmenter la teneur du blanc en ces éléments alors que la teneur en fer est plus stable (Sauveur B, 1988)

-la teneur en pigments du régime alimentaire contrôle directement la coloration du vitellus, et en fonction de la préférence des consommateurs le degrés de pigmentation peut être choisi en fonction de la quantité mais aussi de la nature des caroténoïdes choisis (Protais J, 1988)

-les vitamines subissent beaucoup de variations au niveau de l'oeuf, elles concernent aussi bien les vitamines hydrosolubles, que les vitamines liposolubles,

-le transfert de certaines vitamines (A et B) à l'œuf semble être légèrement augmenté par l'utilisation de certains antibiotiques (Bacitracine et Flavomycine), à l'opposé il est réduit en présence de grandes quantités de pigments (Naber EC, 1979 cité par Sauveur B, 1988)

-un régime hyper calorique (+ de 315 k cal) va entraîner une augmentation du poids des poulettes, la quantité d'œufs pondus (1.3 œuf pour une saison de ponte) et un coût nettement supérieur, par contre pour un régime faible en calories (- de 315 k cal), la poule va être difficile à vendre car trop légère, et la quantité d'œufs produits va diminuer (Anonyme 9, 2004)

Les besoins de la poule en nutriments sont exprimés dans les tableaux N° 13 et 14.

Tableau N° 13 : Besoins journaliers en production par poule (Anonyme 9, 2004)

	32 sem	32-44 sem	44-55 sem	55 sem +
- Protéines, g/poule	18.0	17.50	17.0	16.0
- Méthionine, mg/poule	460	460	440	420
- Méthionine+cystine, mg/poule	760	760	725	690
- Lysine, mg/poule	930	910	880	860
- Tryptophane, mg/poule	190	185	180	170
- Calcium, g/poule	3.9-4.1	4.0-4.2	4.1-4.3	4.2-4.4
- Phosphore (total), g/poule	0.70	0.66	0.61	0.56
- Phosphore (dispo), g/poule	0.44	0.41	0.38	0.34
- Sodium, mg/poule	180	180	180	180
- Chlorure, mg/poule	170	170	170	170

Tableau N° 14 : Besoins de la poule en minéraux et vitamines (Anonyme 9, 2004)

	Période d'élevage	Période de ponte
-Minéraux ajoutés par tonne :	1.000 g	1.000 g
§ Manganèse (g)	66	66
§ Zinc (g)	66	66
§ Fer (g)	33	33
§ Cuivre (g)	4.4	8.8
§ Iode (g)	0.9	0.9
§ Sélénium (g)	0.3	0.3
-Vitamines ajoutées par tonne :		
§ Vitamine A (IU)	8.800000	7.700000
§ Vitamine D3 (IU)	3.300000	3.300000
§ Vitamine E (IU)	6.600	6.600
§ Vitamine K (mg)	550	550
§ Riboflavine (g)	4.4	4.4
§ Vitamine B12 (mg)	8.8	8.8
§ Acide panthoténique (g)	5.5	5.5
§ Acide folique (mg)	220	110
§ Biotine (mg)	+	+
§ Niacine (g)	27.5	22
§ Choline (g)	275	275

+ : Avec une alimentation à base de maïs, on ne devrait pas utiliser de biotine dans la ration des poules pondeuses (Anonyme 9, 2004)

### 3.6 Effets de la productivité des pondeuses

Une étude a démontré qu'en présence du lot le plus productif de la même lignée, on constate que la qualité de la coquille est réduite, par contre la qualité de l'albumen mesurée en unités Haugh est améliorée ce qui confère à l'œuf un pouvoir moussant plus stable (Bougon et al, 1981 cités par Protais J, 1988))

### 3.7 Les résidus de l'œuf :

Ce sont les résidus d'antibiotiques qui vont poser problème, il faut distinguer :

-Les antibiotiques qui sont utilisés en additif alimentaire comme facteurs d'efficacité, ceux-ci traversent peu ou pas la barrière intestinale donc on ne peut les trouver dans les œufs.

-Les antibiotiques qui sont utilisés dans un but curatif, leur passage dans l'œuf peut être non négligeable mais en raison de leur demi vie courte (1 jour à 1 jour et demi) ils devraient cesser d'apparaître rapidement après la fin du traitement.

-Le problème de résidus est également lié à la présence de pesticides ou insecticides qui peuvent dégrader la qualité de la coquille, des études ont démontré un taux de contamination qui avoisinerait les 90%, heureusement les doses rencontrées n'ont jamais dépassé les taux fixés par l'organisation mondiale de la santé (O.M.S) (Spackman, 1987 cité par Protais J, 1988)

-Les résidus de coccidiostatiques vont également poser problème, en effet une contamination croisée accidentelle lors de la préparation de la nourriture, peut être à l'origine de résidus dans les œufs (Huyghebaert G et al, 2005)

## 4. EVOLUTION DE LA COMPOSITION DE L'ŒUF AU COURS DE SA CONSERVATION :

Durant le moment qui s'écoule entre la ponte et la consommation de l'œuf, celui-ci subit une série de modifications qui vont concerner les propriétés physico-chimiques et la qualité bactériologique du produit, les caractéristiques nutritionnelles sont très peu altérées (Sauveur B, 1988)

#### 4.1 Dégradation de la qualité interne :

Elle se traduit par :

- ü des modifications au niveau de la coquille qui peut être de couleur plus claire si les œufs sont exposés à une lumière naturelle, ou tachetée s'il y a répartition inégale d'humidité (Protais et al, 1981 cités par Protais J, 1988))
- ü une perte d'eau par évaporation à travers les pores de la coquille qui va engendrer une perte de poids de l'œuf et une augmentation de la hauteur de la chambre à air, cette perte de poids peut être estimée à 2.7% à 18°C et 60% d'humidité relative (Protais et al, 1981 cités par Protais J, 1988)
- ü une perte de gaz carbonique qui fait augmenter le pH de l'albumen (il passe de 7.6 à 9.3 en 02 jours de stockage puis évolue peu)
- ü l'apparition d'odeurs due aux mauvaises conditions de stockage (devant désinfectants, nourriture...)
- ü une dégradation de l'albumen (modification du complexe ovomucine- lysozyme), les unités Haugh diminuent au fur et à mesure que la température de stockage augmente, cette dégradation se traduit par un aplatissement du blanc dense et une liquéfaction progressive de l'ensemble (Protais et al, 1981 cités par Protais J, 1988)
- ü une dégradation du vitellus liée au transfert entre l'albumen et le vitellus d'eau, de minéraux et d'acides aminés libres, elle se traduit par un aplatissement du vitellus et une altération de la membrane vitelline (Protais et al, 1981 cités par Protais J, 1988)

#### 4.2 Dégradation de la qualité bactériologique :

L'albumen contrairement au vitellus est un milieu défavorable au développement des bactéries du fait de sa composition protéique et sa richesse en substances actives (lysozyme, conalbumine, avidine, ovomucoïde...)

Malgré toutes les barrières qui peuvent empêcher la pénétration de certains micro-organismes à l'intérieur de l'œuf (coquille, cuticule, membranes coquillières), bactéries, champignons et levures ont déjà été identifiés dans ce produit :

- ü *Pseudomonas fluorescens*, *Proteus hauseri* et *Serratia marcescens* sont les bactéries que l'on retrouve le plus souvent au niveau de l'œuf,
- ü La présence de champignons a déjà été signalée sous la coquille au niveau de la chambre à air (Protais et al, 1981 cités par Protais J, 1988)

Pour éviter tous ces problèmes, un certain nombre de paramètres sont à respecter au niveau des locaux de stockage :

- ü La température doit être comprise entre 10 et 12°C afin de limiter les évaporations d'eau et de gaz carbonique, un bâtiment isolé thermiquement est indispensable pour lutter contre les hautes températures l'été et les basses températures l'hiver,
- ü L'humidité relative doit être comprise entre 80 et 85% pour ne pas affecter l'évaporation,
- ü La ventilation est très importante pour éviter les condensations sur les œufs, source de croissance microbienne.

Toutes ces précautions doivent être complétées par un ramassage quotidien des œufs, et surtout ne jamais pratiquer de nettoyage humide ou à sec sur des coquilles car ceci favoriserait la pénétration et même le développement de micro-organismes à l'intérieur de l'œuf (Protais et al, 1981 cités par Protais J, 1988)

## 5. ANOMALIES DE L'ŒUF :

### 5.1 Les œufs déformés :

Le pourcentage d'œufs déformés augmente avec l'âge de la poule, les deux courbures de l'œuf deviennent à peu près similaires ; en effet il devient plus difficile de distinguer le gros bout de l'œuf.

La déformation des coquilles des œufs est courante lors de la maladie de Newcastle et lors de bronchite infectieuse (Vanmarcke J, 1997)

## 5.2 Les œufs sans coquille : (Figure N° 03)

Ils représentent 3-4% d'une production et sont apparemment dus soit à des stress divers soit ils sont d'origine infectieuse ; l'affection mise en cause est le syndrome de chute de ponte ou EDS (Egg drop syndrome)

Les premiers signes sont une chute de ponte de l'ordre de 20-30% se situant presque toujours en début de ponte, puis pendant que certaines poules arrêtent complètement de pondre, d'autres pondent des œufs à coquille très mince sans déformations ou des œufs sans coquilles.

La bactérie mise en cause est un Adénovirus sérotype 127 (Vanmarcke J., 1997)



Figure N° 03 : Œuf sans coquille (Anonyme 4, 2000)

## 5.3 Les œufs clairs :

Ce sont des œufs sans jaune ; un corps étranger ou un parasite (ascaridia par exemple) peut lors de remontée intempestive provoquer la sécrétion d'albumen, des membranes coquillières et la coquille qui va l'emprisonner (Villate D, 1997)

## 5.4 Les œufs « pré fêlés » in vivo :

Ce sont des œufs dont la coquille a été brisée pendant sa formation in utéro puis plus ou moins bien réparée par la suite, l'œuf portera souvent des cicatrices qui le rendront moins résistant.

Ce phénomène est du à des agitations exagérées de la poule, pour cela il est préférable de diminuer la densité des cages et surtout de limiter la durée d'éclaircissement à 15heures par jour (Sauveur B, 1988)

### 5.5 Les œufs à coquilles crayeuses :

Ce sont des œufs qui présentent un grand danger à la consommation humaine puisque leur coquille étant dépourvu de cuticule organique va constituer une porte d'entrée à de nombreux micro-organismes pathogènes (Sauveur B, 1988)

### 5.6 Les œufs à coquilles tachées :

Les taches claires en question sont dues à la présence d'eau dans la coquille, cette eau provenant soit de l'intérieur de l'œuf suite à des altérations de la trame protéique de la coquille qui vont permettre à l'eau du blanc de migrer vers la coquille, soit de micro fêlures internes dues à une pression exercée sur l'œuf (Sauveur B, 1988)

### 5.7 Les œufs à coquilles rugueuses :

Ce sont des œufs qui présentent à la surface de la coquille des dépôts de corps étrangers dus à la fixation de débris tissulaires pendant la formation de la coquille, ces débris sont ensuite recouverts de calcaire.

Ce phénomène souvent superficiel est augmenté avec l'âge de la poule et ne présente pas d'incidence sur la qualité de la coquille (Sauveur B, 1988)

### 5.8 Les œufs à double jaune : (Figure N° 04)

Deux jaunes dans une même coquille est due, soit à une ovulation précoce, soit à un retard du jaune dans sa progression jusqu'à la membrane de l'oviducte, ces œufs sont sans valeur pour la reproduction, les naissances gémellaires sont impossibles (Anonyme 4, 2000)



Figure N° 04 : Œuf à double jaune (Anonyme 4, 2000)

## 6. INCLUSIONS PRESENTES DANS L'ŒUF :

Il s'agit le plus souvent des taches de sang et des taches de viande ;

### 6.1 Les taches de sang : (Figure N° 05)

Elles se trouvent à la surface du jaune, et sont souvent dues soit à une fragilité capillaire soit à une augmentation de la pression artérielle qui vont provoquer l'apparition de petites hémorragies au niveau de l'ovaire.

Ce phénomène est accentué avec le vieillissement de la poule, et serait directement lié avec la composition de l'aliment distribué ; ainsi dans 14 à 18% des cas, un régime sur dosé en protéines va être directement responsable de l'apparition de taches de sang à la surface du jaune (Salichon Y, 1973 cité par Sauveur B, 1988)

Ces œufs peuvent être consommés, mais sont à retirer de la mise en incubation (Anonyme 4, 2000)



Figure N° 05 : Œuf taché de sang (Anonyme 4, 2000)

### 6.2 Les taches de viande :

Ce sont généralement des fragments d'oviducte, de follicules atrophiques ou de membranes vitellines qui forment ces débris.

Des débris d'utérus riches en calcium et en pigments porphyriques peuvent se trouver à la surface de l'albumen (Salichon Y, 1973 cité par Sauveur B, 1988)

L'œuf représente une source riche en phosphore, fer (surtout au niveau du jaune d'œuf, il couvre 30% des besoins quotidiens de l'homme pour cet élément) et vitamines, mais à l'opposé il est déficient en glucides, calcium et vitamine C. Se conférer tableau N° 15.

Du fait de sa relative richesse en sodium, le blanc peut être conseillé dans les régimes hyposodés (Sauveur B, 1988)

Tableau N° 15 : Les nutriments les plus importants dans l'œuf  
(Desaulniers M ; Dubost M, 2003)

Volume/poids	Deux oeufs, calibre gros, bouillis (à la coque ou durs) /100 g
Calories	155 calories
Protéines	12,6 g
Glucides	1,1 g
Lipides	10,6 g
Fibres alimentaires	0

## 1. Les minéraux :

L'œuf est riche en phosphore, en fer et en soufre, et seuls le sodium, le potassium, et le chlore y sont présents à l'état libre, tous les autres minéraux sont liés aux protéines ou phospholipides. Se conférer tableau N° 16.

Tableau N° 16 : Teneurs de l'œuf en minéraux  
(Sauveur B, 1988)

	Contenu total moyen (mg / œuf de 60 g)			Valeur relative extrême (mg / 100 g de poids frais)		
	Œuf entier sans coquille	Blanc	jaune	Œuf entier sans coquille	blanc	Jaune
Sodium	72	62	10	135	140-200	40-70
Potassium	73	53	20	135	30-170	90-130
Chlore	93	62	31	170	150-180	150-180
Calcium	29	3	26	55	7-15	100-190
Magnésium	6	4	2	11	10-12	10-12
Phosphore	120	5	115	220	10-15	550-650
Fer	1,1	3	1,1	2-3	3	5-10
Soufre	90	60	30	170	160-200	160-180

## 2. Les pigments du jaune :

Ce sont des pigments d'origine alimentaire de la famille des caroténoïdes très proches dans leur structure de la vitamine A.

Beaucoup d'entre eux sont des pigments xanthophylles, les plus fréquemment rencontrés sont la lutéine provenant essentiellement des pigments de la luzerne et des pigments du maïs jaune, et la zéaxanthine retrouvée essentiellement dans les pigments du maïs.

La lutéine et la zéaxanthine sont retrouvées à des proportions de 13-15 microgrammes/jaune d'œuf.

Plusieurs résultats de recherches ont établi la possibilité que la lutéine et la zéaxanthine puissent protéger contre l'apparition de cataractes et de dégénérescence maculaire laquelle est la première cause de cécité chez les personnes âgées.

La lutéine et la zéaxanthine se retrouvent dans d'autres aliments, comme les épinards, mais leur absorption est supérieure lorsqu'elles sont tirées des œufs (Baribeau H, 2004)

## 3. Les protéines :

De très haute valeur biologique, l'œuf est non seulement une excellente source de protéines, mais celles-ci sont à tel point d'excellente qualité, qu'on utilise l'œuf comme mesure de référence pour juger de la qualité des autres sources de protéines. La qualité des protéines est exprimée par un chiffre que l'on appelle valeur biologique (VB), elle est très élevée pour l'œuf du fait de la complémentarité existant entre les protéines du jaune et celles du blanc et surtout de l'équilibre entre les acides aminés de ces protéines (Baribeau H, 2004) Se conférer tableau N° 17.

La VB des protéines de l'œuf est de 93,7 % (poulet : 80 %; poisson : 78 %). La VB d'une protéine détermine son efficacité à réparer et à fabriquer de nouveaux tissus.

Ainsi, plus la VB est élevée, plus les protéines de l'aliment en question sont efficaces, indépendamment de la quantité de protéines contenues dans l'aliment.

Il faut également noter que les protéines du blanc sont peu digestibles (50%) à l'état cru du fait de la présence de facteurs anti-tryptiques et surtout parce que le blanc cru stimule peu les sécrétions de sucs gastriques ou pancréatiques, par contre les protéines du jaune sont elles très bien digérées à l'état cru et c'est la cuisson excessive qui va diminuer son utilisation digestive (Sauveur B, 1988)

Tableau N° 17 : Teneurs de l'œuf en acides aminés (en mg par œuf de 60g) (Sauveur B, 1988)

	Blanc	Jaune	Œuf entier
Acide aspartique	380	250	630
Acide glutamique	480	340	820
Alanine	210	150	360
Arginine	210	200	410
Cystine	105	50	155
Glycine	125	85	210
Histidine	80	75	155
Isoleucine	190	155	345
Leucine	300	250	550
Lysine	235	220	455
Méthionine	140	70	210
Phénylalanine	200	120	320
Proline	150	120	270
Sérine	240	240	480
Thréonine	160	150	310
Tryptophane	60	45	105
Tyrosine	150	130	280
Valine	240	170	410

#### 4. Les vitamines :

Elles sont plus abondantes dans le jaune que dans le blanc et leur présence reflète l'ingéré de la poule, les teneurs de l'œuf en vitamines sont exprimées dans le tableau N° 18.

L'œuf est une excellente source de choline, contenue dans la lécithine. La choline favorise un développement normal du cerveau. L'Académie des Sciences et Santé du Canada ont récemment reconnu la choline comme un élément nutritif essentiel. Bien que le corps soit en mesure de fabriquer de la choline, il en fabrique de façon insuffisante de sorte que l'apport provenant des œufs constitue un véritable atout. Deux œufs de calibre gros contiennent la quantité de choline dont un adulte a besoin chaque jour (Desaulniers M ; Dubost M, 2003)

Les oeufs constituent également une excellente source de vitamine B2 (riboflavine). La principale fonction de la vitamine B2 est de contribuer à la production d'énergie à partir notamment des glucides, des lipides que nous absorbons. C'est une excellente source de vitamine B12. Cette vitamine se retrouvant surtout dans le règne animal, deux oeufs fournissent environ 50 % des besoins en vitamine B12 d'un adulte. Cette vitamine aide à la fabrication de nouvelles cellules, à l'entretien des cellules nerveuses, au métabolisme de certains acides gras et acides aminés, et active l'acide folique ou vitamine B9 (Baribeau H, 2004)

C'est aussi une excellente source de vitamine D. Outre le lait, les poissons gras et les rayons UV, le jaune d'oeuf est l'une des rares sources de cette vitamine. Le rôle principal de la vitamine D est de favoriser la minéralisation osseuse en augmentant l'absorption du calcium et du phosphore, en stimulant leur rétention par les reins et en empêchant la perte du calcium des os (Desaulniers M ; Dubost M, 2003)

Tableau N° 18 : Teneurs de l'œuf en vitamines  
(Sauveur B, 1988)

	Contenu total moyen (mg / œuf de 60 g)			Valeurs relatives extrême (mg / 100 g de poids frais)		
	Œuf entier sans coquille	blanc	jaune	Œuf entier sans coquille	blanc	Jaune
<b>Vitamines liposolubles</b>						
A (UI)	150-40	--	150-400	250-700	--	800-2500
D (UI)	20-80	--	20-80	35-150	--	110-450
E (mg)	0,6-2	--	0,6-2	1,1-3,5	--	3,5-10
K (mg)	1,01-0,03	--	0,01-0,03	0,02-0,06	--	0,05-0,15
<b>Vitamines hydrosolubles</b>						
Choline (mg)	225	--	225	410	--	1250
Thiamine (B1) (ug)	52	1,5	50	95	3,5	275
Riboflavine (B2) (ug)	200	120	80	300-350	300-450	400-500
Nicotinamide (ug)	43	33	10	60-80	85-95	40-70
Pyridoxine (B6) (ug)	68	8	60	150-200	25	300-350
Acide pantothénique (ug)	830	80	750	1200-1700	190-250	3500-4500
Biotine (ug)	10	2	8	15-20	5-7	30-60
Acide folique (ug)	15	0,5	15	15-35	1	50-105
B 12 (ug)	0,5	--	0,5	0,7-1,2	--	2,1-3,5

## 5. Les lipides :

La richesse du jaune de l'œuf en acides gras insaturés (les 2/3 des acides gras totaux) et particulièrement en acide linoléique en fait un aliment de haute qualité pour l'homme.

Des reproches ont été faites au jaune de l'œuf concernant particulièrement le cholestérol (0.25-0.28g/œuf), cependant plusieurs remarques doivent être soulignées :

Les travaux de Roberts et al (1981) ont montré que l'apport en supplément de la ration normale d'une préparation apparemment identique : même goût, même couleur, même consistance, même taux calorique soit de 02 œufs par jour soit d'un substitut sans cholestérol ne modifie pas significativement le taux de cholestérol sanguin ou le taux de triglycérides après 04 semaines car ceux-ci dépendent des autres stérols ingérés ; en particulier les stérols végétaux.

On sait aujourd'hui que l'œuf présente des antidotes à une cholestérolémie élevée car il est riche en phospholipides et acides gras insaturés (Baribeau H, 2004)

## 6. Les œufs omega-3 :

Les œufs dits « oméga-3 » contiennent plus d'oméga-3 que les autres, car ils proviennent de poules dont la nourriture a été enrichie de graines de lin. La graine de lin est très riche en acide alpha-linolénique (AAL), un acide gras de la famille des œufs oméga-3 (Baribeau H, 2004)

## 7. Les vertus thérapeutiques des œufs :

Scientifiques et professionnels de la santé de partout dans le monde ne cessent de découvrir les ressources inestimables des œufs. Déjà, nous connaissons leurs valeurs nutritives. Mais il y a bien plus, ce sont des aliments sains qui stimulent le système immunitaire tout en possédant des propriétés thérapeutiques et fonctionnelles fabuleuses.

En voici quelques exemples :

- ü L'albumen de l'œuf (le blanc) est utilisé comme antidote contre certains irritants et toxines en cas d'intoxication.
- ü Grâce à sa capacité de rétention d'eau et à ses propriétés agglutinantes, le blanc d'œuf est un médicament naturel pour les gastrites, entérites, diarrhées, dysenteries et la déshydratation.

- ü Des chercheurs de l'Université de Kyoto, au Japon, ont démontré que l'oeuf contient deux substances fluorescentes: la « lumiflavine » et le « lumichrome » ainsi qu'une autre substance, le « sulphoraphane », identifiée récemment, ces produits ont la propriété de freiner la multiplication des virus favorisant le cancer et d'empêcher les cellules normales de se transformer en cellules cancéreuses.
- ü Les globulines (protéines) G1, G2 et G3, l'ovomacroglobuline, l'anticorps IgY et autres antimicrobiens naturels et immunostimulants contenus dans l' oeuf contribuent à prolonger la vie des personnes atteintes du SIDA.
- ü La lipoprotéine YLP-p17.5 provenant du jaune d'oeuf est utilisée en biotechnologie pour la croissance des cellules en milieu de culture et dans les expériences en génie génétique.
- ü Cette même lipoprotéine ainsi que d'autres protéines de grande valeur que l'on retrouve dans les oeufs constituent d'excellents stimulateurs de croissance pour les enfants et les animaux.
- ü La lécithine du jaune d'oeuf est plus stable et possède une capacité d'immobilisation plus élevée que la lécithine de soya.
- ü Le jaune d'oeuf et les chalazes (filaments en spirale qui maintiennent le jaune au centre de l'albumen) sont des sources importantes d'acide sialique utilisée dans le traitement d'infections microbiennes provoquant des ulcères, le cancer du colon, des gastrites et des entérites (Anonyme 13, 2005)
- ü L'anticorps IgY présent dans les oeufs est de meilleure qualité et beaucoup moins coûteux que l'immunoglobuline IgG des mammifères. L'anticorps IgY peut être utilisé pour traiter les rotavirus chez l'humain, les infections à la bactérie E. coli, au Streptocoque, au Pseudomonas, au Staphylocoque et à la Salmonelle (Lerrer B ; Gilboa-Garber N, 2001)

Les œufs sont classés selon leur poids en premier lieu, puis selon l'âge de l'œuf par mesure de la hauteur de la chambre à air. Se conférer tableau N° 19.

Tableau N° 19 : Réglementation Européenne sur les œufs de consommation  
(Sauveur B, 1988)

\*Catégorie de poids :

-Catégorie 1 : 70g et plus.

-Catégorie 2 : moins de 70g à 65 g inclus

---

-Catégorie 6 : moins de 50 à 45 g inclus.

-Catégorie 7 : moins de 45g.

\*Catégories « qualitatives »

-Catégorie A : œufs frais

= ni nettoyés, ni réfrigérés, chambre à air < 6mm  
extra-frais

= moins de 7 jours entre emballage et vente, ramassage bi-hebdomadaire,  
chambre à air < 4mm.

-Catégorie B : 2<sup>ème</sup> qualité

= œufs réfrigérés, conservés, chambre à air ≤ 9mm.

-Catégorie C : œufs destinés à l'industrie de l'alimentation humaine devant être traités en  
casserie (dont les œufs clairs incubés moins de 6 jours)

-Catégorie D : œufs destinés à l'industrie non alimentaire.

\*Mode d'élevage des poules :

-Poules élevées en plein air, système extensif

-Poules élevées en plein air

-Poules élevées au sol

-Poules élevées en volière

Tableau N° 20 : Normes qualitatives de commercialisation des œufs destinés à la consommation humaine (Cherrid J, 1988)

Catégorie	Coquille	Cuticule	Chambre à air	Jaune
A	-normale -propre -intacte	Nettoyage interdit	-extra :au plus 4mm au moment d l'emballage. -frais :au plus 6mm et doit etre immobile	Peu mobile en cas de rotation de l'œuf, ses contours doivent être flous et absence de corps étrangers
B	-normale -intacte	Nettoyage possible par brossage.	-au plus 9mm	Contours flous au mirage et absence de corps étrangers

Catégorie	Blanc	Germe	Odeur
A	-Clair, limpide, gélatineux. -Exempt de corps étrangers	Imperceptible	-Pas d'odeurs anormales
B	-Clair, limpide. -Exempt de corps étrangers	Imperceptible	-Pas d'odeurs anormales

Le tableau N° 20 résume les normes qualitatives de chaque partie de l'œuf destiné à la commercialisation et à la consommation humaine.

Depuis Janvier 2004 et conformément à la législation Européenne, tous les œufs de catégorie A\* doivent être pourvus d'un code d'identification spécial concernant l'origine de cet œuf et le mode d'élevage.

C'est un code harmonisé à chiffres et lettres qui informe le consommateur sur le pays d'origine et s'il s'agit d'un élevage en plein air, au sol, ou en cages. Se conférer figure N° 06 et figure N° 07 (Anonyme 5, 2005)



Figure N° 06 : Méthode de codage des œufs (Anonyme 5, 2005)

Les 2 premiers chiffres correspondent au mode d'élevage :

- le chiffre 0 correspond au mode de production biologique,
- le chiffre 1 correspond à l'élevage en plein air,
- le chiffre 2 correspond à l'élevage en sol,
- le chiffre 3 correspond à l'élevage en cages,
- les lettres correspondent au pays d'origine (Anonyme 5, 2005)



Figure N° 07 : Œuf pourvu d'un code d'identification selon la législation européenne (Anonyme 5, 2005)

Les ovo produits sont des denrées alimentaires obtenues par le cassage des œufs et constitués par la totalité ou une partie du contenu de l'œuf.

Ne peuvent être utilisés comme matière première que les œufs qui présentent les caractères suivants :

- les œufs propres à la consommation humaine,
- les œufs fêlés légèrement souillés livrés directement sans intermédiaire par les centres d'emballage,
- les œufs ouverts accidentellement par les centres d'emballage et les producteurs à une casserole immatriculée préparant des ovo produits pasteurisés (Cherrid J, 1988)

Les œufs :

- sales non lavés préalablement au cassage,
- dont la coquille n'est pas achevée,
- rejetés des incubateurs quelque soit la durée du séjour,
- mêlés dans un ovo produit d'œufs d'espèces différentes, ne peuvent être utilisés comme matière première pour la fabrication d'ovo produits (Cherrid J, 1988)

## 1. LES DIFFERENTES CATEGORIES D' OVO PRODUITS

### 1.1 Les ovo produits liquides

Les œufs peuvent être utilisés immédiatement sans subir de pasteurisation ; c'est le cas de la coule fraîche (mélange de blanc et de jaune) qui est la seule préparation pour qui l'appellation d' « œufs frais » est autorisée puisqu' aucune propriété de l'œuf n' y est altérée.

Les autres produits doivent être pasteurisés (2.5 minutes à 64°C) conditionnés en bidons et stockés à une température inférieure ou égale à +3°C jusqu' à leur utilisation, leur livraison devant se faire dans les 24 heures suivant la pasteurisation (Gounand P, 1988)

### 1.2 Les ovo produits congelés

Ce sont les produits liquides qui ont été congelés au plus tard dans les 12 heures qui suivent la pasteurisation, ils sont d'abord surgelés à -40°C puis stockés à une température inférieure ou égale à -12°C (jusqu'à -18°C)

Le moment de la décongélation est le moment le plus critique durant lequel les règles d'hygiène doivent être rigoureuses, il consiste en un préchauffage entre -4°C et -1°C suivi d'un bain -marie à 40-45°C (Gounand P, 1988)

### 1.3 Les ovo produits séchés

Egalement appelés « poudres d'œufs », ce sont les produits liquides qui ont été déshydratés jusqu'à l'obtention d'une poudre ayant une humidité convenable (8% pour le blanc, et 5% pour le jaune ou pour l'œuf entier)

Ces poudres sont obtenues par atomisation entre 160 et 200°C, la lyophilisation n'est utilisée qu'expérimentalement.

Cependant du fait de leur coût de production trop élevé et de la perte de quelques propriétés fonctionnelles de l'œuf, leur utilisation reste limitée (Gounand P, 1988)

### 1.4 Les ovo produits concentrés

Ce sont les produits liquides pasteurisés ou non auxquels on a retiré une partie de l'eau et des solutés de faible poids moléculaire par ultra filtration et auxquels on a rajouté du sel ou du sucre.

Ces produits peuvent être stockés pendant des mois à température ambiante (Gounand P, 1988)

## 2. COMPOSITION DES OVO PRODUITS

Les compositions moyennes de plusieurs catégories d'ovo produits sont résumées dans les tableaux N° 21 et N° 22.

Tableau N° 21 : Composition moyenne des ovo produit congelés et déshydratés pour 100g de produit (D'après Cotterill et Glauert, 1979 cités par Sauveur B, 1988)

	Produits congelés				Produits déshydratés		
	Œuf Entier	blanc	jaune		Œuf Entier	Blanc Désucré	Jaune Commercial (*)
			Pur	Commercial (*)			
Matière sèche (g)	24,5	12,1	51,8	44,0	96,8	93,6	97,2
Calories / 100g	150	50	380	310	600	390	690
Protéines (g)	12,0	10,2	16,1	14,9	47,4	79,1	32,9
Dont lysine (g)	0,82	0,66	1,17	1,07	3,24	5,12	2,37
Méthionine (g)	0,39	0,39	0,39	0,39	1,54	3,02	0,86
Lipides	10,9	--	34,1	27,5	43,1	--	60,8
Dont cholestérol (g)	0,48	--	1,52	1,23	1,90	--	2,72
Lécithines (g)	2,32	--	7,20	5,81	9,16	--	12,84
Cendres	1,00	0,68	1,69	1,49	4,00	5,30	3,30
Dont Sodium (g)	0,13	0,16	0,05	0,07	0,51	1,28	0,16
Phosphore (g)	0,05	0,01	0,15	0,12	0,21	0,08	0,27
Fer (mg)	0,20	0,02	0,60	0,48	0,80	0,17	1,07
	2,0	0,1	6,0	4,8	7,8	1,1	10,6
Vitamines							
A (UI)	480	--	1530	1240	1900	--	2740
D (UI)	50	--	160	130	200	--	285
B1 (mg)	0,09	0,01	0,28	0,22	0,36	0,09	0,50
B2 (mg)	0,33	0,28	0,44	0,41	1,3	2,2	0,9
Ac. Pantothénique (mg)	1,5	0,25	4,3	3,5	6,0	1,9	7,7
Biotine (ug)	20	6,8	50	40	80	53	90

(\*) les jaunes séparés portent toujours à leur des restes de blanc

Tableau N° 22 : Exemples de spécifications pour quelques ovo produits  
(Gounand p, 1988)

Produit	ENTIER			JAUNE			BL	
	liquide	Poudre	Confidoef	Liquide	Poudre	Confidoef	liquide	Poudre désucrée
%)...	24	9.5	74	44	96	74	11.5	92
.....	7.3-7	8.5-9.5	7.3-7.6	6.3-6.5	6.3-6.8	6.3-6.5	9-9.2	6-7
6).....	12	45	12	13-14	30	6.5-7	10-11	85
e (%)	11	43	11	25-28	60	12.5-14	--	--
.....	--	--	--	--	--	--	--	--
.....	--	--	50	--	--	50	--	--
'eau...	--	--	0.845	--	--	0.855	--	--
CP).....	200	100-200	4500	500	500	1500	50	50
.....	25000gm	5000/g max	5000/g max	25000/g max	25000/g max	5000/g max	--	1000/g
nes...	100 g	100/g	100g	100g	10/g	10/g	--	10/g
que...	100g	100/g	100g	100g	100/g	100/g	--	100/g
s.....	Abs/25g	Abs/25g	Abs/25g	Abs/25g	Abs/25 g	Abs/25g	Abs/25g	Abs/25g

### 3. PROPRIETES FONCTIONNELLES DES OVO PRODUITS

#### 3.1 Pouvoir anti-cristallisant (blanc)

Il permet d'éviter la formation de cristaux de saccharose dans les industries qui utilisent des solutions sursaturées en sucre.

#### 3.2 Pouvoir foisonnant

C'est le lysozyme qui est responsable de la formation de la mousse, et l'ovomucine assure la stabilité de cette mousse en formant un film insoluble protégeant des bulles d'air.

#### 3.3 Pouvoir aromatique (jaune)

L'œuf possède une saveur spéciale et constitue un fixateur d'arômes très efficace.

#### 3.4 Pouvoir colorant (jaune)

Il est très important dans certaines industries alimentaires.

#### 3.5 Pouvoir émulsifiant (jaune)

Grâce à sa viscosité, le jaune confère une grande stabilité aux émulsions qu'il forme.

#### 3.6 Pouvoir coagulant (blanc et jaune)

Sous l'action de la chaleur ou d'autres agents physiques ou chimiques, les protéines et en particulier l'ovalbumine vont être dénaturées et ainsi provoquer la coagulation.

Le blanc commence à coaguler à partir de 57°C et le jaune commence à épaissir à partir de 65°C.

#### 3.7 Pouvoir liant (blanc et jaune)

Il est particulièrement recherché dans certaines industries, il est dû à la capacité qu'a le blanc et à moindre degré le jaune de former des gels qui peuvent englober d'autres substances ajoutées (Sauveur B, 1988)

### 4. LES DIFFERENTES TECHNOLOGIES APPLIQUEES AUX OVO PRODUITS

#### 4.1 Le cassage des œufs

Il se fait grâce à des machines qui peuvent traiter jusqu'à 20 000 unités /heure, elles permettent de laver et d'aseptiser les œufs avant de les casser.

Cette opération a 02 buts :

-séparer la partie solide qui est la coquille de la partie liquide (jaune et blanc),

-séparer le jaune du blanc, cette opération permet d'obtenir du blanc, du jaune ou de l'entier puisque le jaune peut être mélangé au blanc,

-L'extrait sec du jaune obtenu par cassage mécanique est plus faible que l'extrait sec du jaune obtenu en séparant individuellement les œufs à la main, dans le premier cas il est de 50% alors que dans le deuxième cas il n'est plus que de 44.3% car il est contaminé par 15% de blanc à 12% d'extrait sec (Gounand P, 1988) Se conférer figure N° 08.

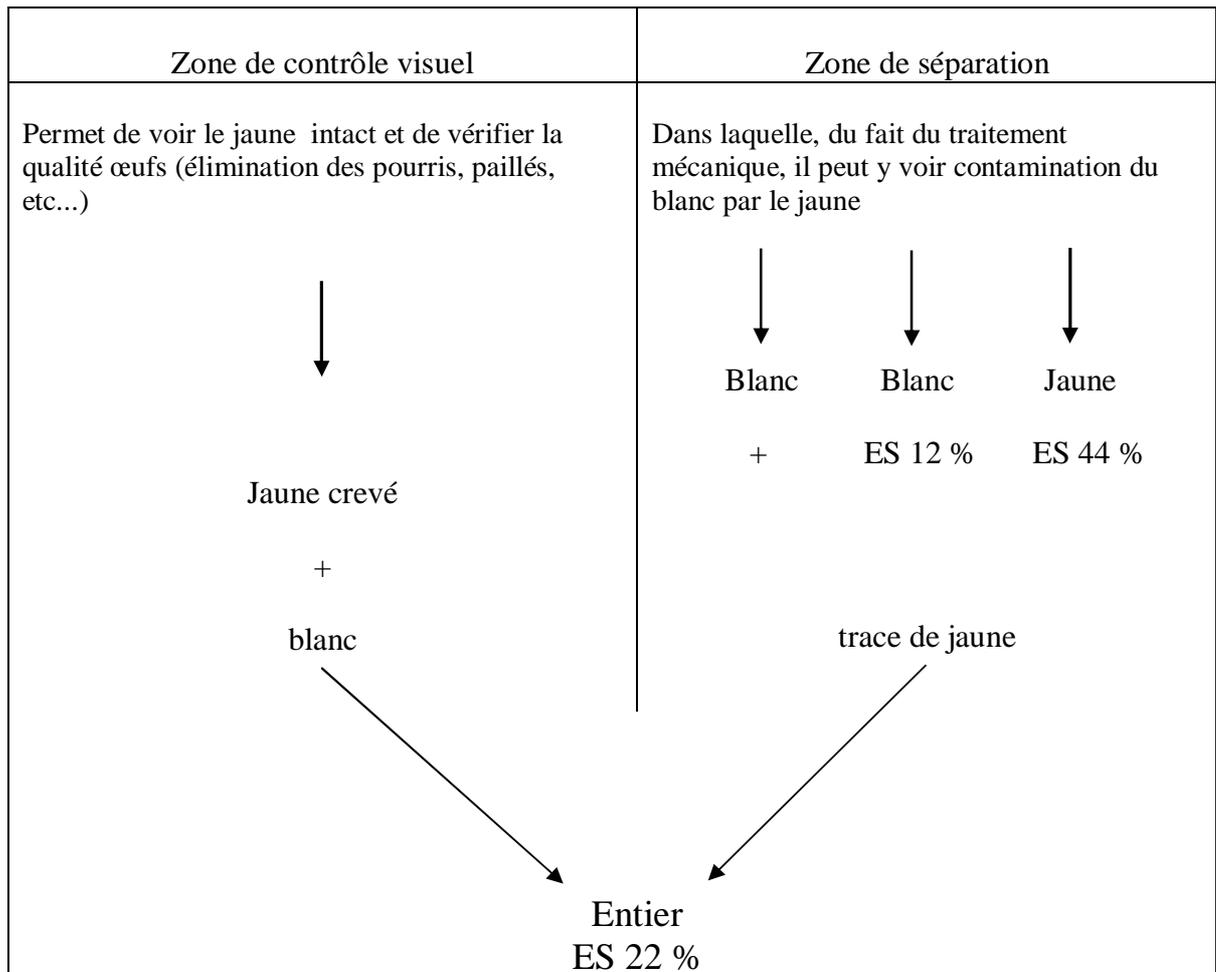


Figure N° 08 : Méthode de séparation du blanc et du jaune (Gounand P, 1988)

#### 4.2 La pasteurisation des ovo produits

La pasteurisation des ovo produits constitue une mesure de sécurité pour les consommateurs.

Cependant des interrogations peuvent naître du fait de l'adéquation entre ces traitements thermiques et l'inactivation des pathogènes associés aux ovo produits. *Salmonella* possède une longue histoire avec les œufs et les ovo produits.

Dans les dix dernières années, *Salmonella enteritidis* a émergé comme étant l'une des causes de salmonellose d'origine alimentaire aux Etats-Unis, Canada, Royaume-Uni et dans d'autres pays.

Le but premier de la pasteurisation est l'élimination des germes pathogènes en particulier les *Salmonelles*, et une réduction importante de la flore totale.

Une pasteurisation bien conduite permet d'obtenir des flores totales de l'ordre de 1000 germes/ml à condition que la flore initiale ne soit pas trop élevée (Shuman JD ; Sheldon BW, 1997)

Les conditions de pasteurisation de l'œuf entier et du jaune qui sont de 64.4°C à 2mn 30 minimum permettent d'obtenir des produits ne contenant plus de germes pathogènes tels que *salmonelles* et *Staphylocoques*.

Pour le blanc on utilise des températures voisines de 55 à 56°C, car au-delà il perd son pouvoir foisonnant

Il est nécessaire de souligner que le pH est un facteur déterminant en ce qui concerne la thermo- résistance de certains germes, ainsi les *salmonelles* sont plus thermo résistantes dans le jaune (pH 6.5) que dans le blanc (pH 9)

Osborne et al, (1954) ont démontré que le taux de destruction de *salmonelles* est de 3 à 14 fois plus important dans le blanc que dans l'œuf entier, et qu'il est 2 fois plus important dans l'œuf entier que dans le jaune (Gounand P, 1988)

#### 4.3 La congélation des ovo produits

C'est la technique de conservation la plus largement utilisée dans le cas des ovo produits, elle se fait en général à -40°C puis à une température inférieure ou égale à -12°C pour le stockage ultérieur.

Elle réduit jusqu'à 99% de certains germes présents dans les ovo produits (se conférer tableau N° 23), Wrinkle et al, 1995 ont démontré que la plupart des germes survivent à la congélation mais seulement 03 survivent à la pasteurisation et à la congélation à la fois :

- Les *bacillus*,
- Les *alcaligènes*,
- Et les *proteus* (Gounand P, 1988)

Tableau N° 23 : Nombre de bactéries trouvées dans les ovo produits congelés pasteurisés  
(Shafi et al, 1970 cités par Gounand P, 1988)

Produit	Flore totale	Germes psychrophiles	Germes thermophiles	Germes anaérobies
-Blanc d'œuf	220	2	25	18
-Jaune d'œuf	500	35	25	8
-Œuf entier	630	25	250	45

Si les changements dus à la congélation sont minimes en ce qui concerne le blanc d'œuf (légère liquéfaction) ceux-ci sont plus marqués en ce qui concerne le jaune.

Palmer et al, (1970) ont démontré que le chauffage du jaune décongelé pendant 01 heure à 45 et 55°C ne lui faisait pas perdre complètement sa gélification et par conséquent le produit va être plus difficile à mélanger avec d'autres ingrédients, la solution utilisée est l'addition de sel à un taux de 10% afin d'augmenter le pouvoir émulsifiant (Gounand P, 1988)

#### 4.4 Le séchage des ovo produits

La déshydratation des ovo produits a plusieurs rôles :

- conservation des produits par arrêt du développement microbien et ralentissement des réactions chimiques consécutives à la perte d'eau,
- réduction des coûts de stockage et de transport par diminution des volumes (Sauveur B, 1988)

Tableau N° 24 : Proportions d'eau et de matières sèches dans les ovo produits liquides (Gounand P, 1988)

Produit	Liquide		Poudre		Nbre de litres pour 1 kg de poudre
	%MS	%Eau	% MS	%Eau	
Blanc d'œuf	11.5	88.5	92	8	8
Jaune d'œuf	44	56	96	4	2.2
Œuf entier	24	76	95	5	4

Les techniques de séchage consistent en un transfert de la chaleur de l'air chaud vers le liquide à sécher, il en résulte une évaporation de l'eau qui permet d'obtenir une poudre (Se conférer tableau N° 24)

Sous l'action des très hautes températures, les ovo produits subissent des altérations chimiques d'où la nécessité de recourir à des additifs afin de limiter les effets de ces altérations, celles-ci se traduisent ainsi :

- perte du pouvoir foisonnant du blanc par altération de certaines protéines qui en sont responsables (ovoglobuline, ovomucine, ovalbumine)
- perte du pouvoir foisonnant du jaune du à la rupture des globules gras, l'addition de sucre dans ce cas empêche cette altération,
- la présence du glucose dans le blanc se traduit par l'apparition de la réaction de Maillard (liaison sucre-protéine) qui donne un brunissement de la poudre et une diminution de la solubilité, pour y remédier on pratique le désucrage du blanc,
- la réaction de Maillard peut également se produire dans le jaune et dans l'œuf entier, il ya apparition de défauts de flaveur pendant le stockage car en plus le glucose peut réagir avec la céphaline

Sous l'action des très hautes températures, il ya également diminution de la flore totale qui dépend essentiellement du type de micro-organismes présents avant le séchage, certains sont très sensibles alors que certains sont résistants.

Les salmonelles sont plus sensibles au séchage si le produit a déjà subit une pasteurisation auparavant ((Shuman JD ; Sheldon BW, 1997)

#### 4.5 Les ovo produits concentrés

L'intérêt de ce procédé est à la fois d'obtenir un produit se conservant très bien à température ambiante et contenant un nombre minimum de germes puisqu'on garanti une efficacité bactériologique identique à la pasteurisation.

L'ovo produit est sucré ou salé, pasteurisé pendant 20mn entre 65 et 70°C puis soumis à une évaporation pour obtenir l'extrait sec souhaité.

Le produit obtenu peut être conservé à température ambiante pendant plusieurs mois jusqu'à un an (Shuman JD ; Sheldon BW, 1997)

#### 4.6 Rôles des additifs utilisés

##### \*le sucre

- ü il limite la perte du pouvoir foisonnant, un œuf entier sucré à 10% garde toutes ses propriétés foisonnantes,
- ü il empêche le développement de la réaction de Maillard dans les produits non désucrés,
- ü il diminue les changements de viscosité dus au séchage et au stockage,
- ü il empêche la diminution de la solubilité pendant le stockage,
- ü il stabilise la flaveur.

##### \*le sel

- ü sa principale action est de limiter la perte du pouvoir foisonnant (Sauveur B, 1988)

## 1. TAXONOMIE DES SALMONELLES

Tant que la "Judicial Commission" (commission spécialisée du "Comité International de Systématique des Procaryotes" ou ICSP pour International Committee on Systematics of Prokaryotes) n'a pas rendu de nouveaux avis, un auteur qui souhaite s'exprimer comme la très grande majorité des scientifiques, suivra les propositions de Le Minor et Popoff (1987) même si, elles sont "illégalles" du point de vue des règles de nomenclature.

Il utilisera les nomenclatures de *Salmonella bongori* et de "*Salmonella enterica*" avec les 6 sous-espèces :

- I. *Salmonella enterica* subsp *enterica*
- II. *Salmonella enterica* subsp *salamae*
- III. a/ *Salmonella enterica* subsp *arizonae*  
b/ *Salmonella enterica* subsp *diarizonae*
- IV. *Salmonella enterica* subsp *houtenae*
- V. *Salmonella enterica* subsp *indica*

Il considérera que *Salmonella enteritidis*, *Salmonella paratyphi*, *Salmonella typhi* et *Salmonella typhimurium* ne sont que de simples sérovars de la sous-espèce "*Salmonella enterica* subsp. *enterica*"

Ces bactéries étant à l'origine d'infections humaine graves (fièvre typhoïde pour *Salmonella typhi* et toxi-infections alimentaires pour *Salmonella enteritidis* et *Salmonella typhimurium*) et/ou d'infections animales fréquentes et importantes (*Salmonella enteritidis* et *Salmonella typhimurium*), les auteurs demandent l'inscription de ces épithètes sur la liste des "noms des espèces devant être conservés" afin d'éviter qu'elles soient considérées comme de simples sérovars (Euzéby JP, 1997)

Les sous- espèces sont subdivisées en sérovars (sérogroupes) sur la base de leurs constituants antigéniques (O, H et Vi) Se conférer tableau N° 25.

La sous-espèce *Salmonella enterica* subsp. *Enterica* représente plus de 99.5% des souches isolées en pathologie (Anonyme 10, 1995)

La désignation des sérovars est choisie selon le syndrome (*S.typhi*), la spécificité d'hôte (*typhimurium*, *choleraesuis*), selon l'origine géographique de la première souche (*dublin*, *panama*, *london*, *saint paul*) ou selon le nom du découvreur (*vichow*) (Renault L, 1988)

Il existe plus de 2200 sérovars de salmonelles, mais *Salmonella typhimurium* et *Salmonella enteritidis* représentent plus de 75% des souches de salmonelles isolées (Anonyme 10, 1995)

En 1987, 2213 sérovars ont été identifiés dont 1299 dans la sous espèce 1 (Avril JL et al, 1992)

Les souches de la sous-espèce 1 proviennent généralement d'animaux à sang chaud, et cette sous-espèce est pratiquement la seule à avoir un intérêt médical.

Les autres sous-espèces sont isolées à partir de l'environnement ou d'animaux à sang froid (Le Minor L et al, 1989)

Tableau N° 25 : Principaux sérovars classés selon l'origine des souches (Leyral G ; Vierling H, 1997)

Animaux (An)		Hygiène alimentaire		Environnement (EV)	
Sérovars	Nbre	Sérovars	Nbre	Sérovars	Nbre
typhimurium	1669	typhimurium	1773	enteritidis	675
enteritidis	737	enteritidis	801	virchow	606
virchow	527	virchow	691	typhimurium	602
newport	210	derby	576	muenster	273
saint paul	202	newport	492	heidelberg	237
derby	191	infantis	360	senftenberg	188
heidelberg	181	bredeney	359	newport	187
indiana	171	saintpaul	359	infantis	163
infantis	141	indiana	327	anatum	140
bredeney	140	montevideo	207	indiana	138
montevideo	133	heidelberg	184	tennessee	131
agona	109	muenster	174	montevideo	107
anatum	104	agona	170	agona	105
senftenberg	91	bradenburg	165	saintpaul	103
mbandaka	89	london	148	braenderup	84
panama	88	anatum	138	panama	83
dublin	73	panama	138	bredeney	81
kottbus	73	braendeup	102	hadar	78
give	69	mdandaka	94	meleagridis	58
hadar	69	tennessee	94	mdandaka	66
muenster	58	hadar	89	ohio	48
regent	55	give	75	regent	46
bovismorbificans	46	livingstone	70	bradenburg	38
schwarzengrund	42	ohio	69	derby	34
brandenburg	41	havana	57	schwarzengrund	33
Total	5309	Total	7712	Total	4304
Nbre. Total de souches inventoriées	5948	Nbre Total de souches inventoriées	8794	Nbre Total de souches inventoriées	4832

## 2. HABITAT

*S. typhi* et *S. para typhi* A, B et rarement C sont des sérovars strictement adaptés à l'homme, on ne peut pas reproduire expérimentalement la fièvre typhoïde chez l'animal (Pilet C et al, 1983)

Les autres sérovars qu'on peut retrouver aussi bien chez l'homme que chez l'animal sont dits ubiquitaires et leur pouvoir pathogène est en général moindre que celui des sérovars strictement humains (Leyral G ; Vierling H, 1997)

Ces sérovars ubiquitaires sont avant tout des parasites du tube digestif de l'homme et des animaux.

Les salmonella peuvent être disséminées dans l'environnement par les excréta, malgré qu'elle ne peuvent pas se multiplier de façon significative, elle peuvent survivre longtemps si les conditions de température, de PH et d'humidité le permettent (Le Minor L et al, 1989)

Les salmonelles peuvent persister dans le sol ou dans l'eau des étangs, des rivières et des rizières pendant 04 à 09 mois, dans les fécès des volailles de quelques mois à 28 mois, dans la litière neuve de 06 à 08 mois, à température ambiante dans les aliments de 40 jours à 18 mois et dans les duvets (couvoirs) jusqu'à 05 ans.

Elles peuvent également survivre sur la coquille des œufs pendant 03 à 04 semaines (Dinh Nam Lam et al, 2000)

La contamination de l'homme se fait par voie buccale, et la fréquence des infections à salmonella est en nette augmentation favorisée par la mauvaise conservation des denrées alimentaires (rupture de la chaîne de froid)

Ainsi un œuf infecté fraîchement pondu ne renferme que qu'une dizaine de Salmonella, en 02 jours à la température ambiante, elles se sont multipliées et atteignent 10 puissance 11 par gramme (Leyral G ; Vierling E, 1997)

Il faut savoir que l'ingestion de 10 puissance 6 bactéries entraîne une toxi-infection alimentaire (Avril JL et al, 1992)

## 3. BIOLOGIE DES SALMONELLES

Les Salmonelles appartiennent à la famille des Entérobactéries, ce nom a été donné parce que beaucoup de bactéries qui composent cette famille sont des hôtes du tube digestif.

Cependant, on en isole également du sol et des végétaux qui sont même le gîte habituel de certains espèces : *Enterobacter agglomerans*, *Erwinia* (Le Minor L et al, 1989)

### 3.1 Caractères morphologiques

Les Salmonella sont des Entérobactéries mobiles, à l'exception d'un sérovar aviaire qui est *Salmonella gallinarum pullorum*, et également de rares mutant "paralysés" dont les flagelles sont immobiles, et des mutants sans flagelles de sérovares normalement mobiles (Le Minor L et al, 1989)

Les Salmonella sont des bacilles gram négatifs aéro-anaérobies facultatifs mesurant entre 0.6 à 0.8 nm, possédant des cils et des flagelles, de coloration bipolaire fréquente (Myllemann Y, 1997)

### 3.2 Caractères cultureux

Les Salmonella sont des bactéries aérobies anaérobies facultatifs, après 24 h d'incubation à 37 °C, les colonies ont un diamètre variant de 3-4 mm, elles sont rondes et de couleur pâle. Elles apparaissent sous forme de "S" sur un milieu solide et elles sont isolées en petits amas, elles sont identiques à *E.Coli* (Le Minor L et al, 1989)

Certaines colonies naines sont observées fréquemment avec des sérotypes pathogènes pour les animaux (*S. abortus ovis*, *S. typhi suis*) et exceptionnellement avec des sérotypes pathogènes pour l'homme (Pilet C et al, 1983)

Dans de rares cas, on peut isoler des souches de Salmonella sous la forme de colonies muqueuses dont l'aspect et les dimensions rappellent ceux des *Klebsiella*, mais cette aptitude est souvent perdue après quelque mois de conservation (Le Minor L et al, 1989)

### 3.3 Caractères biochimiques

#### 3.3.1 Caractères de la sous-espèce 1

Cette étude doit toujours précéder l'étude sérologique, les caractères qui permettent d'identifier les souches appartenant à la sous-espèce 1 ou *Salmonella enterica subsp enterica* sont les suivants : (Pilet. C et al, 1983) Se conférer tableau N° 26.

- Lactose et ONPG –
- possèdent une LDC et une ODC,
- produisant du gaz en glucose (sauf *S.typhi*),
- utilisant le citrate de simmons comme seule source de carbone
- ne possèdent ni uréase, ni TDA, ni gélatinase,
- ne fermentant pas le saccharose, le raffinose et la salicine,
- la réaction de voges -prokauer (vp) est négative.

Le phage 01 de Félix et Callow lyse 98% des souches de Salmonella et pas les autres enterobacteriaceae.

La mise en évidence de cette lyse est simple, on procède comme pour un antibiogramme, mais au lieu de déposer des disques d'antibiotiques à la surface de la gélose, on y laisse tomber une goutte d'une suspension du phage 01

Il est important de noter quelques exceptions à ces caractères fondamentaux : Se conférer tableau N° 27.

- *S. gallinarum pullorum* est immobile,
- *S. paratyphi A* ne produit pas d'H<sub>2</sub>S et est LCD négatif,
- *S. typhi* ne produit pas de gaz en glucose et produit peu ou pas d'H<sub>2</sub>S.
- *S. typhi* et *para typhi A* n'utilisent pas le citrate de simmons,
- *S. choleraesuis* ne produit pas d'H<sub>2</sub>S (Avril JL et al, 1992)

Tableau N° 26 : Diagnostic biochimique des Salmonella  
(Avril JL et al, 1992)

	Salmonella
Milieu de Hajna –Kliger Glucose Gaz Lactose B- galactosidase H <sub>2</sub> S  LDC	+ + (Sauf <i>S. typhi</i> ) - - + (Sauf <i>S. paratyphi A</i> et <i>S. choleraesuis</i> ). + (Sauf <i>S. para typhi A</i> )
Milieu Mannitol- mobilité Mannitol Mobilité  Nitratase	+ + (Sauf <i>S. gallinarum pullorum</i> )  +
Milieu urée –indole Uréase TDA Indole	- - -
Citrate de Simmons	+

Tableau N° 27 : Caractères particuliers de quelques sérotypes de Salmonelles (Pilet C et al, 1983)

	Mobilité	Gaz en Glucose	H <sub>2</sub> S	LCD	Citrate de simmons
S. para. typhi A	+	+	-	-	-
S. abortus equi	+	+	-	+	+
S. abortus ovis	+	+	-	+	+
S. cholerae suis	+	+	X	+	+
S. typhi	+	-	(+)	+	-
S. gallinarum pullorum	-	- ou +	+ ou -	+	- ou +

X : Positif tardivement et irrégulièrement.

(+) : Positif faiblement.

### 3.3.2 Caractères des autres sous-espèces

En raison de leur faible incidence en bactériologie médicale, nous indiquerons seulement que ces sous-espèces se distinguent de la sous-espèce 1 par les caractères suivants :

- ONPG +
- Gélatinase +
- Malonate +
- Culture sur milieu au KCN (Avril JL et al, 1992) Se conférer tableau N° 28.

Signalons enfin, que Kauffman a subdivisé le genre Salmonella en quatre sous-genres :

- 1/- Les Salmonelles rencontrées en pathologie humaine.
- 2/- Les Salmonelles rencontrées en pathologie animale.

3/- Salmonella Arizonae.

4/- Quelques rares sérotypes cultivant sur milieu au KCN.

Tableau N° 28 : Caractères différentiels des sous-genres de Salmonella ( Pilet C et al, 1983)

	S.G 1 S.kauffmanni	S.G 2 S. salamae	S.G 3 S.arizonae	S.G 4 S.houtenae
Dulcitol	+	+	-	-
Lactose	-	-	+ ou X	-
ONPG	-	- ou X	+ ou X	-
Salicine	-	-	+	+
Gélatine	-	+	+	+
Malonate	-	+	+	-
d. Tartrate	+	- ou X	- ou X	- ou X
KCN	-	-	-	+

*X : positif tardivement*

### 3.4 Caractères antigéniques

Les caractères antigéniques des salmonelles permettent de les classer selon une formule antigénique pour chacun des sérotypes connus (plusieurs milliers)

Les salmonelles possèdent des antigènes somatiques (O, Vi, R, M) et des antigènes flagellaires (H)

L'étude des antigènes O ainsi que des antigènes H (02 phases) et de l'antigène Vi permet de déterminer le sérotype précis et de classer les Salmonella en plusieurs groupes :

-Les Salmonella typhi et para typhi A et B sont dites salmonelles majeures (strictement réservées à l'homme)

-Les autres sont dites salmonelles mineures, cette classification est pourtant contestable car il existe de nombreuses infections sévères à *Salmonella* Dublin, *Salmonella typhimurium*, *Salmonella enteritidis*, *Salmonella newport* et *Salmonella wien* (Anonyme 10, 1995)

Avec un nombre limité de sérums, tout laboratoire peut typer la majorité des souches de *Salmonella*, cependant en ce qui concerne les sérovars rares, ils nécessitent l'intervention d'un laboratoire de référence (Anonyme 7, 1981)

### 3.4.1 L'antigène O (ou antigène somatique)

Il est thermostable, résistant à l'alcool, et son agglutinabilité est entravée par le Formol à 0.5%.

La spécificité de chacun des 67 antigènes O répertoriés est déterminée par la structure polysaccharidique de la paroi bactérienne.

L'antigène O est constitué par une série de facteurs représentés par des chiffres arabes, exemple : 1, 4, 5, 12 pour *Salmonella typhimurium* (Pilet C et al, 1983)

Les souches qui ont en commun un facteur O sont classées dans un même groupe O (Le Minor L et coll. 1989)

Exp : Le facteur (04) est caractéristique du groupe B : toutes les souches de ce groupe le possèdent, de même pour le facteur (09) du groupe D ou le facteur (02) du groupe etc...

Se conférer tableau N° 29.

- Les formes R (Rough)

Ce sont des mutants non pathogènes qui ont perdu par délétion une grande partie de la chaîne polysaccharidique responsable de la spécificité O.

Ces souches ne sont pas sérotypables et sont auto agglutinables dans de l'eau physiologique (Avril JL et al, 1992)

- Les formes T (de transition)

Elles sont rares et donnent des colonies en S, mais elles ont perdu leur spécificité O, ce sont des formes de transition entre S et R qui sont agglutinées par un sérum anti T1.

Une autre spécificité T2 a été décrite chez le sérovar bareilly mais paraît extrêmement rare.

Ces formes T sont instables et évoluent rapidement vers les formes R (Le Minor L et al, 1989)

- Les bactériophages dits convertisseurs :

Ils peuvent par lysogénie produire des modifications de la structure antigénique O des *Salmonella* (Pilet C et al, 1983)

La connaissance du déterminisme des facteurs O apparaissant par conversion phagique est importante, en effet ces facteurs peuvent être acquis ou perdus sans que l'on puisse considérer que des souches qui par ailleurs sont identiques, appartiennent à des sérovars différents suivant qu'elles possèdent ces facteurs ou qu'elles en soient démunies (Le Minor. L et coll, 1989)

Exp : Les sérovars classés dans le groupe C4 (6, 7, 14) ne sont que des sérovars du groupe C1 (6,7) convertis par un phage dénommé 14 (6,7) Se conférer tableau N° 29.

### **3.4.2 L'antigène H**

Il représente l'antigène flagellaire des formes mobiles des *Salmonella*, il est thermolabile, détruit par l'alcool et insensible à l'action du formol (Pilet C et al, 1983)

Les flagelles sont constitués d'une molécule protéique qui est la flagelline et dont la composition détermine le type antigénique H.

Cette composition est codée par un gène de structure H1 pour la phase 1 et un gène H2 pour la phase 2.

L'antigène H en phase 1 est désigné par des lettres minuscules, et l'antigène en phase 2 est quand à lui désigné par des chiffres arabes (Pilet C et al, 1983)

Exp : *Salmonella typhimurium* possède en phase 1 le facteur i, et en phase 2 le facteur 1,2.

Les deux phases coexistent généralement, mais ne s'expriment pas simultanément.

Certains Sérotypes sont monophasiques, ils ne peuvent synthétiser de flagelline que d'une seule spécificité. Se conférer tableau N° 29.

### **3.4.3 L'antigène Vi**

C'est un antigène somatique d'enveloppe qui peut masquer l'agglutinabilité O, et qui ne se rencontre que chez *Salmonella typhi*, *Salmonella para typhi* C, et *Salmonella dublin*.

Il est détruit par le chauffage à 100°C, et son agglutinabilité n'est pas altérée par l'alcool ou le formol.

Les souches Vi + qui produisent une quantité importante d'antigène Vi sont O – inagglutinables, et deviennent habituellement agglutinables après chauffages à 100°C (Pilet C et al, 1983)

Tableau N° 29 : Formules antigéniques des sérovars de Salmonella enterica les plus fréquemment rencontrés (Avril JL et al, 1992)

N	Sérovar	Antigène O	Antigène H	
			Phrase 1	Phrase 2
	S.paratyphi A	Groupe A <u>1</u> , 2, 12 groupe B	a	
8	S.paratyphi	<u>1,4</u> ,(5),12	b	1,2
	S.wien	<u>1,4</u> ,12, <u>27</u>	b	1,w
	S.schwarzengrund	<u>1,4</u> ,12,, <u>27</u>	d	1,7
	S.duicburg	<u>1,4</u> ,12, <u>27</u>	d	e,n,z15
10	S.saint-paul	<u>1,4</u> ,12	e,h	1,2
13	S.derby	<u>1,4</u> ,(5), <u>12</u>	f,g	-
	S.agona	<u>1,4</u> ,12	f,g,s	-
1	S.typhimurium	<u>1,4</u> ,(5),12	i	1,2
51	S.brenney	<u>1,4</u> ,12, <u>27</u>	l,v	1,7
12	S.brandenburg	<u>1,4</u> ,12	l,v	e,n,z15
11	S.heidelberg	<u>1,4</u> ,(5),12	r	1,2
	S.coeln	4,5,12	y	1,2
		Groupe C1		
	S.ohio	6,7	b	1,w
	S.isangi	6,7	d	1,5
	S.livingstone	6,7	d	1,w
14	S.baenderup	6,7	e,h	1,2
	S.montevideo	6,7	g	m,s
	S.thompson	6,7	k	1,5
5	S.infantis	6,7	r	1,5
3	S.virchow	6,7	r	1,2
		Groupe C2		
	S.manhattan		d	1,5
4	S.newport	6,8	e,h	-
	S.litchfield	6,8	l,v	-
	S.bovismorbificans	6,8	r	-
6	S.hadar	6,8	z10	-
16		6,8		
		Groupe D		
9	S.panama	<u>1,9</u> ,12	1,v	1,5
7	S.typhi	9,12,(Vi)	d	1,w
2	S.enteritidis	<u>1,9</u> ,12	g,m	-
8	S.dublin	<u>1,9</u> ,12(Vi)	g,p	1,6
	S.gallinarum	<u>1,9</u> ,12	-	1,7
		Groupe E		
	S.anatum	3,10	e,h	1,6

S.meleagridis	3,10	e,h	1,w
S.senftenberg	1,3,19	g,s,t	-
S.london	3,10	l,v	1,6
S.give	3,10	l,v	1,7
	Groupe G2		
S.tel-el-kebir	13,23	d	E,n,z15
S.kedougou	<u>1</u> ,13,23	l	L,w
S.worthington	<u>1</u> ,13,23	z	L,w

*N* : correspond à l'ordre de fréquence d'isolement des sérotypes.

#### 4. MARQUEURS EPIDEMIOLOGIQUES :

Ils servent à comparer des souches appartenant à un même sérovar pour rechercher la source éventuelle d'une contamination.

Il existe plusieurs types de marqueurs qu'on peut utiliser : (Avril JL et al, 1992)

##### 4.1 L'antibiotypie :

Elle consiste à distinguer une souche sensible d'une souche résistante par la mise en place d'un antibiogramme.

##### 4.2 La biotypie :

Elle consiste à comparer certains caractères métaboliques variables au sein d'un même sérotype.

Exemple : l'utilisation du d- tartrate par Salmonella para typhi B, variété java.

##### 4.3 La lysotypie :

Elle consiste à tester l'action de bactériophages virulents actifs sur le groupe auquel appartient la souche.

La sensibilité aux phages nécessite la présence de récepteurs spécifiques qui sont des les caractères génétiques de la souche.

Le lysotype est la liste des phages lytiques pour la souche étudiée.

L'étude de la lysotypie des souches de Salmonella enteritidis impliquées dans les toxi infections alimentaires fait ressortir que c'est le lysotype 4 qui est isolé en Europe , alors que ce sont les lysotype 8 et 13 qui prédominent aux Etats-Unis (Leyral G ; Vierling H, 1997)

##### 4.4 La bactériocinotypie ou colicinotypie :

Des substances initialement produites par certaines souches sont capables de lyser d'autres souches de la même espèce ou d'espèces voisines.

## 5. EPIDEMIOLOGIE

### 5.1 Importance

En France, en 2001, l'incidence des salmonelloses humaines recensées par le Centre National de Référence des Salmonella et Shigella (CNRSS) était de 21 cas pour 100 000 habitants et Salmonella sérotype enteritidis représentait 39% des cas (Haeghebaert S et al, 2003)

Le nombre de foyers connus à Salmonella n'a pas cessé d'augmenter en France mais aussi en Angleterre et aux Etats-Unis depuis le début des années 80 (Tableau N° 30 et figure N° 09)

Tableau N° 30 : Evolution de la proportion des foyers de TIAC à salmonella déclarés chaque année à la DSV de 1984-1990  
(Leyral G ; Vierling H, 1997)

TIAC	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Nbre de foyers	45	29	63	129	164	330	326
Nbre de cas	1697	3400	3731	5986	5622	10085	7968
%étiologique	48	59	63	63	75	75	74
% de foyers à salmonella	20	24	30	33	45	55	48
% de foyers étiologiques connus à salmonella	41	41	48	52	60	73	64

Le développement dramatique de l'incidence des toxi-infections alimentaires collectives chez l'homme causées par Salmonella typhimurium et surtout Salmonella enteritidis suite en particulier à la consommation d'œufs et d'ovo-produits a mis l'accent sur l'importance hygiénique de la contamination de la filière avicole par ces bactéries et notamment celle de la filière ponte (Ganière JP, 2004) Se conférer figure N° 10.

Le problème des œufs et de leurs dérivés a été important en Grande Bretagne tant sur le plan de la santé que par ses conséquences économiques : le nombre d'isolements de Salmonella enteritidis a été multiplié par 6 dans ce pays entre 1982 et 1988, et le dépistage mis en œuvre en 1989 a révélé 01 million de poules pondeuses infectées et éliminées.

En France, ce nombre était compris entre 5000 et 20 000 cas pour le seul mois d'août 1988 (Leyral G ; Vierling E, 2000) Se conférer figure N° 11.

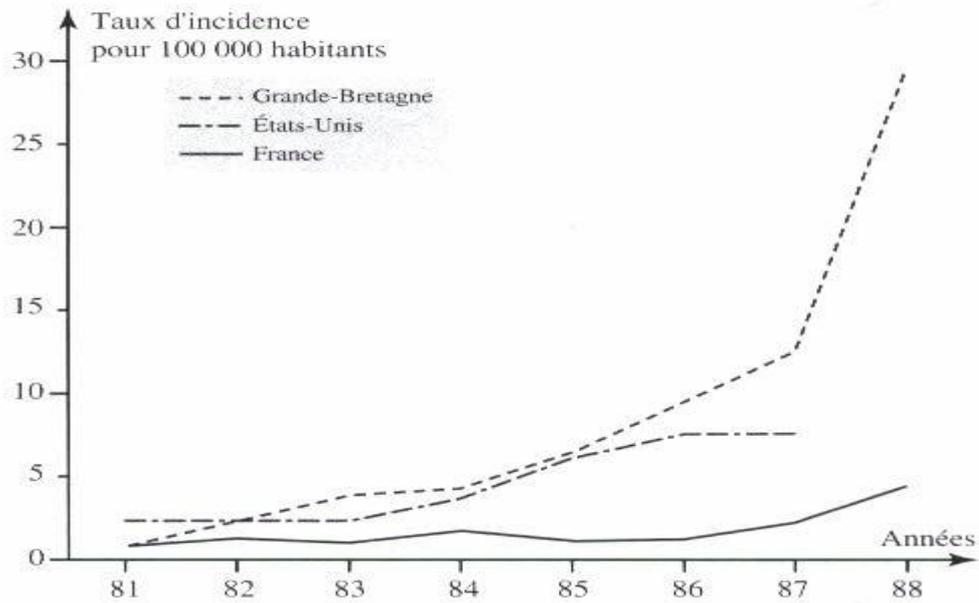


Figure N° 09 : Evolution du taux d'incidence des salmonelloses depuis 1981 dans différents pays (Leyral G ; Vierling H, 1997)

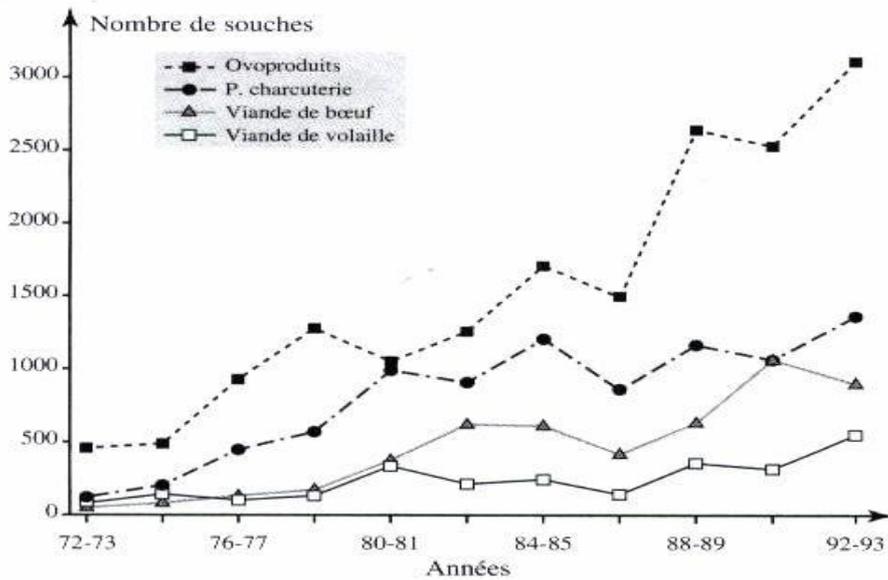


Figure N° 10 : Evolution du nombre de souches de salmonella isolées en fonction de la nature de l'aliment (Leyral G ; Vierling E, 2000)

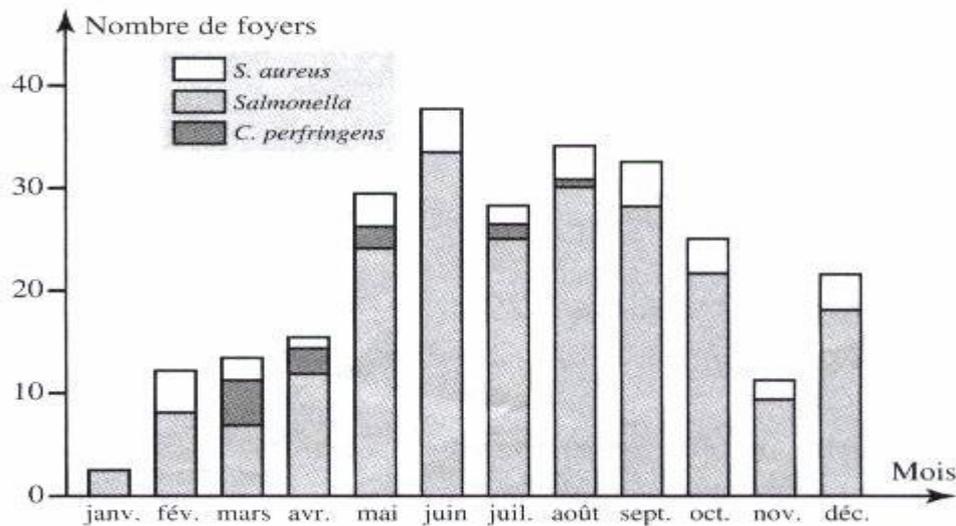


Figure N° 11 : Histogramme des salmonelloses  
(Leyral G ; Vierling E, 2000)

L'infection des poules est systémique, la ponte d'œufs contaminés se fait dans un même élevage par salves espacées de 4-6 semaines et les analyses effectuées sur un élevage après la toxi-infection ont peu de chances de se révéler positives (Leyral G ; Vierling H, 1997)

Tous ces critères ont justifié l'organisation en Europe et en Amérique du Nord d'une lutte contre ces infections et expliquent l'introduction en France depuis 1995 des infections à *Salmonella enteritidis* et *Salmonella typhimurium* de l'espèce *Gallus gallus* dans la nomenclature des maladies réputées légalement contagieuses, seulement le vide biologique créé aurait favorisé le développement d'autres salmonelles.

De nombreux sérovars ont ainsi été identifiés chez la poule (*typhimurium*, *enteritidis*, *derby*, *virchow*, *newport*, *seftenberg*, *agona*, *montevideo*, *hadar*, *thompson* ..... ) (Ganière JP, 2004)

Il ne faut pas oublier non plus qu'en dehors des œufs, les poulets de consommation constituent également une source potentielle de l'infection par la présence de bactéries appartenant au genre *Salmonella* dont *Salmonella enteritidis* (Rampling A, 1993) Se conférer figure N° 12.

Les résultats d'une étude menée en Ethiopie ont également indiqué la forte contamination (21.1%) de la viande et des abats de poulet (notamment par *Salmonella braenderup*, *Salmonella typhimurium*, *Salmonella anatum*, *Salmonella kottbus*, *Salmonella hadar*, *Salmonella infantis*) dans les établissements de transformation, ce qui pourrait être considéré comme une des sources potentielles de contamination de l'homme par cette bactérie (Molla B, 2003 ., Ejeta G et al, 2004)

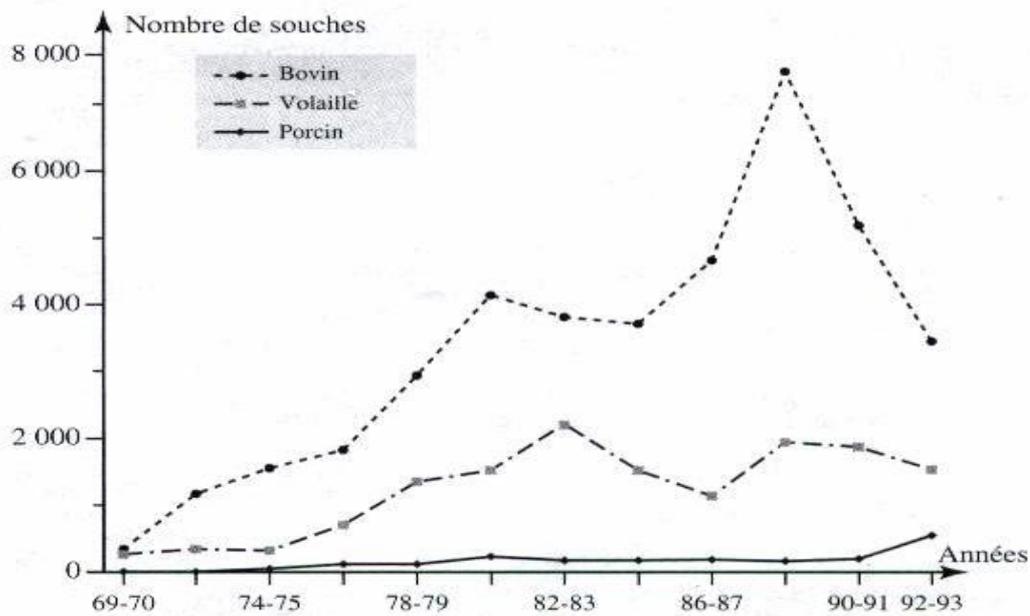


Figure N° 12 : Evolution du nombre de souches isolées en fonction de leur origine animale, de 1969 à 1993 (Leyral G ; Vierling E, 2000)

## 5.2 Sources et mode de contamination

### 5.2.1 Sources de contamination. Se conférer figure N° 13 et figure N° 16.

- L'eau

La présence de micro-organismes dans l'eau est due à la contamination des puits et des sources par des matières fécales (présence de streptocoques fécaux, d'entérobactéries) ou à l'encrassement des réseaux de distribution qui deviennent alors des lieux privilégiés de multiplication bactérienne (Villate D, 1997)

Les Salmonelles peuvent survivre et se multiplier dans une eau à 20°C pendant 3 semaines environ surtout si la charge en matières organiques est élevée (abreuvoirs pollués par des fientes, mares vaseuses ...).

L'eau est donc un vecteur de Salmonelles, cependant on trouve beaucoup plus de Salmonelles dans les sédiments de cette eau que dans l'eau elle-même (Villate D, 1997)

En 1991, une épidémie causée par *Salmonella enterica* subsp *enterica* a été observée dans une usine au Cameroun de 2500 personnes alimentée par une eau de forage.

Aussi, il est évident que nécessaire d'obtenir une eau conforme aux critères microbiologiques pour assurer la qualité hygiénique des produits alimentaires (N Dayo wouafo M et al, 1998) Se conférer tableau N° 31.

Tableau N° 31 : Normes bactériologiques d'une eau potable  
(Villate D, 1997)

Paramètres	Norme
Germes totaux d'origine végétale (cultivés à 22°C)	< 100 colonies / ml d'eau
Germes totaux d'origine animale (cultivés à 37°C)	< 100 colonies / ml d'eau
Coliformes	< 100 colonies / ml d'eau
Escherichia Coli	< 100 colonies / ml d'eau
Streptocoques fécaux	0
Anaérobies sulfitoréducteurs (Clostridies)	0
Staphylocoques pathogènes	0
Salmonelles	0

- L'alimentation

Il faut savoir que les rongeurs et les oiseaux sauvages sont la principale source de contamination de l'aliment (Villate D, 1997)

Dans la filière avicole, une souillure même très faible de l'aliment peut engendrer des dégâts considérables.

Gordon et Toker (1965) ont nourri des sujets adultes avec des aliments contaminés par *Salmonella menston* à raison d'un germe par gramme d'aliment.

Même à ce taux très faible, ces sujets sont devenus porteurs latents et ont pondu des œufs infectés par *Salmonella menston*.

Le taux de l'infection ayant été de 5-6 % des œufs conservés, et de 8.6% des œufs couvés (Gordon RF, 1979)

Les aliments destinés aux volailles doivent donc être exempts de Salmonelles et fabriqués dans les meilleures conditions.

- Matériel d'élevage

Vérifier les abords des bâtiments, les camions de transport, les cages, le sol, les mangeoires et les abreuvoirs, la litière, les incubateurs et tout ce qui peut transmettre la maladie.

- Conditions d'élevage

La sensibilité des oiseaux aux Salmonelles s'accroît avec l'augmentation des stress d'élevage et le degré de virulence de la souche bactérienne.

- Eviter d'administrer abusivement des antibiotiques pendant les premiers jours de la vie des oiseaux, ceci favorise l'installation des salmonelles et retarde ou déséquilibre la mise en place de la flore saprophyte intestinale de barrière.
- Eviter tous les stress immuno- déprimants (tels que le surpeuplement, les variations brusques de température, la ventilation insuffisante, l'hygrométrie trop basse) et les maladies intercurrentes (telles que parasitoses, ou viroses)

- Les couvoirs

Des conditions hygiéniques satisfaisantes au niveau des couvoirs éviteraient certainement la contamination par les œufs qu'elle soit congénitale ou qu'elle se fasse après la ponte par franchissement de la coquille (Gordon RF, 1979)

- Les abattoirs

Ils jouent un rôle majeur dans la propagation de la maladie, les salmonelles présentes chez les oiseaux lors de l'abattage peuvent contaminer un ou plusieurs maillons de la chaîne d'abattage.

Les denrées animales seront contaminées jusqu'au consommateur.

Il faut toujours décongeler ces denrées animales à +42°C, T° à la quelle les Salmonelles ne peuvent plus se multiplier (Villate D, 1997)

- Locaux d'élevage

Le système de marche en avant doit toujours être de rigueur pour éviter les recontaminations.

Chaque local d'élevage doit être muni :

- de pédiluve avec système de vidange.
- un nécessaire pour le changement complet des tenues de travail.
- un lavabo.
- des toilettes.

- Les différents vecteurs

Ils sont représentés soit par les rongeurs, les autres oiseaux malades qui peuvent être soit des porteurs sains, guéris, chroniques malades ou convalescents.

La salmonellose est fréquente chez les oiseaux sauvages, en effet l'examen de 227 mouettes a révélé que 8.4 % d'entre elles étaient porteuses de salmonelles dont les sérotypes étaient identiques à ceux de l'homme.

Les rongeurs s'infectent avec les sérotypes particuliers à leur environnement, la proportion des porteurs est faible chez les animaux sauvages, mais elle est plus importante pour les rongeurs vivant dans les usines de fabrication de produits alimentaires ce qui peut représenter un réel danger pour l'homme (Pedro N Acha ; B Szyfres, 1989)

L'homme également peut être un vecteur de la maladie par ses chaussures qui écrasent et récoltent les fientes.

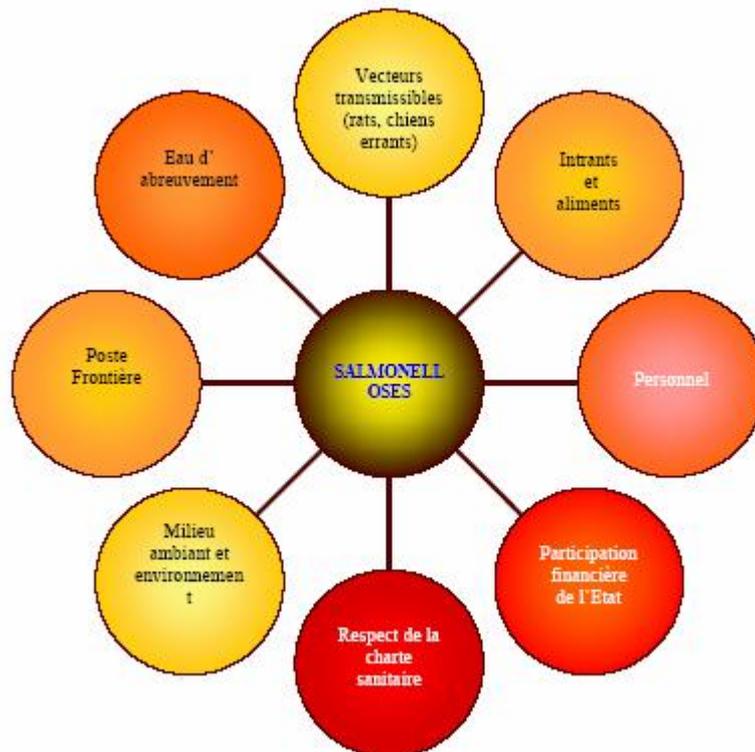


Figure N° 13 : Facteurs prédisposants aux Salmonelloses  
(Regguem, groupe avicole du centre)

**5.2.2 Mode de contamination.** Se conférer figures N° 14 et 15.

Les matières virulentes principales sont les fientes, la production d'œufs contaminés chez les poules pondeuses infectées naturellement par *Salmonella enteritidis* est de l'ordre de 1.5-2% (Villate D, 1997)

La transmission des bactéries se fait soit sur le mode horizontal par voie orale, par contact direct entre animaux ou par l'intermédiaire de l'eau, du matériel, des véhicules, du sol...

Soit sur le mode vertical, en particulier pour *Salmonella enteritidis* (lysotype33), *Salmonella Heidelberg* et *Salmonella typhimurium* qui présentent un caractère invasif envers les follicules ovariens (Dinh Nam Lam et al, 2000)

Le portage inapparent ou chronique est habituel, certains oiseaux peuvent excréter des salmonelles de façon continue ou intermittente pendant plusieurs mois.

Le porteur latent peut excréter les bactéries avec ses déjections qui souillent les œufs, soit au passage du cloaque, soit par souillures des nids ; le germe traverse ensuite les pores de la coquille surtout quand elle se refroidit (Gordon RF, 1979)

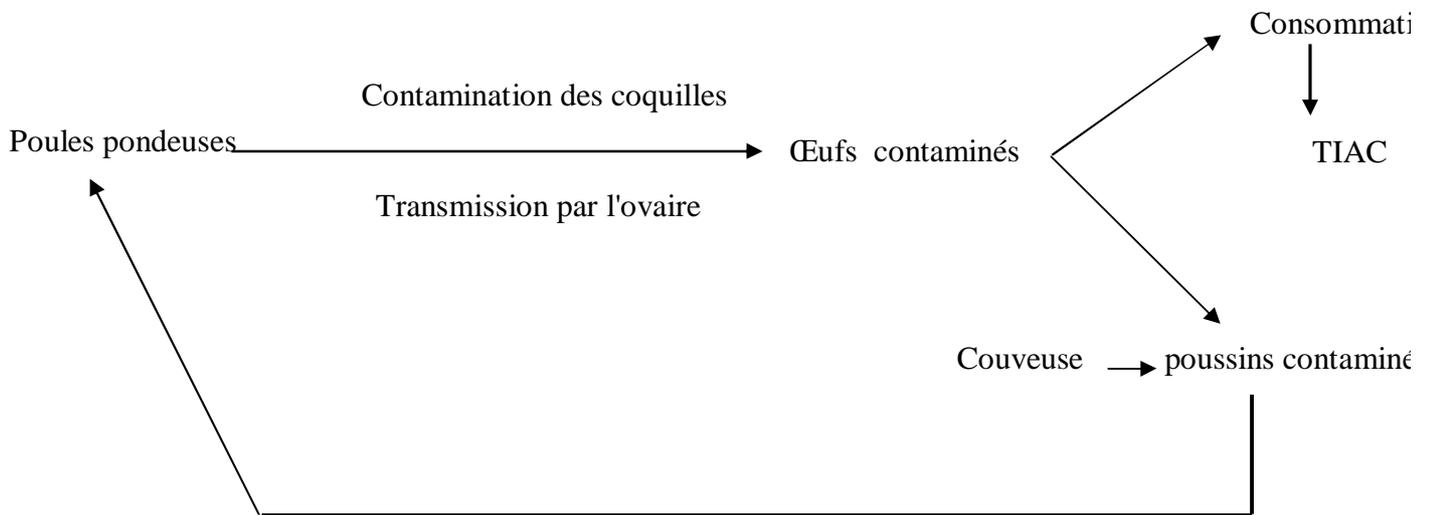


Figure N° 14 : Schéma de transmission de salmonelloses (Gordon RF, 1979)

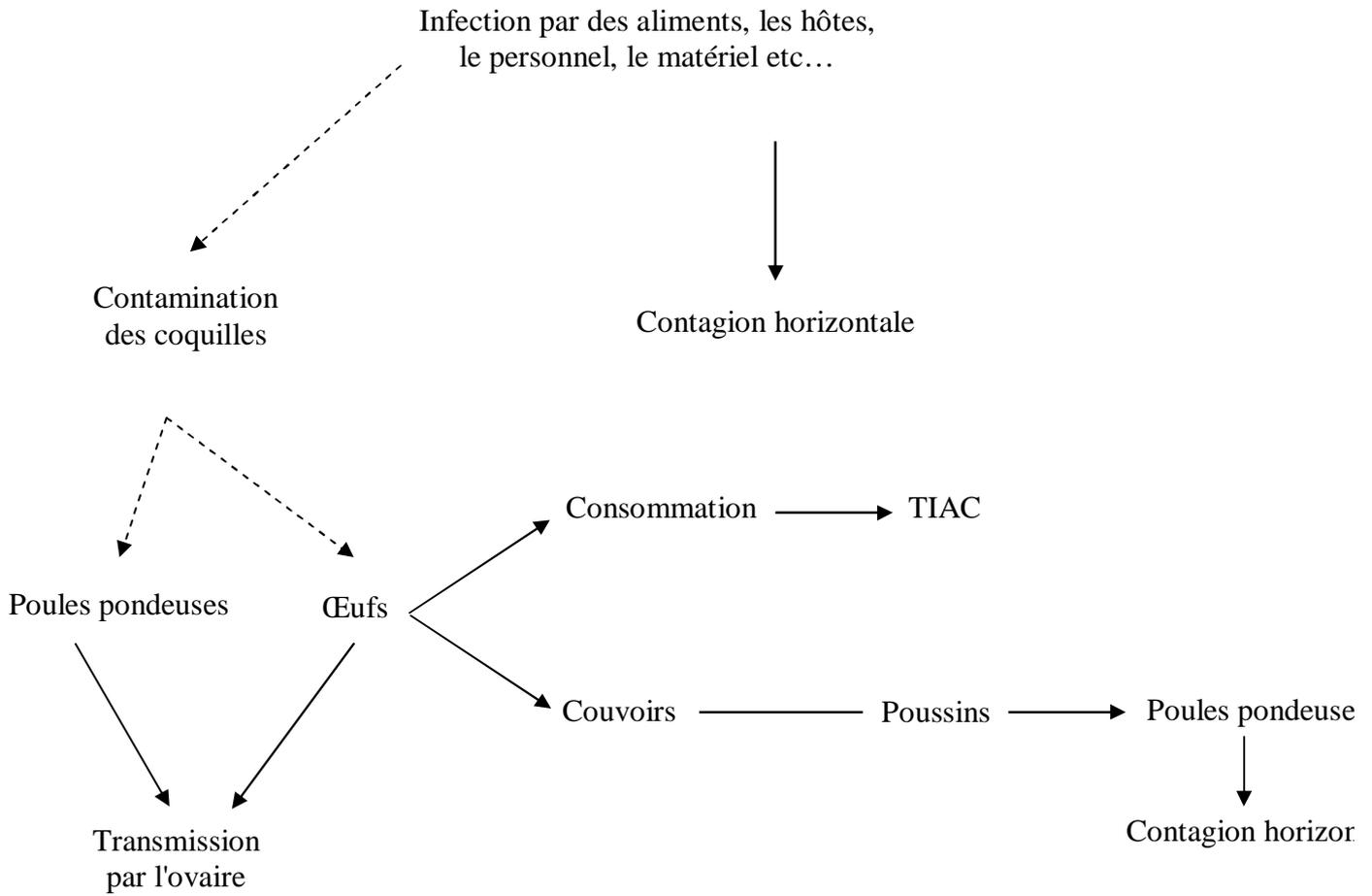


Figure N° 15 : Mécanisme de l'intoxication par des salmonelles (Gordon RF, 1979)

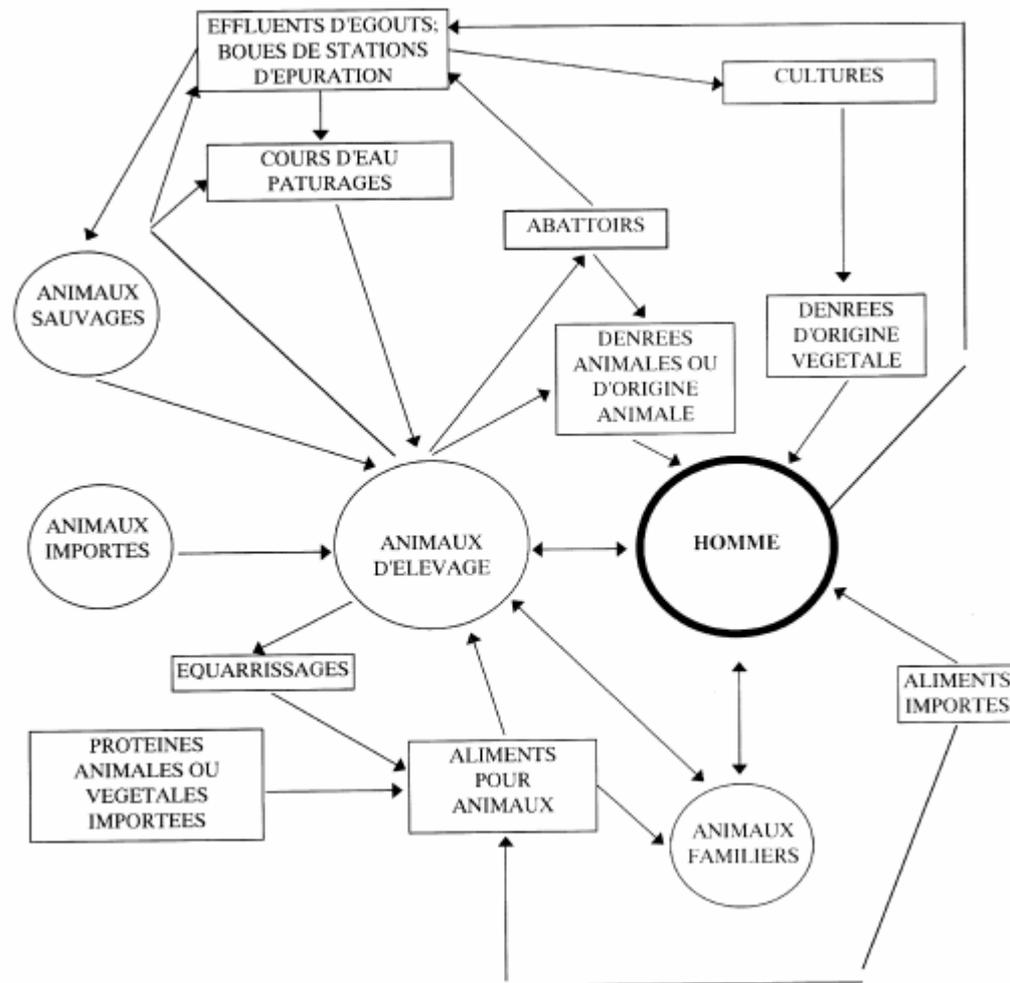


Figure N° 16 : Le cycle de diffusion des salmonelles dans l'environnement.  
(Bornert G, 2000)

## 6. RECEPTIVITE

### 6.1 Rôle de l'âge

La maladie se déclare seulement lorsque les poussins sont infectés dans les heures qui suivent l'éclosion.

Elle provoque rarement des signes cliniques ou des mortalités chez le poulet de plus de 03 semaines (Gordon RF, 1979)

### 6.2 Rôle de l'immunité

La qualité immunitaire du poussin conditionne certainement sa résistance aux infections précoces et gouverne ses capacités de réponse face aux agents microbiens (Gardin I, 1994)

### 6.3 Rôle des facteurs favorisants

Transport et stress divers entraînent la multiplication accrue des Salmonelles dans l'intestin et augmentent leur excrétion et favorisent leur diffusion dans l'élevage, ils permettent à la maladie de s'exprimer (Ganière JP, 2004)

Plusieurs enquêtes ont démontré que l'incidence des salmonelloses pouvait être beaucoup plus grave si les conditions du milieu devenaient nettement défavorables, en effet ces mauvaises conditions permettraient à d'autres maladies de se greffer sur les salmonelloses et les rendre plus meurtrières (Gordon RF, 1979)

## 7. POUVOIR PATHOGENE

Chez les oiseaux, on distingue deux sortes de salmonelles :

- La typhose pullorose due à *Salmonella gallinarum pullorum*, sérotype spécifique de la poule et de la dinde ;
- Les para typhoses peuvent être observées dans toutes les espèces aviaires et sont dues aux autres sérotypes de salmonelles.

Elles représentent un problème hygiénique car l'homme peut être contaminé (Fontaine M, 1993)

Depuis 1971, chez les volailles, on a assisté à une disparition progressive de l'espèce spécifique *Salmonella gallinarum pullorum* au profit d'espèces ubiquistes (Renault L, 1988) Se conférer tableau N° 32.

Le pouvoir pathogène des salmonella est du à leur capacité d'adhérence à la muqueuse digestive, à leur capacité d'invasion de cette muqueuse et de tout l'organisme, à l'excrétion d'endotoxines et la libération de toxines GLP après leur mort (Dinh Nam Lam et al, 2000)

Chez l'homme, un des sites d'adhésion est le récepteur cellulaire à l'EGF (epithelial growth factor)

La fixation des salmonelles sur ce récepteur active une protéine kinase, la phosphorylase A2 et déclenche une série de réactions aboutissant au remaniement du cytosquelette.

On note le gonflement des microvillosités et la formation d'une vacuole d'endocytose qui va permettre la multiplication des salmonelles.

Si ces bactéries sont éliminées, l'infection reste localisée et n'atteint pas le stade de septicémie, mais si elles sont déversées dans le sang elles vont être responsables d'un épisode septicémique (Leyral G ; Vierling E, 1997)

Tableau N° 32 : Inventaire des salmonella isolées entre 1984 et 1985 au laboratoire central d'hygiène alimentaire – Paris (Renault L, 1988)

S.isolees	s.typhimurium	s.virchow	s.saint paul	s.senftenberg	s.infantis	s.gallinarum pullorum	s.bredenay
Poules 1090 souches	24.2%	15.3%	7.9%	7.6%	6.7%	5.9%	
Carcasses viande de volaille 1472 souches	8.0%	21.5%	15.8%		14.7%		11.4%

## 8. ASPECT CLINIQUE ET LESIONNEL

Pour toutes les espèces aviaires, la salmonellose se présente soit sous forme de salmonellose infection se traduisant par un simple portage de la bactérie par des animaux apparemment sains mais excréteurs permanents ou épisodiques sans symptômes ni lésions, soit sous forme de salmonellose maladie (Dinh Nam Lam et al, 2000)

Le danger vient du fait que les sujets guéris restent porteurs latents et deviennent des sources d'infection, s'ils servent à la reproduction ils éternisent le cycle infectant et s'ils sont destinés à la consommation (viandes de volailles, œufs) ils provoquent des épidémies d'intoxications alimentaires (Gordon RF, 1979)

Les symptômes sont non spécifiques et similaires quelque soit le sérovar, ils sont observés essentiellement sur des poussins de moins de 15 jours et sont rares sur des poulets de plus de 04 semaines (Ganière JP, 2004)

### 8.1 Chez les poussins

La maladie évolue sous forme septicémique avec des signes respiratoires, une diarrhée blanchâtre qui colle aux plumes (Villate D, 1997)

Les poussins sont abattus, plumes ébouriffés, ailes tombantes, les yeux mi-clos, hésitant à se déplacer, avec des atteintes oculaires : conjonctivite et opacité de la cornée sont ainsi décrits (Ganière JP, 2004)

La forme intestinale avec diarrhée, amaigrissement rapide, soif intense et perte d'appétit est souvent responsable d'une mortalité importante chez les jeunes (Internet, 2005)

Dans sa forme chronique, la localisation articulaire chez les moins jeunes entraîne une inflammation de l'articulation de l'aile très caractéristique nommée « mal d'aile » ou de l'articulation de la patte entraînant une boiterie (Anonyme 8, 2005)

## 8.2 Chez les adultes

La salmonellose présente une affinité particulière pour les organes de reproduction, elle peut rendre un male ou une femelle stériles (Anonyme 8, 2005)

Chez les pondeuses, la forme aiguë est caractérisée par des signes généraux graves : abattement, fièvre, cyanose intense des appendices, c'est la maladie de la crête bleue chez les poules.

La forme chronique se manifeste surtout par des troubles génitaux avec retard à l'ovulation, une chute du taux de ponte, une ovaro-salpingite et des œufs sans coquilles (Dinh Nam Lam et al, 2000)

Si la maladie intervient dans un élevage de reproducteurs, elle peut provoquer une chute de ponte, une diminution de la fertilité et de l'éclosabilité, et une mortalité accrue des jeunes (Ganière JP, 2004)

Les lésions varient entre l'absence complète et l'atteinte septicémique avec hypertrophie et congestion de nombreux viscères (foie, rate, poumons, reins) et éventuellement péricardite exsudative (Ganière JP, 2004)

Le contenu des caecums peut être durci, fragmenté, coiffé de fibrine ou totalement remplacé par des boudins de caséum (Anonyme 8, 2005)

Kokosharov a constaté le taux très élevé de salmonella au niveau de la flore caecale du poulet après infection expérimentale par des salmonelles (Kokosharov T, 2001)

Le vitellus prend un aspect cuit ce qui lui donne une forme irrégulière (Renault L, 1988)

La dégénérescence de l'ovaire des poulettes est rare bien qu'elle soit fréquente chez la poule adulte (Gordon RF, 1979)

## 9. DIAGNOSTIC

### 9.1 Diagnostic bactériologique

Le diagnostic est essentiellement expérimental et fondé sur l'isolement, l'identification et le typage des salmonelles.

Chez les poussins mourant en phase septicémique, les salmonelles peuvent être isolées à partir du foie, de la vésicule biliaire et du sac vitellin ou de l'intestin et surtout du contenu caecal chez les moins jeunes (Ganière JP, 2004)

Elles peuvent également être isolées au niveau du foie, de la rate et des ovaires du fait de la grande fréquence du sérotype enteritidis hébergé à ces niveaux chez la poule.

Le plan d'échantillonnage fixé par la réglementation au Danemark en matière de dépistage des salmonelles dans la filière avicole et pour les troupeaux d'élevage en période de ponte oblige à pratiquer des prélèvements toutes les 04 semaines sur un échantillon de 60 fientes et un échantillon de 60 œufs.

L'expérience acquise a conduit à diversifier les prélèvements afin d'améliorer la sensibilité de la détection des animaux infectés :

-prélèvements de garnitures de fons de boîtes réalisés lors de la livraison des oiseaux.

-prélèvements de fientes.

-Chiffonnettes traînées sur la litière ou frottées sur les surfaces exposées de l'éclosoir ou passées au fond des cages (Bornert G, 2000)

## 9.2 Diagnostic sérologique

La sérologie prend tout son sens dans le contexte épidémiologique actuel du fait de la grande fréquence du sérotype enteritidis dans quelques organes de la poule (foie, rate, ovaires) sans que l'excrétion fécale de salmonelles soit systématique.

Les anticorps étant d'apparition tardive, ce type d'examen se fera en fin de période d'élevage.

Il sera encore meilleur de le réaliser sur des œufs dans la mesure où il est habituel d'observer un phénomène de concentration des anti-corps dans l'albumen des œufs produits par une poule infectée (Bornert G, 2000)

Le sérotypage s'effectue par agglutination sur lame à l'aide d'une culture sur milieu gélosé obtenue en 18-24 heures à 37°C, et de sérums appropriés.

On commence par rechercher une agglutination avec des sérums dits « sérums mélanges » qui sont les OMA (sérums agglutinant les groupes A, B, D, E, L) et les OMB (sérums agglutinant les groupes C, F, G, H)

Une agglutination positive avec un de ces sérums mélanges permet de penser que la salmonelle étudiée appartient à l'un des groupes correspondant à ce sérum.

Il est nécessaire ensuite de rechercher l'agglutination avec des sérums monovalents anti-O pour préciser le groupe auquel appartient la salmonelle inconnue.

Vient ensuite la détermination des antigènes H en phase 1 puis s'il y a lieu en phase 2 en commençant par les sérotypes les plus fréquemment rencontrés.

On obtient ainsi la formule antigénique complète de la salmonelle.

Parfois, il sera nécessaire de déterminer le lysotype ou le biotype (Pilet C et al, 1983)

### 9.3 Diagnostic différentiel

Trois Enterobacteriaceae, peuvent lors de l'identification sommaire être confondues avec les Salmonella : *Hafnia alvei* ; *Citrobacter fereundii* ; et *Proteus mirabilis*. Se conférer tableau N° 33.

Les caractères différentiels avec les salmonella sont essentiellement :

- Citrobacter fereundii* n'a pas de LDC et est ONPG (+) ;
- Hafnia alvei* ne produit pas d'H<sub>2</sub>S, est VP (+) à 22° C et est généralement ONPG (+) ;
- Proteus mirabilis* possède une uréase et une tryptophane désaminase. Se conférer tableau N° 33.

N'étant pas des Salmonella, aucune de ces trois espèces n'est lysée par le phage 01 (Richard C, 1981)

Tableau N° 33 : Diagnostic biochimique et différentiel des Salmonella  
(Richard C, 1981)

		Salmonella	Hafnia	Citrobacter	P.mirabilis
Milieu	Glucose	+	+	+	+
Hajna-Kliger	Gaz	+	+	+	+
		Sauf <i>S. typhi</i>			
	Lactose	-	-	d	-
	B – galactosidase	-	[+] (°)	[+]	-
	H <sub>2</sub> S	+	-	[+]	-
		Sauf <i>S. paratyphi</i> et <i>S. choleraesuis</i>			
		+			
		sauf <i>S. paratyphi</i> A			
Milieu	Mannitol	+	+	+	-
Mannitol- mobilité					
	Mobilité	+	(à 37°) [-]	+	[+]
		Sauf <i>S. gallinarum</i>			
			(à 22°) +		
	Nitratase	+	+	+	+
Milieu					
Urée indole	Uréase	-	[-] (°°)	-	+
	TDA	-	-	-	-
	Indole	-	-	-	-
C.S	Citrate de Simmons	+	-/(+)	[+]	d
Glycérol	EP + 1 % glycérol	-/(+)	+	+	+/(+)

+ : positif en 1 ou 2 jours

[+]: caractère positif de la majorité des souches.

(+) : positif entre 3 et 7 jours

- : négatif

[-]: caractère négatif de la majorité des souches.

d : différentes réactions suivant les souches.

(°) : en cas de réponse négative, rechercher la B-galactosidase à partir d'une culture de *Hafnia* sur milieu de Kligler incubé à 22°C.

(°°) : certaines souches de *Hafnia* possèdent une Uréase.

## 10. TRAITEMENT

Il a pour but d'éliminer la plus grande quantité de salmonelles présentes mais il n'en reste pas moins que certaines lésions sont désormais irréversibles (articulation de l'aile ou de la patte, testicules ou ovaires détruits) ce qui doit conduire à trier soigneusement l'effectif après traitement pour en écarter les sujets irrécupérables ou à risque (Anonyme 8, 2005)

### 10.1 Les antibiotiques

Il faut souligner l'importance des antibiotiques si un traitement est envisagé.

Parmi les antibiotiques utilisés (par voie buccale notamment) citons : l'Apramycine, la Gentamycine, les Quinolones (acide Oxolinique, Fluméquine, Enrofloxacin....)

Les traitements antibiotiques réduisent le portage mais ne le suppriment pas (Ganière JP, 2004)

Les salmonelles sont très sensibles au chloramphénicol qui se révèle à leur égard puissamment bactéricide (Pilet C et al, 1983)

Notons l'utilisation avec succès par une équipe universitaire belge de l'association : Salfadiméthoxine + Triméthoprime (Corylap 60 ou 250 ml) à raison d'une cuillère à café par litre d'eau de boisson pendant 07 jours en traitement préventif (si les risques épidémiologiques paraissent majeurs) et 10 jours en traitement curatif.

Le traitement d'attaque de 10 jours doit toujours être suivi de 02 traitements de rappel de 05 jours après 15 jours d'arrêt (Anonyme 8, 2005)

### 10.2 Résistance aux antibiotiques

Il est recommandé de toujours choisir l'antibiotique d'après les résultats de l'antibiogramme car de nombreuses souches de salmonelles sont antibio-résistantes (Fontaine M, 1993)

Une étude réalisée sur l'île de la Réunion entre 1980 et 1989 a montré que 65% des souches testées sont résistantes au moins à 02 antibiotiques, et que la tétracycline a atteint une proportion de résistance de 80% (Guignard et al, 1992)

Parmi les facteurs qui peuvent expliquer ce phénomène citons :

- l'emploi préventif d'antibiotiques dans l'alimentation des volailles qui exerce une pression de sélection sur les bactéries résistantes.
- le manque de renouvellement d'apports génétiques qui crée un confinement du microbisme local.

En somme, le spectre d'activité des antibiotiques sera de mois en mois large si leur emploi n'est pas reconsidéré (Guignard et al, 1992)

Une seconde étude réalisée cette fois au Viet Nam tire la sonnette d'alarme quand à la résistance des salmonelles à presque tous les antibiotiques et le risque potentiel de contamination des autres animaux et de l'homme.

Les salmonelles isolées sont résistantes à l'Ampicilline, à l'Amoxicilline, au Chloramphénicol, à la Colistine, aux Tétracyclines.

Seuls le Bactrim, la gentamycine et la Norfloxacine semblent avoir une action efficace.

Ce phénomène très inquiétant provient certainement de l'utilisation abusive des antibiotiques et leur mélange dans les aliments comme produit adjuvant ce qui a pour conséquence la sélection de souches résistantes d'emblée à de nombreuses familles d'antibiotiques (Dinh Nam Lam et al, 2000)

## 11. PROPHYLAXIE

### 11.1 Prophylaxie médicale

#### 11.1.1 La vaccination

La prophylaxie médicale a été délaissée en Europe au profit de la prophylaxie sanitaire, par contre en Afrique où les mesures sanitaires sont plus délicates à mettre en œuvre, la vaccination garde un certain intérêt (Petit F, 1991)

Des vaccins à agents inactivés et modifiés contre *Salmonella enteritidis* et *Salmonella typhimurium* permettent de réduire mais non de supprimer l'excrétion fécale ou même la localisation ovarienne (Ganière JP, 2004)

Le seul vaccin disposant d'une autorisation de mise sur le marché en France est fourni par le laboratoire Hoechst Roussel Vet, c'est le Salvenac R (vaccin adjuvé à agent inactivé) contre l'infection à *Salmonella enteritidis*.

Il est mis en circulation depuis Novembre 2003 (Anonyme 6, 2003)

Réglementairement, en France, la vaccination des volailles de reproduction en filière ponte est interdite, par contre en Angleterre elle est obligatoire (Ganière JP, 2004)

Quoi qu'il en soit les vaccins ne pourront apporter qu'une solution partielle et momentanée étant donné la grande multiplicité des sérovars, et surtout le risque de sensibilité des sujets vaccinés à l'infection naturelle ou expérimentale (Lecoanet J, 1992)

### **11.1.2 La chimio-prévention**

Elle est basée sur l'utilisation à titre préventif des anti-infectieux utilisés pour le traitement, et peut dans certaines circonstances être pourvue d'intérêt surtout si elle vient compléter les programmes sanitaires.

-œufs : injection antibiotique in ovo (gentamycine 0.1-0.5mg), ou trempage dans une solution antibiotique surtout dans le cas de contaminations coquillières superficielles.

-poussins d'un jour : 02 mg de gentamycine en sous cutanée (Lecoanet J, 1992)

Possibilité d'antibio- prévention dans les troupeaux de reproducteurs parce que l'éradication de la salmonellose ne peut se faire que de l'amont vers l'aval en commençant par les élevages de sélection et de reproduction (Bornert G, 2000)

En Finlande, une prophylaxie connue sous le nom de méthode de Nurmi est utilisée pour les volailles, ce sont des cultures exemptes de Salmonelles préparées à partir de micro-organismes fécaux de volailles adultes qui sont administrées aux poussins dès leur éclosion.

Les poussins ainsi traités résistent à de fortes doses de Salmonelles, cependant la méthode ne fait que prévenir la maladie mais pas le portage (Pedro N Ach ; Boris Szyfres, 1989)

### **11.1.3 La flore de barrière**

L'implantation de la flore de barrière fait intervenir le mécanisme « d'exclusion compétitive » dont l'intérêt est de faire considérablement diminuer la sensibilité des sujets traités (dans notre cas des poussins de 01 à 02 jours) face à une infection expérimentale ultérieure par *Salmonella typhimurium* en leur inoculant oralement du contenu intestinal d'oiseaux adultes sains.

La flore caecale des poulets EOPS (extremely oxygen poultry sensitif) est achevée normalement vers l'âge de 15 jours et l'implantation d'une flore de barrière comparable à une flore adulte peut être visualisée 24 heures après le traitement, en conséquence la rapidité d'apparition d'une protection par une flore de barrière semble être fortement corrélée avec l'âge du donneur situé entre 37 et 80 jours ; âge de maturité de la flore caecale des poulets EOPS (Lecoanet J, 1992)

## 11.2 Prophylaxie sanitaire

Elle est tout d'abord défensive basée sur la maîtrise sanitaire des élevages tenant compte des multiples sources d'infection, et aussi offensive basée en cas de foyer sur l'abattage total des animaux (Se conférer annexe 04) et la destruction des œufs associés à une désinfection des locaux et matériel contaminés et un vide sanitaire approprié (Ganière JP, 2004)

### 11.2.1 Prophylaxie défensive

Les programmes d'éradication de *Salmonella gallinarum pullorum* dans les élevages de pondeuses ont réussi avec succès dans les pays développés, par contre l'élimination des sérotypes ubiquitaires de *Salmonella* s'est révélée plus difficile à cause de la complexité de leur transmission et surtout aux sources innombrables de contamination (Linton AH, 1983)

Pour cela, plusieurs recommandations concernant la maîtrise des élevages sont de rigueur :

- 1- Le choix d'un emplacement géographique adapté et isolé, tenant compte de la direction des vents dominants, facilite l'application des mesures d'hygiène et de prophylaxie. L'exploitation doit être entourée d'une clôture de sécurité et munie d'un portail permettant de surveiller les allées et venues. Un panneau placé à son entrée doit indiquer que l'accès est soumis à autorisation.
- 2- L'exploitation de volailles doit être monovalente, c'est-à-dire se consacrer à une seule espèce et, dans les conditions idéales, appliquer dans toute la mesure du possible le principe de la bande unique.
- 3- Les bâtiments où se trouvent les volailles, ainsi que les lieux de stockage des aliments ou des œufs, doivent être exempts d'animaux nuisibles et ne pas être accessibles aux oiseaux sauvages.
- 4- La zone entourant immédiatement les poulaillers doit être exempte de végétation et de détritiques et, dans les conditions idéales, être recouverte de béton ou d'un matériau similaire. Il peut être dérogé à cette règle si l'implantation d'arbres est nécessaire au contrôle de la température, mais dans ce cas il faut éviter les arbres fruitiers susceptibles d'attirer les oiseaux.
- 5- Les animaux domestiques ne doivent pas avoir accès aux poulaillers.
- 6- Des précautions d'hygiène appropriées doivent être respectées pour tous les visiteurs de l'exploitation, de même que pour le personnel pénétrant à l'intérieur des poulaillers.
- 7- Lorsqu'une exploitation ou un poulailler est vidé de ses animaux, il convient de retirer tout le fumier des locaux et de procéder au nettoyage et à la désinfection.

Une surveillance bactériologique de l'efficacité des méthodes de désinfection est recommandée. Si nécessaire, des actions de lutte contre les rongeurs et les insectes doivent être mises en œuvre.

8- Les animaux utilisés pour le repeuplement d'un poulailler ou d'une exploitation doivent provenir exclusivement de troupeaux de volailles connus pour avoir un excellent statut sanitaire et qui font l'objet d'une surveillance régulière vis-à-vis des salmonelles et d'autres agents pathogènes des volailles.

9- Tous les aliments distribués dans les poulaillers et les exploitations doivent faire l'objet d'une recherche des salmonelles avant leur utilisation. Il est recommandé d'utiliser des aliments en granulés ou soumis à un autre procédé de décontamination spécifique des salmonelles. Les aliments doivent être stockés dans des récipients propres et fermés.

10- Les abreuvoirs doivent être alimentés en eau potable de qualité satisfaisante.

11- Les oiseaux malades ou morts doivent être retirés des poulaillers dès que possible et éliminés avec les précautions qui s'imposent.

12- Des registres exhaustifs faisant état de la mortalité observée, des diagnostics de maladie posés, des traitements effectués et des vaccinations pratiquées doivent être tenus pour chaque bande de l'élevage. Ces dossiers peuvent être exigés en cas d'inspection (Anonyme 15, 2004)

**11.2.2 Prophylaxie offensive :** Conduite de la décontamination des poulaillers de poudeuses vis-à-vis de Salmonella.

A/ Le nettoyage : Il se fait en 03 temps.

-1<sup>er</sup> temps : Le pré-nettoyage.

Il vise à évacuer les restes des fientes, de poussières d'aliments et de jaunes d'œufs.

Il suffit de racler, gratter et aspirer de façon à faciliter la détersion et le décapage.

-2<sup>ème</sup> temps : le détrempe-détersion.

On utilise pour cela une mousse bactéricide qui permet un temps de contact plus long.

-3<sup>ème</sup> temps : le décapage à l'eau froide ou tiède.

Il faut utiliser une haute pression de 150-200 bars avec un débit de 15-20 litres par minute.

Selon B. Carpentier de L'AFFSA (agence française de sécurité sanitaire des aliments) les produits alcalins sont efficaces mais ne détachent que 90% de la population microbienne.

Le nettoyage est plus rapide et plus efficace lorsque tous les éléments (fonds de cages, mangeoires, bandes de collecte des œufs) ont été préalablement démontés.

Toutes les eaux usées provenant des murs et plafonds doivent être évacuées dans une fosse (à creuser si inexistante) ou vers un réseau d'eaux usées (Drouin P et al, 2000)

B/ La désinfection du bâtiment et matériel d'élevage :

-Phase de nettoyage et de désinfection

La désinfection a pour but d'éliminer le biofilm bactérien non supprimé par le décapage et surtout d'empêcher sa reconstitution.

Pour cela celle-ci s'appliquera peu de temps après le nettoyage (surfaces encore humides) par pulvérisation d'une solution bactéricide suivie d'une fumigation ou d'une thermo-nébulisation désinfectante.

De l'extérieur vers l'intérieur, les parties concernées sont :

- toiture et parti externe du poulailler.
- circuit et système de collecte des fientes.
- circuit et système d'aération.
- circuit et système d'abreuvement.
- circuit et système d'alimentation.
- circuit et système de collecte des œufs dont les convoyeurs.
- batteries de cages.
- parois intérieures du bâtiment.
- matériel annexe (dépeussièreuse, aspirateur, chariots, échelle...)
- sas sanitaire, lavabos, wc.
- salle et machines de conditionnement.
- salle de stockage et quais.
- Petit matériel annexe (ampoules, appareils de mesure...)
- bureau, téléphone, ordinateur...
- vêtements.
- véhicules de transport (éleveur, œufs, fientes...)
- installation de barrières et de mesures de sécurité sanitaire (Drouin P et al, 2000)

-Phase de dératisation

Destruction des rats par dératisation une fois par semestre (application d'anti-coagulants avec pâte) et aussi éviter de jeter les déchets dans l'enceinte du bâtiment et les déperditions d'aliments en silos, source d'attraction des vecteurs transmissibles (Regguem, groupe avicole du centre)

-Phase de désinsectisation

Par application d'un insecticide à très faible pression.

C/ Le vide sanitaire

Après le départ des animaux, les opérations de nettoyage, désinfection et vide sanitaire sont obligatoires. Le fumier doit être retiré du bâtiment avant les opérations de nettoyage et désinfection. Les tracteurs et autres matériels de manipulation du fumier doivent être décontaminés après cette opération (Linton AH, 1983)

Le stockage, l'épandage des déjections animales et des eaux de nettoyage ne doivent pas constituer une source de contamination pour l'environnement. Les eaux de nettoyage doivent être évacuées soit dans une fosse, soit vers un réseau d'eaux usées.

Le nettoyage et la désinfection des locaux d'élevage et de leurs annexes ainsi que du matériel sont effectués selon un protocole écrit, à l'aide d'un désinfectant autorisé. Ce protocole doit également prendre en compte la lutte contre les animaux et les insectes et les acariens indésirables, ainsi que la décontamination des abords (Anonyme 19, 2003)

La durée minimale du vide sanitaire après les opérations de nettoyage et de désinfection des locaux ainsi que du matériel d'élevage (nids de ponte, chaînes d'alimentation, silos, abreuvoirs, bacs réservoirs d'eau, tuyauteries, etc.) doit permettre un assèchement le plus complet possible des locaux et du matériel, elle varie entre 02 et 04 semaines selon les antécédents pathologiques de l'élevage.

Avant les mises en place d'animaux faisant suite à une bande ayant subi une contamination, l'efficacité de ces opérations doit être obligatoirement contrôlée, d'une part, par une appréciation visuelle de la qualité du nettoyage de chacun des circuits (air, eau, aliment, fientes, oeufs...) et d'autre part, à l'aide d'un test bactériologique sur chacun de ces circuits. La mise en place du futur lot ne pourra être effectuée qu'après réception de résultats satisfaisants (Linton AH, 1983)

D/ Contrôle sanitaire des établissements

Aux pays bas, le nettoyage et la désinfection des poulaillers suivis par un contrôle bactériologique sur l'hygiène sont devenus obligatoires pour toutes les installations de ponte d'œufs destinés à la vente, dans ce pays la transmission verticale de *Salmonella Enteritidis* des élevages de parents aux élevages de pondeuses est à son niveau le plus bas (Wall P et al, 1997)

En Suède, les grands parents des pondeuses doivent être certifiés exempts de salmonelles, ils sont mis en quarantaine pendant 15 semaines période pendant laquelle ils sont testés 04 fois.

Si les tests s'avèrent positifs les poules sont abattues, cette procédure est obligatoire depuis 1994 (Wall P et al, 1997)

Le programme européen d'éradication de l'infection salmonellique en élevage aviaire repose sur des mesures de prophylaxie sanitaire associant l'élimination des sources de contamination et l'abattage des lots de volailles contaminés.

Ces règles concernent notamment les locaux et matériels qui doivent être conçus de façon à faciliter les opérations de nettoyage et de désinfection.

La maîtrise de la qualité sanitaire de l'eau de boisson et de l'aliment des volailles est nécessaire.

Les couvoirs doivent être soumis à des contrôles bactériologiques réguliers en complément des plans de nettoyage et de désinfection (Bornert G, 2000)

On recommande de ramasser les œufs 03 fois par jour, de les stocker dans un espace étanche et de les maintenir à une température comprise entre 09 et 13 °C avec un taux d'humidité de 75% (Gordon RF, 1979)

E/ Contrôle bactériologique de la qualité alimentaire :

-Contrôle de l'aliment

L'attention a souvent été attirée sur l'avantage des granulés ou l'incidence des salmonelles semble minime en raison du traitement thermique subit qui a un effet bactéricide (Gordon RF, 1979)

Quel que soit le type d'aliment utilisé, il faut toujours l'entreposer dans des sacs d'emballage respectant les normes d'usage, et surtout respecter les conditions de stockage à savoir :

- une humidité relative de 60%.
- une aération suffisante.
- une température variant entre 20 et 25°C (Regguem, groupe avicole du centre)

-Contrôle de l'eau

L'eau de boisson est une source majeure de contamination par les salmonelles, un certain nombre de mesures sont à prendre afin de respecter les règles d'hygiène à ce niveau :

- procéder à une analyse bactériologique de l'eau des puits ou des réseaux publics destinés à abreuver le cheptel et ce une fois par trimestre, et également à une analyse physico-chimique une fois par semestre car le PH peut être une cause pré disposante de l'apparition des salmonelles
- doter chaque puit d'un chauffe-eau destiné à traiter thermiquement l'eau, et procéder à une désinfection des puits une fois par semestre.

- traiter et désinfecter le réseau de distribution de l'eau de boisson une fois par trimestre et le bac à eau une fois par quinzaine.
- désinfecter le réseau destiné à alimenter le paad cooling.
- éviter l'implantation des toilettes à proximité des puits.
- éviter la stagnation d'eau aux abords des bâtiments et sous les abreuvoirs par déperdition d'eau.
- abreuver suffisamment le cheptel car un manque d'abreuvement peut être une cause prédisposante aux salmonelles (Regguem, groupe avicole du centre)

## 1. DEFINITION

Un foyer de toxi- infections alimentaires collectives est défini par l'apparition d'au moins 02 cas groupés d'une symptomatologie similaire en général digestive (gastro –intestinale) dont on peut rapporter la cause à une même origine alimentaire.

Les TIAC figurent dans la liste des affections à déclaration obligatoire (Humbert F ; Morvan H, 1996)

## 2. EPIDEMIOLOGIE

Les TIAC sont secondaires à l'ingestion d'aliments contaminés, le plus souvent il s'agit de volailles ou d'aliments à base d'œufs préparés ou conservés dans de mauvaises conditions.

De nombreux micro-organismes peuvent être incriminés, les 03 principaux sont :

- Salmonella,
- Staphylococcus aureus,
- Clostridium perfringens (Mouas H ; Bouchaud O, 2000)

La fréquence des TIAC est élevée y compris dans les pays industrialisés, en 1997 en France plus de 7000 cas ont été rapportés parmi lesquels 10% ont été hospitalisés et 5/10 000 sont morts.

Les personnes âgées ou ayant un système immunitaire affaibli et les enfants sont considérées comme étant des sujets à risque, en effet au Canada, 80 % des personnes infectées avaient moins de 15 ans lors de l'importante épidémie d'intoxication alimentaire du printemps 1998 liée à Salmonella enteritidis (Anonyme 11, 1999)

## 3. POUVOIR PATHOGENE

Chez l'homme, les salmonelles sont responsables :

- de la fièvre typhoïde due à Salmonella typhi, ou de fièvre paratyphoïdes généralement provoquées par Salmonella para typhi A, B, et rarement C.
- de gastro-entérites à salmonella dues à des sérotypes autres que ceux cités précédemment, il s'agit le plus souvent de Salmonella typhimurium et Salmonella enteritidis qui occupent la première place dans l'étiologie des toxi –infections alimentaires collectives (Pilet C et al, 1983)

On a également incriminé d'autres sérovars parmi lesquels :

Salmonella dublin, Salmonella hadar, Salmonella agona, Salmonella kedougou, Salmonella montevideo, Salmonella saint Paul, Salmonella thompson, Salmonella virchow, Salmonella newport.

-de formes extra digestives rares qui se manifestent essentiellement chez des malades immunodéprimés, ce sont les infections urinaires, les cholécystites, les méningites, les ostéomyélites, les spondylodiscites, les infections pulmonaires (Avril JL et al, 1992)

Cette flambée d'infections dues à *Salmonella enteritidis* et *Salmonella typhimurium* est alarmante et correspond dans la majorité des cas à l'ingestion d'œufs de poules contaminés.

Le pouvoir pathogène des Salmonelles ubiquitaires est en général moindre que celui des sérovars strictement humains, en effet chez l'adulte il faut une ingestion massive pour pouvoir provoquer une infection (environ 10 puissance 6 bactéries/gramme) (Leyral G ; Vierling E, 2000)

#### 4. PHYSIOPATHOLOGIE

Il faut « avaler » de 100 000 à 100 000 000 de bactéries *Salmonella* pour déclencher une infection. Lorsqu'un nombre suffisant de bactéries réussit à survivre à l'acidité de l'estomac, elles parviennent éventuellement aux intestins et se multiplient. *Salmonella* envahit alors la paroi intestinale et provoque une inflammation. Elle produit également des substances toxiques irritantes, des entérotoxines, qui agissent sur l'intestin. Les effets combinés de l'inflammation intestinale et des entérotoxines créent un déséquilibre qui provoque une diarrhée (Dehin R ; Aubry J, 2005)

La dose infectante des salmonella présente de fortes variations en fonction des souches mises en cause , par exemple pour salmonella typhi, la charge est beaucoup plus faible, elle est inférieure à 100 bactéries (Anonyme 10, 1995)

#### 5. SYMPTOMATOLOGIE

Les gastro- entérites à salmonella donnent une symptomatologie beaucoup moins grave que les fièvres typhoïdes.

Le début de la maladie est progressif avec fièvre, maux de tête, douleurs articulaires, mal de gorge, douleurs abdominales. Si le malade n'est pas traité, la maladie progresse et plusieurs complications peuvent survenir dont une hémorragie digestive, une perforation intestinale, une pneumonie, une infection aiguë de la vésicule biliaire, une hépatite, une bactériémie (infection dans le sang) qui peut être à l'origine d'infection en foyer (os, coeur, cerveau, reins...) (Dehin R ; Aubry J, 2005)

Les symptômes associés à la salmonellose (diarrhée, fièvre et crampes abdominales) se déclenchent de 8 à 72 heures après la contamination. La plupart des adultes affectés ressentent ces symptômes durant 4 à 7 jours et se rétablissent ensuite.

Par contre, les symptômes habituels peuvent s'imposer avec nettement plus d'intensité chez les jeunes enfants et les personnes âgées ou chez celles ayant une déficience immunitaire (cancéreux, sidéens, etc.) (Perronne C, 1999)

## 6. DIAGNOSTIC : ISOLEMENT DES SALMONELLES.

Les techniques d'isolement des salmonelles en bactériologie médicale sont :

- l'hémoculture réservée pour les sujets présentant un syndrome typhoïdique ;
- la coproculture ; pour les sujets souffrant d'une toxi-infection alimentaire, et pour les porteurs de germes (Pilet C et al, 1983)

### 6.1 La coproculture

Il faut toujours chercher à isoler le germe au cours d'une salmonellose, cela permet sa caractérisation précise pour une enquête épidémiologique et surtout l'étude de sa sensibilité face aux antibiotiques.

Les hémocultures ne sont d'aucun intérêt dans le cas de salmonelloses secondaires car elles sont exceptionnellement positives (Avril JL et al, 1992)

Par contre, les coprocultures doivent être indiquées dès qu'on suspecte une infection à salmonella.

L'élimination des salmonella dans les selles pouvant être intermittente, il y a lieu de faire deux coprocultures à une semaine d'intervalle.

Une coproculture systématique annuelle est préconisée pour les personnes employées dans des cuisines ou dans l'industrie alimentaire (Avril JL et al, 1992)

L'excrétion des salmonella dans les selles étant faible ceci va rendre leur nombre inférieure par rapport aux espèces commensales, il faut donc pour les isoler employer des milieux qui inhibent la culture des nombreux saprophytes présents dans les selles mais permettant la libre multiplication des salmonelles (Pilet C et al, 1983)

On utilise pour cela des milieux d'enrichissement et des milieux d'isolement spécifiques comme pour la recherche de salmonelles au niveau des œufs. Se conférer figure N° 17.

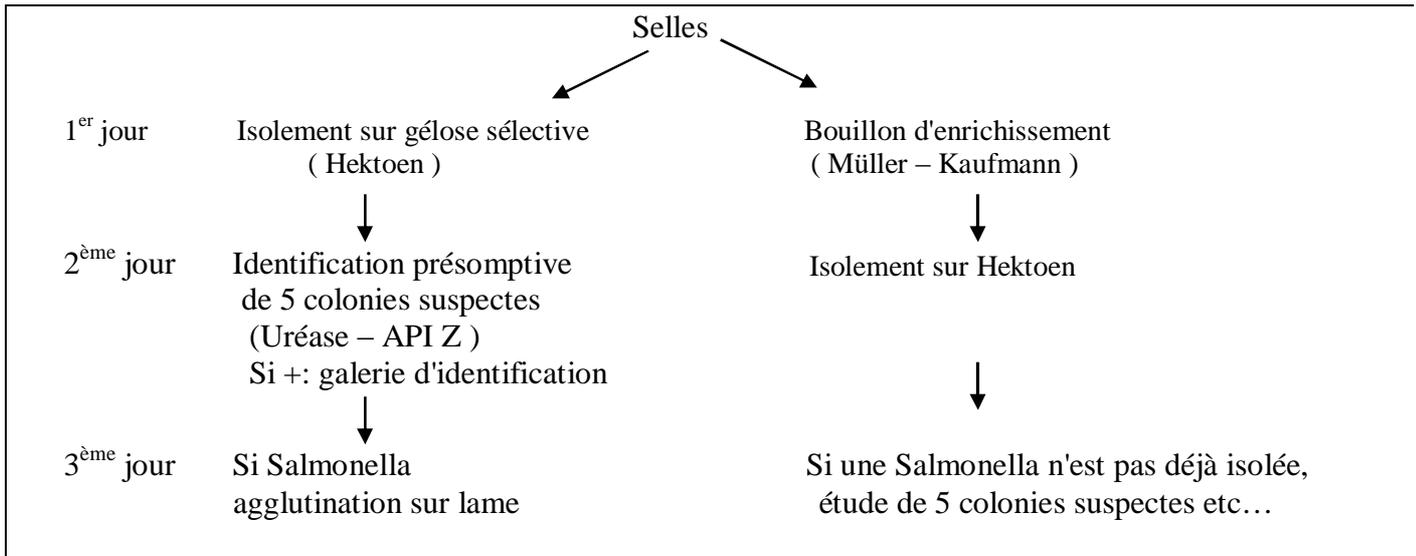


Figure N° 17 : Schéma d’isolement d’une salmonella par coproculture (Avril JL et al, 1992)

## 6.2 Autres prélèvements

Les salmonelles peuvent être recherchées au niveau de la bile de la même façon que pour la coproculture.

Elles peuvent également être recherchées au niveau des urines.

Cependant, l’analyse des aliments contaminés en utilisant des milieux sélectifs et des milieux d’enrichissement est la meilleure façon d’isoler une salmonella responsable d’une toxoinfection alimentaire collective (Avril JL et al, 1992)

## 7. TRAITEMENT

Un antibiogramme est effectué sur toute souche de salmonella isolée autant pour caractériser cette souche que pour orienter le traitement antibiotique qui n’est pas systématique pour toutes les salmonelloses digestives (Pilet C et al, 1983)

En présence des symptômes décrits plus haut, il faut consulter, mais la plupart des gens se rétablissent d’eux-mêmes en 1 à 4 jours. Le traitement vise à supprimer les symptômes : il consiste à boire des liquides et à suivre un régime sans fibre et non épicé. Cependant, des antibiotiques pourraient être administrés si le patient souffre d’une diarrhée sévère ou s’il fait partie d’un groupe à risque (Dehin R et Aubry J, 2005)

Donc, les gastro-entérites à salmonella ne requièrent aucun traitement antibiotique, seulement si la diarrhée se prolonge au-delà de 04 jours, même sans fièvre le traitement antibiotique va être utile afin de raccourcir la durée de la diarrhée (Perronne C, 1999)

Les salmonella sont naturellement sensibles à tous les antibiotiques actifs sur les bacilles Gram négatifs.

Un pourcentage très variable de souches, en fonction de l'épidémiologie locale est résistant à l'ampicilline, au chloramphénicol et à l'association sulfamides- triméthoprime, cependant la résistance aux fluoroquinolones est exceptionnelle.

Avec une antibiothérapie administrée rapidement, la mortalité est inférieure à 1 % (Anonyme 10, 1995)

## 8. CONDUITE A TENIR

TAIC implique au moins 02 cas de toxi-infections alimentaires ayant la même origine et les 03 principaux germes en cause sont les salmonelles (œufs+++), le staphylocoque doré et Clostridium perfringens.

Toute toxi-infection alimentaire collective doit faire l'objet d'une déclaration auprès de l'autorité sanitaire départementale et de la direction des services vétérinaires.

Cette déclaration est obligatoire et permet la réalisation d'une enquête épidémiologique et vétérinaire dont le but est d'identifier l'aliment responsable et les causes favorisantes (Mouas H ; Bouchaud O, 2000)

L'enquête épidémiologique comporte 03 volets :

- description du foyer, circonstances de survenue, distribution dans le temps et dans l'espace, caractéristiques des malades, détermination de l'aliment mis en cause.
- prélèvements microbiologiques (patients et aliments)
- enquête sanitaire : détermination des facteurs favorisants (étude de la chaîne alimentaire) et mise en place des mesures préventives des éventuelles rechutes (Mouas H ; Bouchaud O, 2000)

## 9. PROPHYLAXIE

Elle fait appel aux mesures suivantes :

- règles d'hygiène : leur but étant d'éviter la contamination des aliments et la prolifération microbienne tout au long de la chaîne alimentaire (du lieu d'abattage, de récolte pour les œufs, jusqu'à la consommation)
- réfrigération, congélation et stérilisation des denrées alimentaires (Mouas H ; Bouchaud O, 2000)

-éducation sanitaire et surveillance médicale du personnel intervenant dans la chaîne alimentaire afin de traiter les sujets présentant une infection digestive et la détection des porteurs sains parmi le personnel des cuisines ou des industries alimentaires (Avril JL et al, 1992)

## 10. Recommandations pour la prévention de la salmonellose à *Salmonella enteritidis* associée à la consommation d'œufs

-La consommation d'œufs crus ou insuffisamment cuits devrait être évitée, particulièrement pour les personnes immunocompromises ;

-Dans les centres hospitaliers, et les établissements de restauration, les œufs pasteurisés devraient remplacer les œufs en coquille dans les plats à base d'œufs crus ou insuffisamment cuits;

-Les œufs devraient être cuits à 63°C et plus, pendant plus de 15 secondes (jusqu'à ce que le blanc soit complètement cuit et que le jaune commence à épaissir) et devraient être mangés immédiatement après la cuisson ;

-Les mains, les ustensiles et les surfaces de travail devraient être lavés avec de l'eau et du savon après un contact avec des œufs crus ;

-Les œufs devraient être réfrigérés à 5°C et moins, en tout temps (Beaudoin A et al, 1997)

## 11. CONSERVATION DES ŒUFS

### 11.1 Au réfrigérateur

L'œuf entier dans sa coquille se conserve cinq semaines à compter de la date d'emballage (environ trois semaines après l'avoir acheté) sans perdre notablement en qualité. Après ce délai, la chair risque de se dessécher. Une fois la coquille enlevée, les blancs et les jaunes se conservent deux jours.

Les œufs durs se conservent en moyenne une semaine (Baribeau H, 2004)

## 11.2 Au congélateur

- Au besoin, les blancs peuvent être congelés séparément pour usage ultérieur.
- Pour congeler l'oeuf entier, mélanger blanc et jaune avant de mettre au congélateur dans un contenant étanche.
- Pour congeler les jaunes, on recommande de leur ajouter soit du sucre soit du sel, ce traitement les empêchera de devenir grumeleux à la congélation (Baribeau H, 2004)

Tableau N° 22 : Exemples de spécifications pour quelques ovo produits  
(Gounand p, 1988)

Produit	ENTIER			JAUNE			BLANC		
	liquide	Poudre	Confidoeuf	Liquide	Poudre	Confidoeuf	liquide	Poudre désucriées	Confidoeuf
Extrait sec (%)...	24	9,5	74	44	96	74	11,5	92	48
pH.....	7.3-7	8.5-9.5	7.3-7.6	6.3-6.5	6.3-6.8	6.3-6.5	9-9.2	6-7	8.8-9
Protéines (%).....	12	45	12	13-14	30	6.5-7	10-11	85	7-8
Métier grace (%)	11	43	11	25-28	60	12.5-14	--	--	--
Sel (%).....	--	--	--	--	--	--	--	--	13
Sucre (%).....	--	--	50	--	--	50	--	--	10
Aclinte de l'eau...	--	--	0.845	--	--	0.855	--	--	0.83
Viscosité (CP).....	200	100-200	4500	500	500	1500	50	50	100
Flore total.....	25000gm	5000/g max	5000/g max	25000/g max	25000/g max	5000/g max	--	1000/g	5000/g max
Enterodactenes...	100 g	100/g	100g	100g	10/g	10/g	--	10/g	10/g max
Staphylocoque...	100g	100/g	100g	100g	100/g	100/g	--	100/g	100/g
Salmonelles.....	Abs/25g	Abs/25g	Abs/25g	Abs/25g	Abs/25 g	Abs/25g	Abs/25g	Abs/25g	Abs/25g

## I. MATERIEL ET METHODES

### A/ Le matériel

#### 1. Matériel biologique : Les œufs

L'œuf constitue un bon substrat pour les micro-organismes, il peut être souillé en surface ; la flore de contamination provient du cloaque (coliformes, entérobactéries, streptocoques fécaux, clostridium...) du sol (sporulés, moisissures) ou des manipulations, et il peut être contaminé à l'intérieur si l'intégrité de la coquille qui constitue habituellement une barrière efficace est atteinte ou s'il s'agit d'une contamination verticale due à une atteinte ovarienne.

Outre le danger d'ordre sanitaire (mycobactérium, salmonella) les altérations provoquées par les contaminants sont la putréfaction du contenu par les coliformes ou des proteus avec production d'odeurs putrides et de colorations indésirables (moisissures, serratia...)

Les ovo produits (œufs cassés, œufs congelés, œufs en poudre) contiennent une flore très voisine et peuvent être contaminés par des germes typiques de produits manipulés en particulier des staphylocoques (Guiraud J ; Galzy P, 1987)

L'étude a porté sur 270 lots et chaque lot est constitué de 05 œufs pris au hasard et achetés à différents niveaux de la chaîne de commercialisation et de production, ces œufs ont été choisis quelques fois volontairement fêlés afin de prouver le danger de leur utilisation.

Nous nous sommes également procurés :

- 2 lots d'œufs fermiers et 2 lots d'œufs type industriel pris le même jour (marché Saint Jean)
- 2 lots d'œufs fermiers et 2 lots d'œufs type industriel pris le même jour (marché couvert)

L'intérêt a été de comparer ces œufs sur le plan de leurs caractéristiques bactériologiques et de voir lesquels sont de meilleure qualité.

#### 2. Matériel de laboratoire

##### 2.1 Le matériel

Le matériel est constitué par le matériel conventionnel d'un service de bactériologie médicale et alimentaire, à savoir :

- Une étuve,
- Un microscope,
- Un stomacher,

-Un incubateur à 37°C.

2.2 Produits et réactifs :

a) Les milieux

-Eau peptonnée tamponnée,

-Bouillon sélénite,

-Gélose Hektoen,

b) Les produits Consommables

-Pipettes stériles de 01, 05 et 10ml,

-Pince stérile,

-Flacons d'alcool,

-gants,

-Flacons en verre stériles de 250ml,

-Coton et compresses de gaze,

-Anse de platine,

-Lames porte-objets,

-Tubes stériles.

## B/ Méthodes

### 1. Etude épidémiologique

#### 1.1 Les objectifs

L'objectif de cette étude est la mise en évidence de germes au niveau des œufs de consommation et notamment des Salmonelles.

Bien que déjà connues, certaines maladies transmises par les aliments sont considérées comme émergentes parce qu'elles sont devenues plus courantes récemment, on a par exemple signalé depuis longtemps des épidémies de salmonelloses, mais l'incidence de cette infection s'est accrue au cours des 25 dernières années sur plusieurs continents.

Dans l'hémisphère occidental et en Europe, le sérotype *Salmonella enteritidis* est devenu la souche prédominante.

Les enquêtes sur les poussées épidémiques de *Salmonella enteritidis* révèlent que son émergence est liée en grande partie à la consommation d'œufs (Anonyme 16, 2002)

C'est pour ces raisons que nous avons voulu mieux connaître la réalité de notre terrain quand à l'existence d'œufs éventuellement salmonelliques.

Pour ce faire, nous avons adopté une méthodologie de travail que nous allons développer dans les paragraphes suivants.

L'approche de notre travail s'est faite sur 02 volets :

- ü Le premier concerne le montage du protocole épidémiologique qui nous conduit à avoir suffisamment d'informations relatives à la provenance des œufs et à leur mode de commercialisation (transport- stockage)
- ü Le second est purement bactériologique, c'est-à-dire utilisation d'un protocole de laboratoire pour rechercher des salmonelles et autres germes dans les œufs.

#### 1.2 Circuit de commercialisation des œufs de consommation

Les œufs sont pondus au niveau des bâtiments de production, mis en alvéoles puis transportés quotidiennement vers les différents points de vente.

On entend par point de vente aussi bien les grossistes que les détaillants sachant que les deux peuvent acheter des œufs au niveau des unités de production.

Le consommateur s'approvisionne normalement en œufs chez le détaillant, mais lui aussi peut se procurer des œufs directement chez le grossiste ou au niveau des élevages.

Ce circuit nous l'avons détaillé dans la figure N° 18.

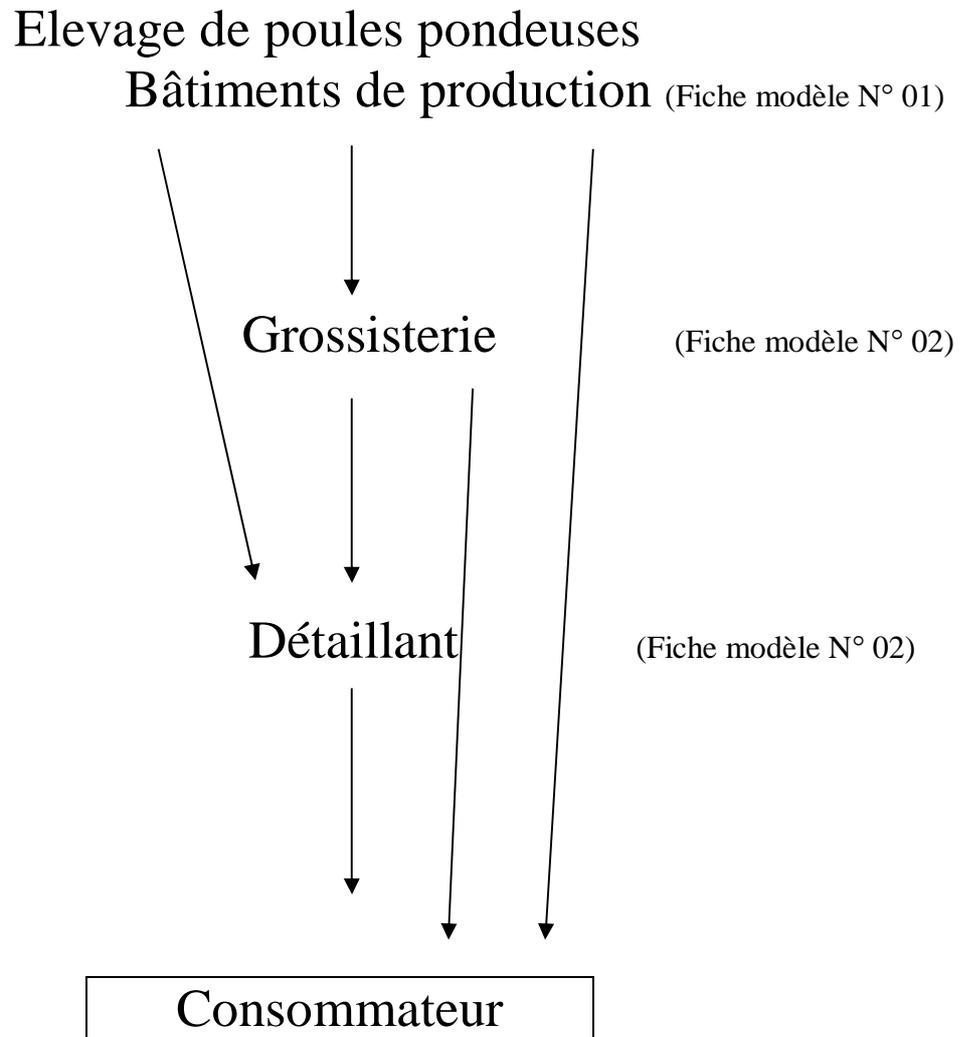


Figure N° 18 : circuit de commercialisation des œufs de consommation

### 1.3 Aire géographique d'investigation

L'étude s'est déroulée entre le mois de Mai et le mois de Juillet 2005.

Dans un premier temps notre recherche a ciblé la commune de Constantine pour les œufs achetés chez les différents détaillants à savoir, les marchés, les épiceries, les boucheries et les marchands ambulants.

Après les détaillants, nous nous sommes approvisionnés en œufs au niveau des différentes grossisteries situées dans la commune de Constantine.

Dans un deuxième temps, notre champ d'investigation s'est élargi à d'autres communes.

La collecte des œufs s'est faite directement au niveau des élevages privés de pondeuses, ainsi nous avons prélevé nos lots dans :

- la commune de Chelghoum Laid (Wilaya de Mila)
- la commune de Beni Hamidène (Wilaya de Constantine)
- la commune de Ain Abid (Wilaya de Constantine)

Par ailleurs nous nous sommes intéressés à un élevage de type industriel de poules pondeuses, il s'agit de l'unité d'œufs de consommation de Ouled Hamla située dans la Wilaya de Oum El Bouaghi.

Comme le démontre la localisation sur la figure N° 19, on ne s'est pas concentré sur un seul lieu, mais nous avons préféré récupérer notre matériel d'étude à différents points afin de ne pas introduire un biais de sélection à notre étude et surtout pour essayer d'être un peu plus exhaustif dans notre approche.

Ainsi, et c'est purement par hasard que nous avons ciblé ces points de vente et ces unités.

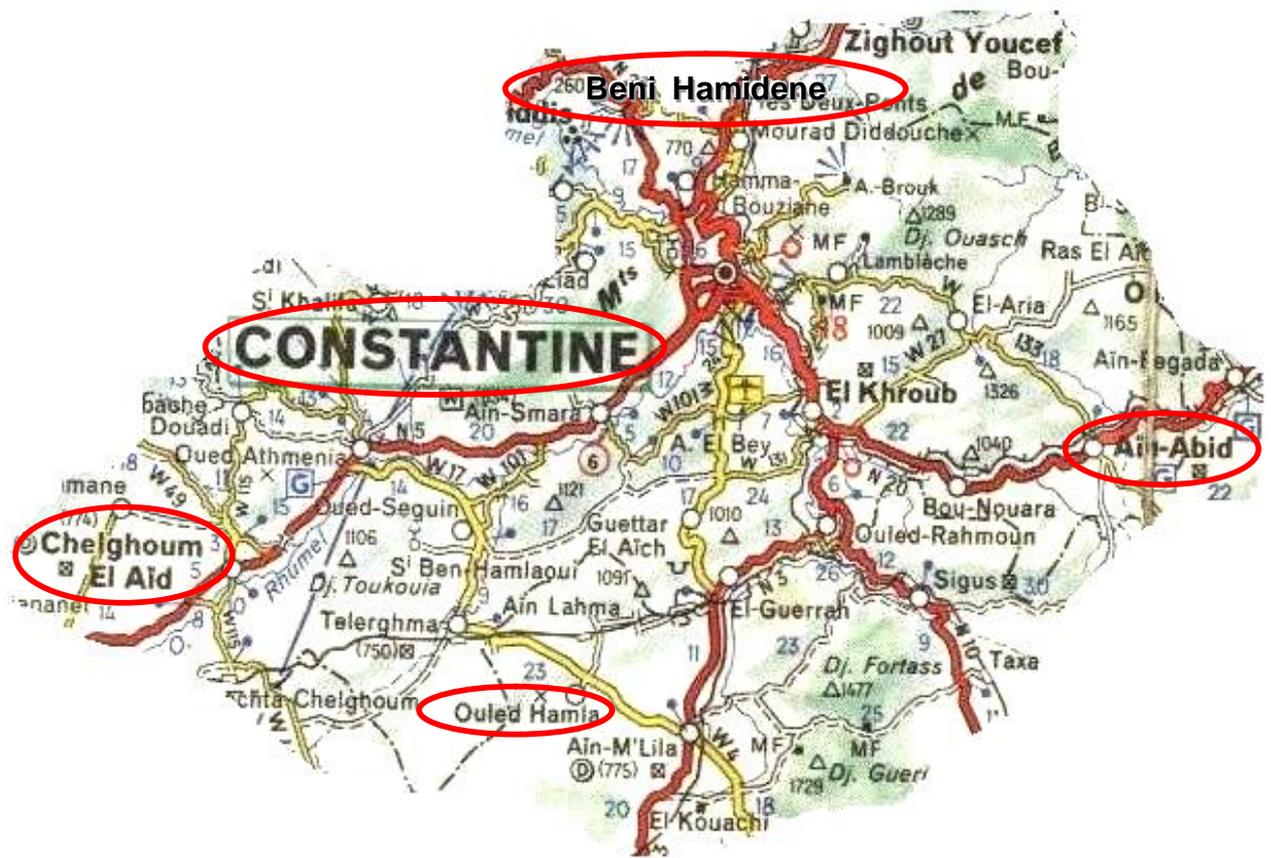


Figure N° 19 : Lieux d'intervention pour la collecte des œufs.

1.4 La collecte de l'information

Nous avons acheté des œufs au niveau d'établissements faisant la production et la commercialisation d'œufs sur place à savoir les bâtiments de production d'une part, et d'autre part au niveau de commerces distribuant les œufs directement au consommateur : grossistries et détaillants.

Pour chaque point visité, une fiche de renseignement a été établie.

Les fiches réalisées n'ont pas été les mêmes pour tous les niveaux d'approvisionnement puisque les questions posées se sont basées sur des critères différents.

Date	Quantité	Nature I ou F *	Lieu d'achat	Provenance	Conditions de transport	Durée et conditions de stockage

\* I : industriels.  
F : fermiers.

Fiche modèle N° 01 : Fiche de renseignements établie pour les différents points de vente des œufs : grossistries et détaillants.

<p>-Date :</p> <p>-Région :</p> <p>-Souche :</p> <p>-Lieu de stockage des œufs :</p> <p>-Quantité d'œufs achetée :</p> <p>-Observations :</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fiche modèle N° 02 : Fiche de renseignements établie pour les unités de production.

### 1.5 Composition des lots

L'échantillonnage pour analyse bactériologique des œufs entiers en coquille est exceptionnel ; il s'effectue au hasard ou en cas de présomption d'altérations microbiennes.

Dans le cas d'une expertise de type officiel et c'est la méthodologie que nous avons adopté, l'échantillonnage portera sur la racine carrée du nombre de l'effectif (Guiraud J ; Galzy P, 1987)

En ce qui concerne les œufs achetés au niveau des différents points de vente, nous avons pris des lots au hasard ne pouvant pas avoir des renseignements exacts sur le nombre d'œufs présents.

Cependant, des quantités précises ont été achetées au niveau des élevages s'appuyant sur la théorie citée plus haut, ainsi :

- nous avons pris 20 lots de l'élevage 01 de Chelghoum Laid constitué de 10.000 pondeuses.
- nous avons pris 14 lots de tous les autres élevages puisqu'ils sont tous constitués de 4800 pondeuses.
- nous avons pris 90 lots (au lieu de 100 lots pour respecter ce nombre de lots pour les 03 niveaux visités) de l'unité de consommation de Ouled Hamla parce que la capacité de l'unité est de 250000 pondeuses.

Le tableau N° 34 nous récapitule la méthode de constitution des lots au niveau des unités de production privées et étatiques.

Tableau N° 34 : Composition des lots.

Elevage	Effectif	Racine carrée de l'effectif	Lots	Total
-Elevage 01 Chelghoum Laid	10 000	100	20	100 unités
-Elevage 02 Chelghoum Liad	4800	69.3	14	14*5 = 70 lots. 70 lots = 350 unités.
-Elevage 01 Beni Hamidène	4800	69.3	14	
-Elevage 02 Beni Hamidène	4800	69.3	14	
-Elevage 03 Beni Hamidène	4800	69.3	14	
-Elevage Ain Abid	4800	69.3	14	
-Unité œufs de consommation de Ouled Hamla.	250 000	500	90 au lieu de 100	450 unités
Total :			180	900

### 1.6 Origine des oeufs

#### a) Œufs achetés au niveau des différents points de vente des oeufs

Le travail a été effectué au niveau de la commune de Constantine, pour chaque point d'achat une série de questions a été posée concernant la provenance des œufs, les conditions de transport, ainsi que la durée et les conditions de stockage du produit (Se conférer annexes 02)

Tableau N° 35 : Quantité d'œufs achetés au niveau des différents points de vente.

Nature du commerce	Quantité d'œufs achetés	Nombre de lots
Marchés	100	20
Epicerie	100	20
Boucheries	100	20
Grossistries	50	10
Marchands ambulants	100	20
Total :	450	90

Les lots ont été numérotés comme ceci :

- de 1 à 20 pour les œufs achetés au niveau des marchés (3, 4, 15, 16 pour les lots d'œufs fermiers)
- de 21 à 40 pour les œufs achetés au niveau des épicerie,
- de 41 à 60 pour les œufs achetés au niveau des boucheries,
- de 61 à 80 pour les œufs achetés au niveau des marchands ambulants,
- de 81 à 90 pour les œufs achetés au niveau des grossistries. Se conférer annexes 02.

b) Œufs achetés au niveau des bâtiments de production privés

L'étude s'est déroulée au niveau de plusieurs communes situées aux alentours de Constantine, plusieurs élevages ont été visités, malheureusement nous n'avons pas pu obtenir d'œufs de la part de tous les éleveurs.

Pour chaque élevage privé visité, une série de questions a été posée concernant l'âge des pondeuses, leur souche, le lieu de stockage des œufs et surtout des observations ont été notées sur l'état d'entretien du bâtiment, et les antécédents pathologiques (Se conférer annexes 02)

Ainsi :

- 02 élevages ont été visités au niveau de la commune de Chelghoum laid,
- 03 élevages ont été visités au niveau de la commune de Beni hamidène,
- 01 élevage a été visité au niveau de la commune de Ain Abid.

Tableau N° 36 : Quantité d'œufs achetés au niveau des unités de production privées.

Elevage	Quantité d'œufs achetés	Nombre de lots
Elevage 01 Chelghoum Laid	100	20
Elevage 02 Chelghoum Laid	70	14
Elevage 01 Beni Hamidène	70	14
Elevage 02 Beni Hamidène	70	14
Elevage 03 Beni Hamidène	70	14
Elevage Ain Abid	70	14
Total :	450	90

Les lots d'œufs ont été numérotés comme ceci :

- de 91 à 110 pour les œufs issus de l'élevage 01 de Chelghoum Laid,
- de 111 à 124 pour les œufs issus de l'élevage 02 de Chelghoum Laid,
- de 125 à 138 pour les œufs issus de l'élevage 01 de Beni Hamidène,
- de 139 à 152 pour les œufs issus de l'élevage 02 de Beni Hamidène,
- de 153 à 166 pour les œufs issus de l'élevage 03 de Beni Hamidène,
- de 167 à 180 pour les œufs issus de l'élevage d'Ain Abid.

c) Œufs achetés au niveau de bâtiments de production étatiques

Le travail a été fait au niveau de l'unité de production de Ouled Hamla située au niveau de la Daira de Ain Mlila.

Une enquête épidémiologique a été menée à ce niveau comme pour les élevages précédents (Se conférer annexes 02)

Tableau N° 37 : Quantité d'œufs achetés au niveau des bâtiments de production étatiques

Elevage	Quantité d'œufs achetés	Nombre de lots
Unité d'œufs de consommation de Ouled Hamla	450	90
Total :	450	90

Les lots ont été numérotés de 181 à 270 pour un total de 90 lots.

1.7 L'échantillon

Chaque échantillon est composé de 05 œufs achetés au même endroit, le même jour.

Ce dernier va suivre un protocole expérimental précis visant à rechercher toute trace de Salmonelles ou autres bactéries susceptibles d'être à l'origine de troubles en santé publique.

Tableau N° 38 : Nombre d'échantillons analysés pour chaque point d'approvisionnement.

Points d'approvisionnement	Nombre d'échantillons
Marchés	20
Epiceries	20
Boucheries	20
Grossisteries	10
Marchands ambulants	20
Elevage 01 Chelghoum Laid	20
Elevage 02 Chelghoum Laid	14
Elevage 01 Beni Hamidène	14
Elevage 02 Beni Hamidène	14
Elevage 03 Beni Hamidène	14
Elevage Ain Abid	14
Unité d'œufs de consommation de Ouled Hamla	90
Total :	270

## 2. Etude bactériologique

La recherche des Salmonelles dans les œufs fait l'objet d'une procédure normalisée tant au niveau international qu'au niveau national où elle est complétée par une norme de routine (Colin M, 2002)

Cette recherche nécessite des phases de pré-enrichissement, puis d'enrichissement sélectif, suivies d'une étape d'isolement sur des milieux sélectifs spécifiques et d'identification biochimique et sérologique (Humbert F ; Morvan H, 1996)

L'ensemble de ces opérations nécessite un délai compris entre 3 et 5 jours.

Nous assistons actuellement à l'émergence de méthodes alternatives permettant de diminuer sensiblement ces temps de réponse (24 à 72 heures) ; celles-ci font appel à des techniques immuno-enzymatiques, de biologie moléculaire, d'immuno-séparation ou de concentration magnétique ; ces méthodes alternatives peuvent faire l'objet d'une validation nationale selon une procédure normalisée (Colin M, 2002)

### 2..1 Préparation de l'échantillon au laboratoire

Les œufs entiers en coquille sont ouverts aseptiquement : après lavage rapide, l'œuf est immergé pendant 10 minutes dans l'alcool puis sa coquille est ouverte au scalpel stérile (Se conférer figure N° 21)

L'intérieur de l'œuf est prélevé à l'aide d'une pipette stérile ou bien il est directement versé dans un récipient stérile (Guiraud J ; Galzy P, 1987)

De chaque œuf on prélève 05 ml, en essayant tant que possible de prendre aussi bien du jaune que du blanc (Se conférer figure N° 22)

### 2..2 Protocole expérimental

Dans l'échantillon, les salmonelles peuvent non seulement être présentes en petit nombre par rapport à une flore bactérienne nombreuse et variée, en particulier des Entérobactéries, mais aussi être s'y trouver dans un état physiologique précaire ( Humbert F ; Morvan H, 1996)

Leur recherche nécessite quatre phases successives : (Figure N° 20)

#### a) Phase de pré-enrichissement (Se conférer figure N° 23)

Elle s'effectue en milieu liquide non sélectif : eau peptonée tamponnée.

Cette phase permet de revivifier les salmonelles en état physiologique précaire.

25 ml de produit sont additionnés à 225 ml d'eau peptonée dans un flacon stérile et bien fermé, ensuite mis en incubation à 37 °C pendant 16-20h ( Humbert F ; Morvan H, 1996)

b) Phase d'enrichissement (Se conférer figure N° 24)

On utilise un milieu sélectif liquide ou semi solide afin de multiplier sélectivement les salmonelles.

On transfère 1 ml de la culture obtenue en phase de pré enrichissement dans un tube contenant 10 ml de bouillon Sélénite.

On incube le bouillon à 37 °C pendant 18-24h.

Après incubation, on peut conserver les milieux d'enrichissement liquides à température ambiante de façon à pouvoir réaliser un nouvel isolement à partir de ces milieux si nécessaire (Humbert F ; Morvan H, 1996)

c) Phase d'isolement (Se conférer figure N° 25)

Pour l'isolement, les milieux gélosés sont préconisés.

On ensemence une gélose Hektoen à partir du milieu d'enrichissement liquide.

Après incubation à 37°C pendant 18-24h, on examine les boîtes afin de rechercher la présence de colonies caractéristiques de salmonelles (Humbert F ; Morvan H, 1996)

Les premiers caractères recherchés sont :

- L'aspect des colonies (rondes)
- La couleur (bleu-vert)
- La production d'H<sub>2</sub>S (centre noir)

Eventuellement, s'il n'y a pas de colonies caractéristiques de salmonelles, incuber à nouveau les boîtes à 37°C pendant 18-24h.

Certaines colonies de salmonelles ne prennent leur coloration caractéristique qu'après 36h.

Renouveler l'isolement si l'inoculum initial se révèle trop riche ou trop pauvre, en ayant recours aux milieux d'enrichissement liquides conservés à température ambiante (Humbert F ; Morvan H, 1996)

d) Phase d'identification

Pour l'identification, on prélève au minimum deux colonies correctement isolées, considérées comme caractéristiques et/ou suspectes (Humbert F ; Morvan H, 1996)





Figure N° 21 : Préparation de l'échantillon au laboratoire.  
Technique d'ouverture des œufs.



Figure N° 22 : Prélèvement à l'intérieur de l'œuf à l'aide d'une pipette



Figure N° 23 : Phase de pré- enrichissement : 25 ml de produit (œufs) + 225 ml d'eau peptonnée.



Figure N° 24 : Phase d'enrichissement : 1ml de produit dans 10 ml de bouillon sélénite



Figure N° 25 : Phase d'isolement : Ensemencement sur gélose Hektoen

### 2.3 L'identification biochimique

Les salmonelles sont des Entérobactéries à Gram négatif le plus souvent mobiles (sauf *Salmonella gallinarum pullorum*)

La première étape de l'identification biochimique est la recherche de l'oxydase : on dépose la colonie suspecte sur une pastille d'oxydase imprégnée d'eau physiologique.

Si on est en présence d'une oxydase négative, on prépare une suspension bactérienne en rajoutant quelques colonies à 05 ml d'eau physiologique, et on procède à la réalisation d'une galerie biochimique complète (Figure N° 26)

#### 2.3.1 La galerie classique (Se conférer figure N° 26)

Elle est composée des milieux suivants :

##### a) La gélose TSI (triple sugar iron)

Les caractères recherchés sont :

- Lactose,
- Glucose avec ou sans dégagement de gaz,
- Saccharose,
- H<sub>2</sub>S.

##### b) Le milieu Urée-Indole

Les caractères recherchés sont :

- Uréase,
- Indole,
- TDA.

##### c) Le milieu Citrate de Simmons

Le caractère recherché est le citrate utilisé par la bactérie comme seule source de carbone.

##### d) Le milieu Mannitol- mobilité

Les caractères recherchés sont :

- Mobilité des bacilles,
- Fermentation du mannitol,
- Utilisation des nitrates.

e) La recherche d'enzymes

-  $\beta$ . Galactosidase

On prépare une suspension bactérienne dans laquelle on plonge des disques d'ONPG (orthonitrophényl  $\beta$  galactopyranoside)



Figure N° 26 : Différents milieux composant une galerie biochimique classique

### 2.3.2 La galerie Api système

C'est un système d'identification rapide pour les Entérobactéries.

Elle nous permet également de comparer les résultats ainsi obtenus avec ceux d'une galerie classique.

La galerie Api utilisée dans cette étude est une galerie Api 10 S qui comporte 10 micro tubes contenant les substrats déshydratés suivants :

-ONPG : Orthonitrophényl  $\beta$  galactopyranoside

-GLU : Glucose.

-ARA : Arabinose.

-LDC : Lysine décarboxylase.

-ODC : Ornithine décarboxylase

-CIT : Citrate de Simmons

-H<sub>2</sub>S: Thiosulfate de Sodium.

-URE: Urée

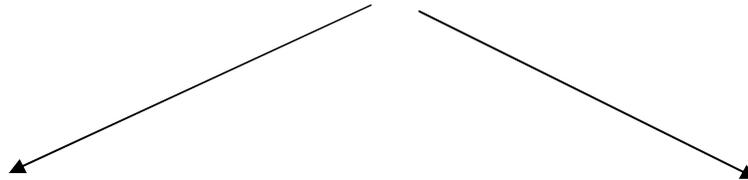
-TDA : Tryptophane désaminase.

-IND : Indole.

Colonies suspectes : vert bleues à centre noir



Oxydase –



Galerie classique

Caractères d'identification  
pour les Salmonelles :

- Lactose –
- Glucose +
- Gaz +
- Saccharose –
- H<sub>2</sub>S +
- Uréase –
- Indole –
- TDA –
- Citrate de Simmons +
- Mannitol +
- Mobilité +
- ONPG –

Galerie Api système

Caractères  
d'identification pour les  
Salmonelles :

- ONPG –
- GLU +
- ARA+
- LDC +
- ODC +
- CIT +
- H<sub>2</sub>S +
- URE -
- TDA –
- IND –

Figure N° 27 : L'identification biochimique des Salmonelles.

## 2.4 L'identification sérologique

L'identification du sérotype s'effectue par agglutination sur lame à l'aide d'une culture sur gélose nutritive obtenue en 18-24 heures d'incubation et d'immuns sérums spécifiques (Figure N° 27)

Si l'épreuve sérologique n'est pas effectuée dans les 12 heures qui suivent l'incubation des géloses nutritives, celles-ci doivent être entreposées entre 2-8°C (Humbert F ; Morvan H, 1996)

Il est important tout d'abord de vérifier que l'on n'est pas en présence d'une souche en phase R ; auto-agglutinable, pour ce faire on s'assure qu'aucune agglutination n'apparaît dans une goutte d'eau physiologique (Avril JL et al, 1992)

Dans un deuxième temps, on commence l'analyse des cultures avec des antisérums somatiques de groupage :

-Le sérum OMA possède les anticorps correspondant aux groupes A, B, D, E, L pour lesquels les facteurs O caractéristiques de groupe sont respectivement O2, O4, O9, O3, O21.

-Le sérum OMB possède les anticorps correspondant aux groupes C, F, G, H.

Une agglutination avec l'un de ces sérums veut obligatoirement dire que la salmonelle appartient à l'un des groupes correspondant à ce mélange (Pilet C et al, 1983)

En général, 98% des souches isolées de l'homme et des animaux à sang chaud agglutinent dans les sérums OMA et OMB (Avril JL et al, 1992)

La plupart des salmonella isolées dans les aliments appartiennent aux groupes B.C.D et E, cependant certaines salmonella peuvent ne pas être décelées, dans de tels cas toute culture présentant des réactions biochimiques caractéristiques de salmonella doit être envoyée à un centre de typage pour identification (Anonyme 7, 1981)

Ensuite on passe à l'agglutination avec un sérum anti-O monovalent pour déterminer exactement le groupe auquel appartient cette salmonelle.

On utilise à titre d'exemple les sérums O1,2- O4- O9- O3- O21 si l'agglutination s'est produite avec le sérum mélange OMA.

Les facteurs 1 et 12 sont rarement recherchés car communs à de nombreux sérotypes

Enfin, à l'aide de sérums anti- H monovalents ou « mélange » on détermine les antigènes H en phase 1 d'abord puis s'il le faut en phase 2 en commençant par les sérotypes les plus fréquents (Pilet C et al, 1983)

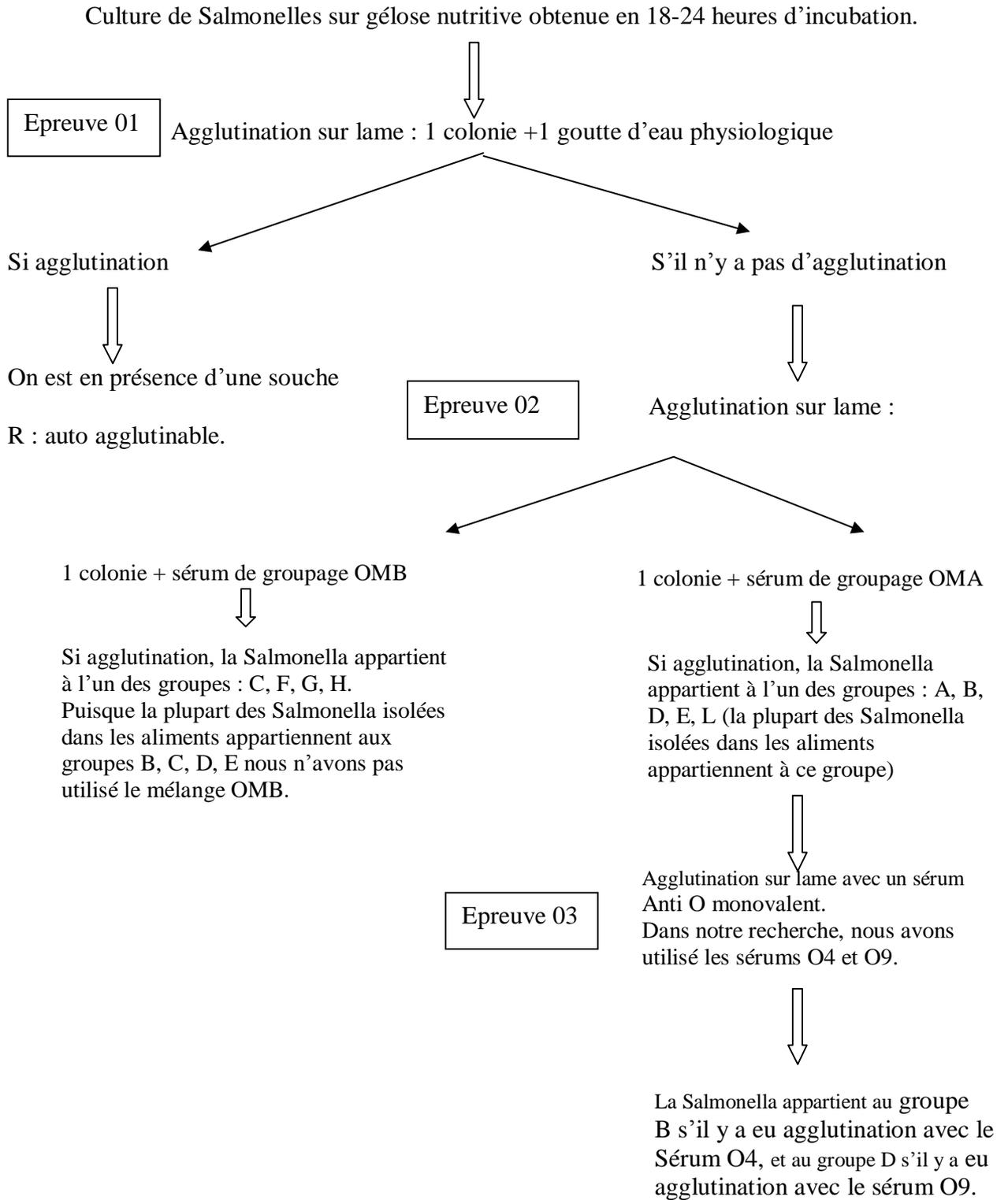


Figure N° 28 : L'identification sérologique des Salmonelles.

## II. RESULTAS ET DISCUSSION

### 1. Résultats

#### 1.1 Epidémiologiques

L'étude a porté sur un total de 270 lots d'œufs avec un total de 1350 oeufs issus des différents niveaux de la chaîne de commercialisation à savoir :

- les différents points de vente,
- les bâtiments de production privés,
- et les bâtiments de production étatiques.

Nous nous sommes procurés le même nombre de lots d'œufs à savoir 90 lots pour ces 03 niveaux d'approvisionnement, ceci pour pouvoir effectuer une étude comparative et pouvoir situer le degré de contamination le plus haut pour les lots investigués.

Les résultats sont rapportés dans la série de tableaux ci-dessous pour chacun des 03 niveaux :

#### 1.1.1 Les points de vente

Tableau N° 39 : Nombre de lots d'œufs contaminés dans les différents points de vente.

	Nombre de lots			% de lots contaminés
	Analysés	Contaminés	Propres	
Marchés	20	6	14	30%
Epiceries	20	6	14	30%
Boucheries	20	4	16	20%
Marchands ambulants	20	10	10	50%
Grossisteries	10	3	7	30%
Total :	90	29	61	32.22%

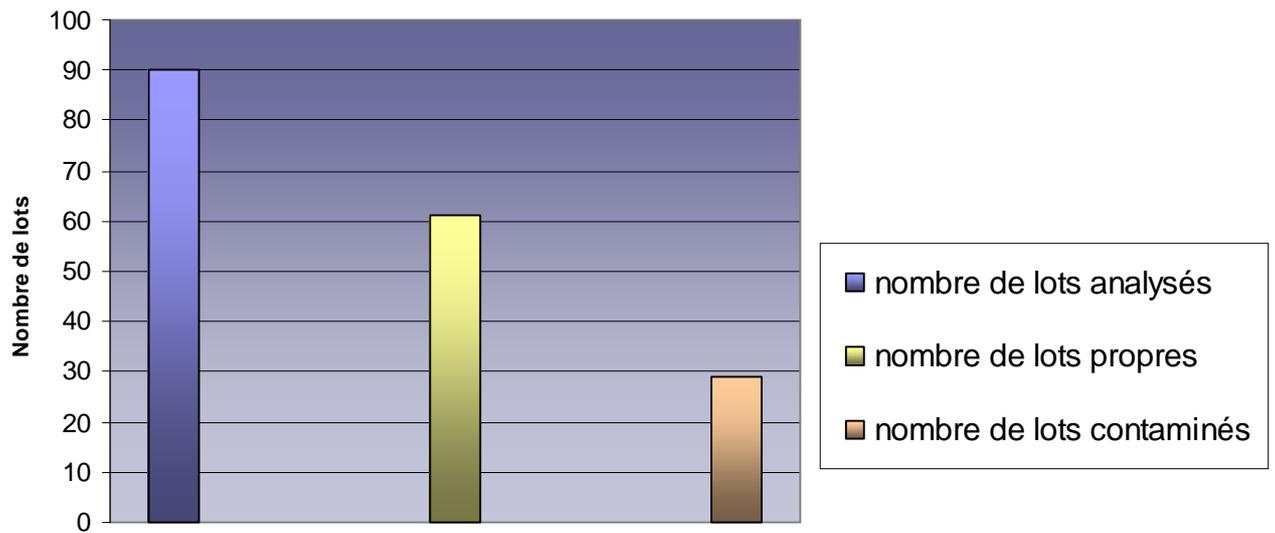


Figure N° 29 : Nombre de lots d'oeufs contaminés dans les différents points de vente

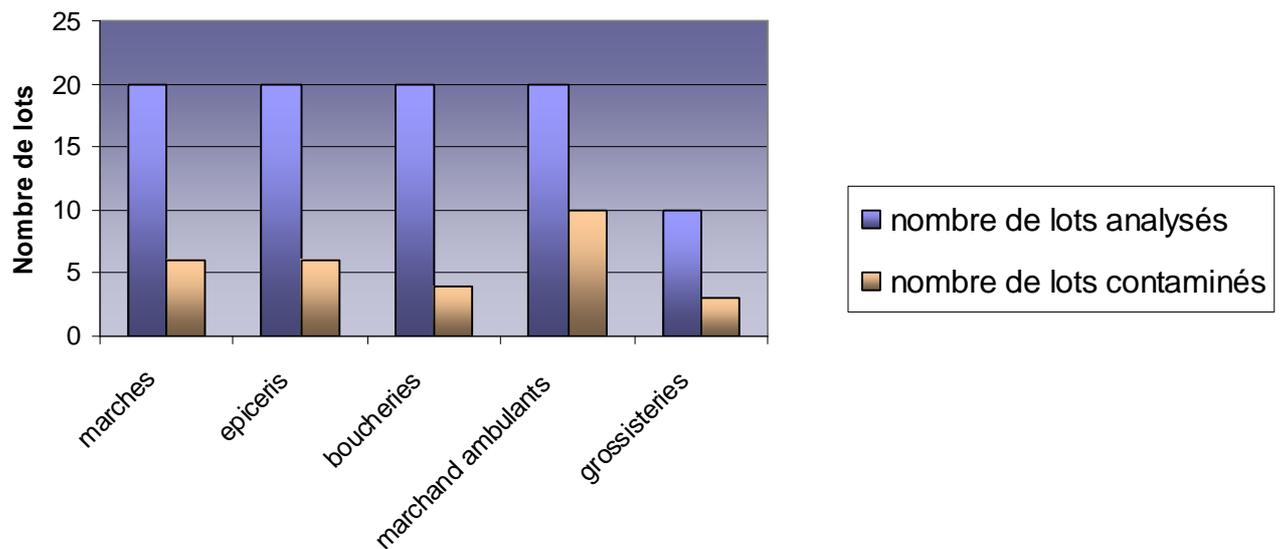


Figure N°30 : Nombre de lots d'oeufs contaminés par catégorie de points de vente visités

D'après le tableau N° 39, les figures N° 29 et 30 on remarque que :

-Le degrés de contamination des œufs achetés au niveau des différents points de vente est de l'ordre de 29 lots contaminés pour 61 lots propres ce qui représente un taux assez important de 32.22 % de lots contaminés du aux mauvaises conditions de transport et de stockage.

-En effet, dans la majorité des cas pour ne pas dire la totalité, les œufs sont transportés dans des camionnettes non frigorifiques, puis stockés au niveau des commerces à température ambiante.

-A noter la forte proportion de lots contaminés pour les œufs achetés chez les marchands ambulants (la moitié du lot est contaminée), les œufs sont mis en vente dans des conditions déplorables puisqu'ils sont exposés au soleil toute la journée (se conférer annexes 02)

-Lorsqu'on abandonne à eux –mêmes des œufs naturels tels qu'ils ont été pondus, qu'on les laisse à l'air libre soumis à l'influence de la température, de la pression, et de l'état hygrométrique on ne tarde pas à constater qu'un certain nombre de ces œufs se sont altérés, sont devenus impropres à l'alimentation et ont éprouvé des modifications profondes qui ont transformé complètement leur contenu dans sa couleur, son odeur, sa saveur, et sa composition chimique (Gayon U, 2005)

-De façon générale, la durée et la température de stockage de l'œuf peuvent avoir une incidence disproportionnée sur sa contamination ultérieure, le nombre d'organismes présents dans les œufs au moment de la ponte semble moins important puisque le véritable danger provient des contaminations ultérieures à la ponte (Anonyme 17, 2005)

-Une étude menée dans une population de pondeuses infectées par *Salmonella enteritidis* en France indique que le risque de maladie le plus faible est prévu lorsque la prévalence parmi les troupeaux de pondeuses infectés est de 5% et les durées et les températures sont réduites.

-Dans ce scénario, le risque calculé est de 02 maladies pour 10 millions d'habitants et le risque le plus élevé est prévu lorsque la prévalence parmi les troupeaux est de 50% et les durées et température de stockage sont élevées, dans ce cas le risque calculé est de 4.5 maladies par million d'habitants (Anonyme 18, 2000)

- Donc, aussi bien la contamination initiale de la poule que les conditions de stockage (durée de stockage et température) influent sur la qualité de l'œuf.

1.1.2 Les bâtiments de production du secteur privé

Tableau N° 40 : Nombre de lots d'œufs contaminés dans les bâtiments de production du secteur privé.

	Nombre de lots			% de lots contaminés
	Analysés	Contaminés	Propres	
Elevage 01 Chelghoum Laid	20	10	10	50 %
Elevage 02 Chelghoum Laid	14	10	4	71.42 %
Elevage 01 Beni Hamidène	14	8	6	57.14 %
Elevage 02 Beni Hamidène	14	12	2	85.71 %
Elevage 03 Beni Hamidène	14	7	7	50 %
Elevage Ain Abid	14	11	3	78.57 %
Total :	90	58	32	64.44 %

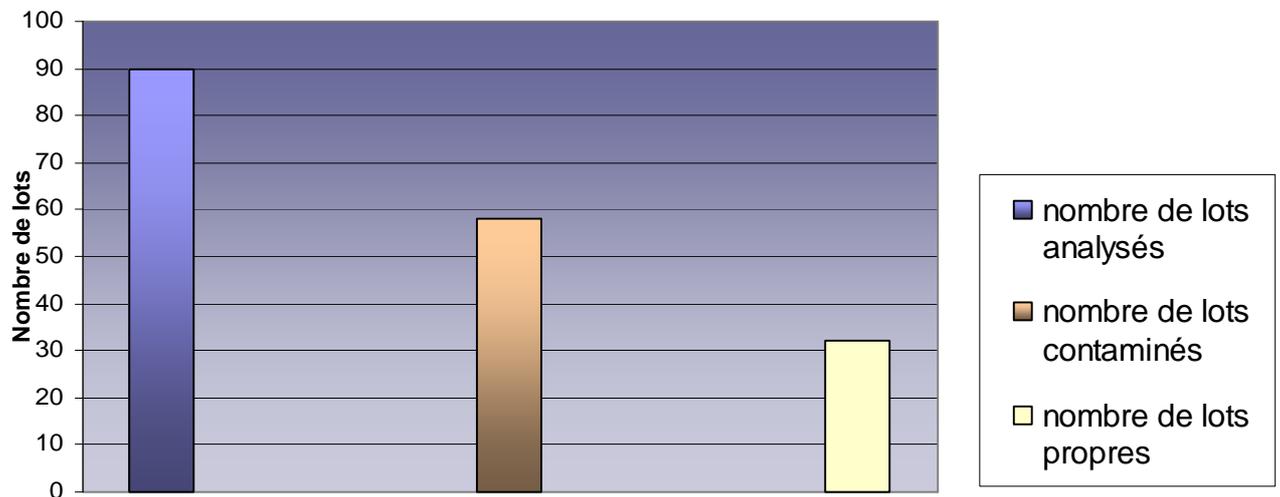
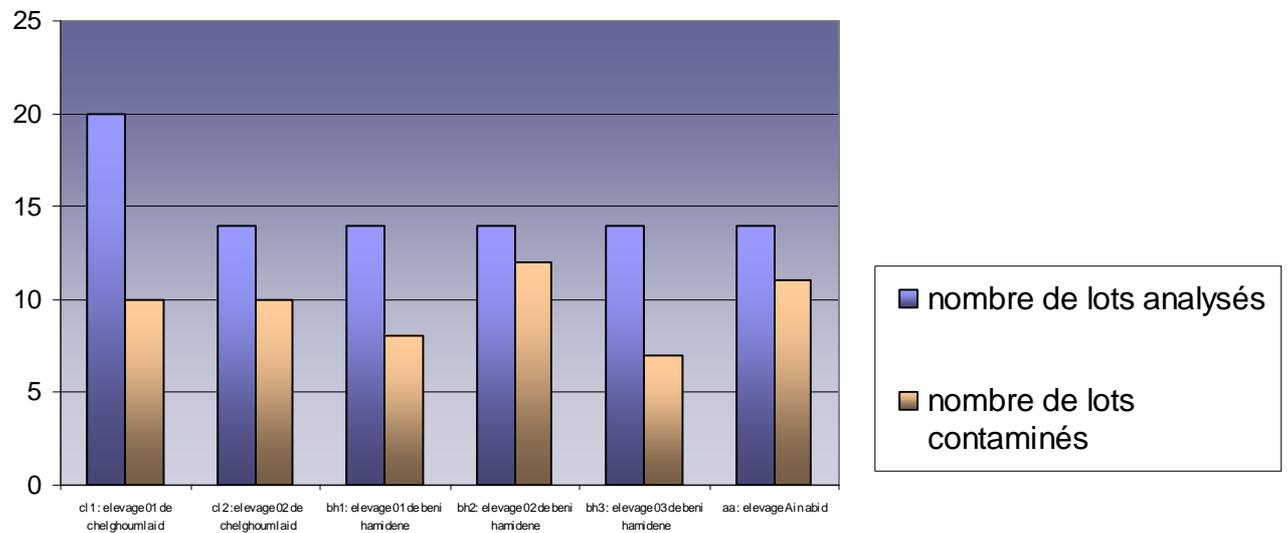


Figure N° 31 : Nombre de lots d'œufs contaminés dans les unités de production privées



**Figure N° 32 : Nombre de lots d'œufs contaminés pour chaque unité de production privée visitée**

Le tableau N° 40, les figures N° 31 et 32 indiquent que :

-Pour les 06 élevages visités, le nombre de lots contaminés est de 58 lots contaminés pour 32 lots propres.

-Le non respect des règles d'hygiène notamment pour le raclage des fientes, des conditions d'élevage parfois insuffisantes en ce qui concerne la ventilation et l'aération vont créer une atmosphère chargée en bactéries et virus ce qui nuit énormément à la bonne santé du cheptel et à la qualité des œufs.

- Protais J, 1988 avait déjà insisté sur l'importance de la ventilation pendant la production, car un local mal ventilé va engendrer des condensations sur des œufs ce qui représente une source de croissance microbienne.

-Goater propose de déterminer la teneur en germes de l'air en utilisant un appareil spécial (biotest), ce contrôle va permettre de mesurer le taux de pollution de l'atmosphère et l'efficacité de la désinfection. (Goater E, 1988)

-Un taux record d'œufs contaminés de l'ordre de 85.71 % ce qui représente 12 lots contaminés sur 14 a été observé dans l'élevage 02 de Beni Hamidène.

-La chaleur excessive au niveau du bâtiment et la ventilation insuffisante ont engendré des œufs de mauvaise qualité.

1.1.3 Les bâtiments de production du secteur étatique

Tableau N° 41 : Nombre de lots d'œufs contaminés dans les bâtiments de production du secteur étatique

	Nombre de lots			% de lots contaminés
	Analysés	Contaminés	Propres	
Unité d'œufs de consommation de Ouled Hamla	90	27	63	30 %
Total :	90	27	63	30 %

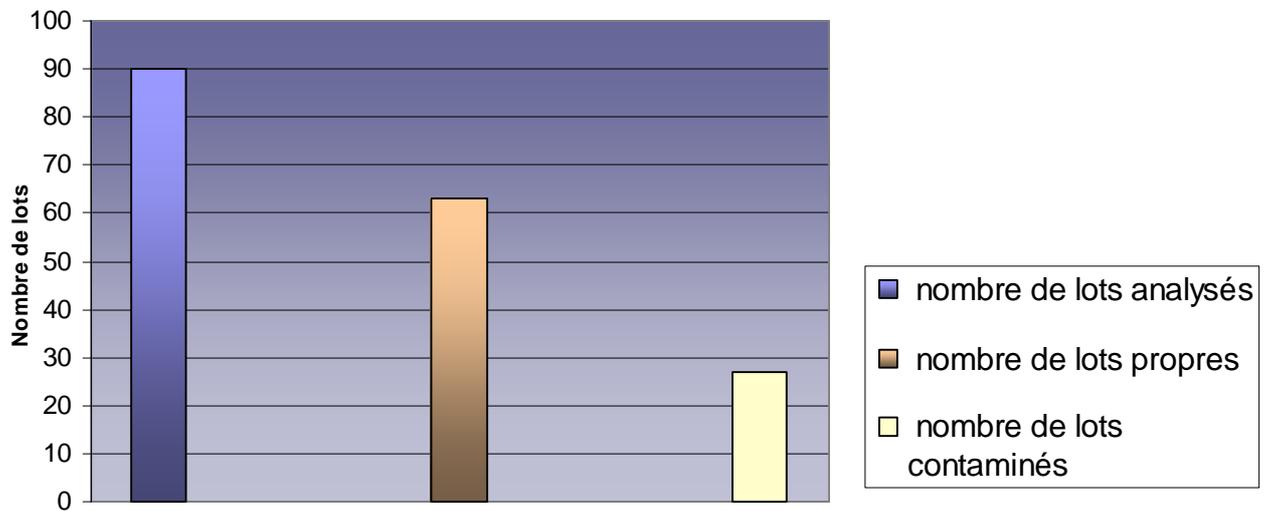


Figure N° 33 : Nombre de lots d'œufs contaminés dans les unités de production étatiques

Selon le tableau N° 41 et la figure N° 33 :

-27 lots sur 90 sont contaminés au niveau des bâtiments de production étatiques, ce qui représente à peu près un œuf sur trois qui serait contaminé au niveau des unités de production étatiques.

-La maîtrise de l'hygiène au niveau des bâtiments reste le point le plus important afin de garantir des œufs de bonne qualité.

-Selon Guillou M, 1988, l'objectif de tout producteur d'œufs est de répondre aux besoins du marché et de satisfaire au mieux les exigences de qualité du consommateur.

-En effet, pour un œuf la qualité concerne autant la partie interne que la partie externe, aussi pour produire un œuf de bonne qualité plusieurs paramètres sont à prendre en considération par l'éleveur :

- Ü La qualité de la poulette à l'entrée en ponte : Une poulette en parfaite santé donnera des œufs sains de bonne qualité. Le fait qu'on ait recensé des cas de Colibacillose dans trois des six élevages du secteur privé visités a certainement retentit sur la qualité des œufs, en effet dans l'un de ces élevages un taux record de contamination des œufs de l'ordre de 85.71% a été observé.
  
- Ü L'alimentation : La nature de l'aliment fournit aux volailles et surtout sa composition vont influencer directement sur la qualité de l'œuf, en plus grâce à l'apport de calcium qu'elle procure, il est évident que l'alimentation influe directement sur la qualité de la coquille (Anonyme 9, 2004)
  
- Ü L'ambiance : Lorsque la température augmente, la poule diminue sa consommation d'aliment et par conséquent celle du calcium, mais elle augmente son rythme respiratoire et sa consommation en eau, il s'en suivra une baisse de poids des œufs due à une dégradation de la qualité de la coquille et de l'albumen (Protais J, 1988) La dégradation de la qualité de la coquille permettra aux bactéries de pénétrer à l'intérieur de l'œuf. Les bâtiments qu'on a visité étaient tous pourvus d'extracteurs d'air afin de pouvoir maintenir la chaleur entre 22 °C et 23°C, mais les hautes températures de ces mois d'été ont certainement contribué à la forte contamination des lots d'œufs analysés.

- ü La densité importante des cages conduit à une réduction du poids des œufs (la poule ne pouvant plus se nourrir correctement), un accroissement du taux de mortalité et une dégradation de la qualité de l'œuf (augmentation du nombre d'œufs fêlés, sales) Une densité de 05 poulettes au mètre carré a été observée au niveau de tous les bâtiments visités.
  
- ü L'hygiène : Les mauvaises conditions sanitaires et les maladies qui en découlent influent énormément sur la qualité de l'œuf ; c'est certainement le point le plus important à considérer aussi bien par les éleveurs que par les commerçants.
  
- ü Lorsque la coquille n'est plus intacte elle va permettre la pénétration de plusieurs bactéries notamment les Escherishia coli et les Salmonelles (Spackman D, 1987 cité par Protais J, 1988)
  
- ü Les programmes lumineux : La production des œufs est étroitement liée aux changements d'éclairage quotidiens auxquels les poules sont exposées, donc, un programme lumineux approprié peut agir favorablement sur le nombre et la grosseur des œufs, ainsi que sur le taux de viabilité des poules et leur rendement (Sauveur et Picard, 1987 cités par Sauveur, 1988) Une durée d'éclairage de 16 heures par jour a été respectée dans tous les élevages visités.
  
- ü La technicité et la disponibilité de l'éleveur : L'élevage de la poule pondeuse est une opération délicate qu'il convient de mener avec le plus grand soin possible. On aura besoin d'éleveurs expérimentés et surtout disponibles afin de faire face aux besoins sans cesse croissants de la population en œufs de consommation.

#### 1.1.4 Les œufs fermiers

Dans le but de comparer la qualité des œufs de la ferme par rapport aux œufs provenant d'unités industrielles, nous avons effectué une étude pour laquelle on a analysé :

-2 lots d'œufs fermiers et 2 lots d'œufs type industriel pris le même jour (marché Saint Jean)

-2 lots d'œufs fermiers et 2 lots d'œufs type industriel pris le même jour (marché couvert)

Au total, nous avons acheté 04 lots d'œufs fermiers et 04 lots d'œufs type industriel pour lesquels nous avons appliqué le protocole expérimental cité précédemment.

Les résultats sont rapportés dans le tableau N° 42.

Tableau N° 42 : Comparaison entre œufs fermiers et œufs industriels

	Nombre de lots	
	Analysés	Contaminés
Œufs fermiers	04	0
Œufs provenant d'unités de production industrielles	04	02
Total :	08	02

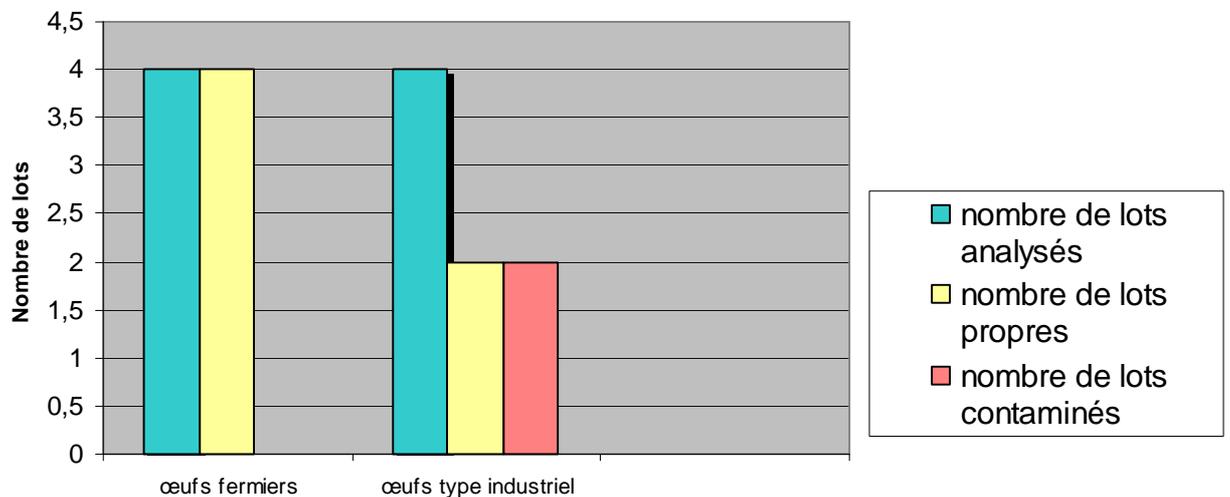


Figure N° 34: Comparaison entre oeufs fermiers et oeufs provenant d'unités industrielles

Le tableau N° 42 et la figure N° 34 indiquent que :

- Sur les 04 lots d'œufs fermiers analysés aucun n'était contaminé.
- Par contre, sur les 04 lots d'œufs provenant d'unités industrielles, 02 étaient contaminés.

Ces derniers sont stockés dans le magasin depuis une semaine (voir plus) à l'air libre, donc exposés à la chaleur et à l'humidité propices à la prolifération bactérienne.

Tandis que les œufs de la ferme sont des œufs frais pondus la veille et vendus généralement dans la journée.

Ceci ne confirme pas ce que nous avons rapporté dans la partie bibliographique : Sauveur B, 1988 a précisé que les oeufs provenant de la ferme présentent la qualité bactériologique la moins bonne.

Par contre, Leyral G ; Vierling H, 1997 confirment qu'un œuf infecté fraîchement pondu ne renferme qu'une dizaine de bactéries, en 02 jours et à température ambiante, elles se multiplient et atteignent 10 puissance 11 par gramme.

#### 1.1.5 Les ovo produits

Nous avons déjà pris connaissance dans la partie bibliographique des catégories d'ovo produits qui existent, à savoir :

\*les ovo produits liquides :

C'est le cas de la coule fraîche qui est un mélange de jaune et de blanc, elle est la seule préparation pour laquelle l'appellation d'œufs frais est autorisée puisque aucune propriété de l'œuf n'y est altérée (Gounand P, 1988)

\*les ovo produits congelés :

C'est le cas des produits liquides congelés dans les 12 heures qui suivent la pasteurisation, ils sont d'abord surgelés à -40°C puis stockés à une température égale ou inférieure à -12°C (Gounand P, 1988)

\*les ovo produits séchés :

C'est le cas des produits liquides déshydratés jusqu'à l'obtention d'une poudre, c'est pour cette raison que ces produits sont également désignés sous le nom de poudre d'œufs (Gounand P, 1988)

\*les ovo produits concentrés :

C'est le cas des produits liquides pasteurisés auxquels on a retiré une partie de l'eau et solutés de faible poids moléculaire et rajouté du sel ou du sucre pour permettre une plus longue conservation (Gounand P, 1988)

Ne pouvant pas se procurer ces différentes formes d'ovo produits, l'étude expérimentale n'a porté que sur des lots composés d'œufs.

## 1.2 Bactériologiques

Les analyses bactériologiques n'ont pas révélé la présence de salmonelles dans aucune des boîtes suspectes, mais la présence d'autres bactéries qui ne sont pas de moindre importance tant sur le plan de la santé animale que publique.

Ce sont :

- Pseudomonas,
- Escherichia Coli.

Spackman D, 1987 cité par Protais J, 1988 avait déjà signalé la présence d'Escherichia coli au niveau des oeufs lorsque la coquille n'est plus intacte altérée par des températures trop élevées.

Selon Protais et al, 1981 cités par Protais J, 1988 : malgré toutes les barrières qui peuvent empêcher la pénétration de certains micro-organismes à l'intérieur de l'œuf (coquille, cuticule, membranes coquillières), certaines bactéries ont déjà été identifiées dans ce produit : Pseudomonas fait partie de celles que l'on retrouve le plus souvent au niveau de l'œuf.

### 1.2.1 Pseudomonas :

#### a) Bactériologie :

Sur milieu Hektoen, les colonies de pseudomonas sont d'une coloration bleu-vert et la gélose prend une couleur métallique bleuâtre avec une odeur d'acaccia caractéristique (Plésiat P, 2005) Se conférer figure N° 35.

Cette recherche a concerné tous les lots soumis à l'étude et nous a révélée la présence de 43 lots pour lesquels nous avons pu identifier sur la base des caractères cultureux et biochimiques la présence de Pseudomonas aeruginosa (Tableau N° 43)

Les souches de Pseudomonas aeruginosa sont les bactéries les plus faciles à identifier grâce à leurs caractères morphologiques qui sont les suivants :

- colonies granuleuses à bords réguliers ou un peu déchiquetés
- mobilité
- production de 02 pigments qui sont la pyocyanine et la pyoverdine (Le Minor L ; Veron M, 1989)
- en l'occurrence dans notre cas, le pigment produit est la pyocyanine puisque la gélose vire progressivement vers le bleu (Se conférer figure N° 35)

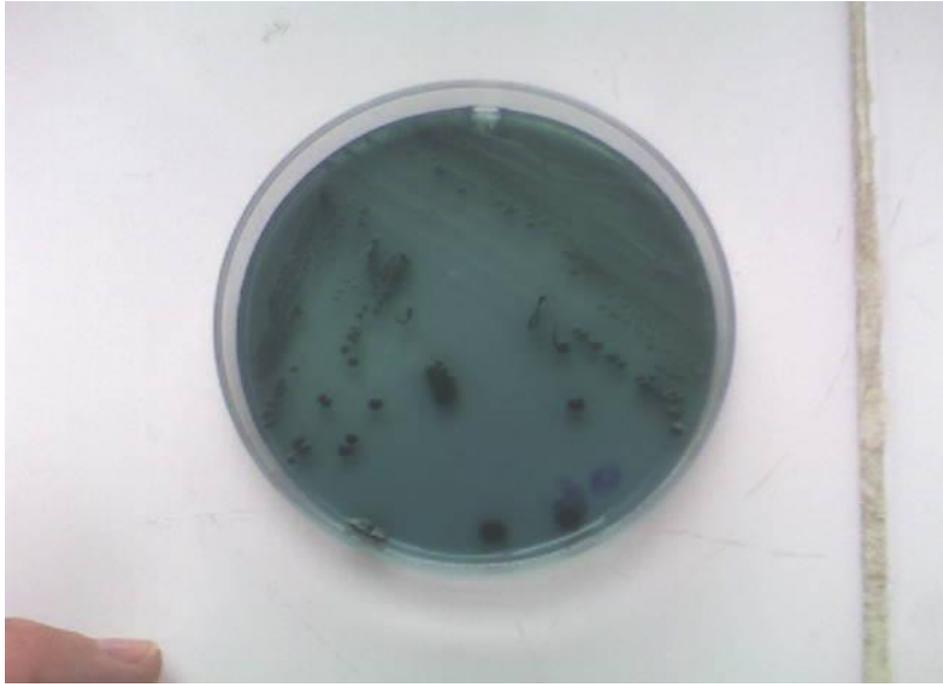


Figure N° 35 : Gélose Hektoen donnant des reflets bleuâtres.  
(Boîte de Pétri N° 48)

Les caractères biochimiques que nous avons pu identifier sur les boîtes suspectes sont :

- Oxydase +
- Indole –
- NH<sub>3</sub> +
- Citrate de Simmons +
- LDC –
- ADH +

Ces caractères correspondent bien à ceux de *Pseudomonas aeruginosa* (Pilet C et al, 1983)

Ce sont des boîtes de Pétri contaminées par *Pseudomonas* qu'on a dans un premier temps confondu avec *Salmonella* (les 02 bactéries sont Citrate + et Indole -) et pour lesquelles nous avons effectué une identification sérologique qui s'est révélée négative.

Une oxydase positive nous a permis de confirmer qu'on est bien en présence de *Pseudomonas*.

Le *Pseudomonas* est une bactérie Gram négatif qui pousse dans le sol, les marécages, et les habitats marins.

On la trouve également dans les tissus végétal et animal, y compris chez les personnes souffrant de fibrose kystique, les victimes de brûlures et les malades du cancer.

Le bacille pyocyanique est peu virulent pour l'individu normal, par contre il est un agent infectieux redoutable lorsque les défenses immunitaires du sujet sont altérées (Stover et al, 2000)

Il est très largement impliqué dans l'étiologie des affections nosocomiales.

*Pseudomonas aeruginosa* est l'exemple type de la bactérie pathogène opportuniste c'est-à-dire qu'elle ne détermine de maladie que chez le sujet immuno- déprimé ou bien après inoculation agressive.

La pathologie engendrée par cette bactérie est très polymorphe, aussi bien chez l'animal que chez l'homme on trouve des tableaux cliniques comparables à savoir :

- Infections cutanées,
- Infections de plaies de brûlures,
- Bronchopneumonies,
- Otites externes malignes,
- Infections oculaires,
- Septicémies (Le Minor L ; Veron M, 1989)

Chez le poussin et par manque d'hygiène au niveau du couvoir, *Pseudomonas* est responsable d'omphalites : infections bactériennes de la membrane vitelline se traduisant par une hypertrophie de l'abdomen des poussins et une forte mortalité.

Un traitement antibiotique approprié peut aider à empêcher l'infection de se propager aux autres sujets (Anonyme 21, 2005)

Au niveau de l'aliment, *Pseudomonas* qui n'est pas habituellement considéré comme pathogène peut s'il est soumis à des conditions favorables se multiplier fortement et engendrer des intoxications alimentaires (N Dayo Wouafo M et al, 1998)

### 1.2.2 *Escherichia coli*

#### a) Bactériologie

Sur milieu Hektoen et du fait de son utilisation du lactose (contrairement aux salmonelles qui sont lactose-), l'*Escherichia coli* donne des colonies saumon (Guillaume PY, 2004) Se conférer figures N° 36 et 37.

La réalisation d'une galerie biochimique complète est indispensable afin de pouvoir identifier le germe présent.

Les caractères biochimiques obtenus après la réalisation d'une galerie classique sont :

- Lactose +
- Gaz en glucose +
- H<sub>2</sub>S -
- Uréase –
- Indole +
- Citrate de Simmons –
- Mannitol +
- Mobilité +
- ONPG +

Ces caractères correspondent bien aux caractères biochimiques de la bactérie *Escherichia coli* (Pilet C et al, 1983)

La confirmation se fera à l'aide de galeries Api 10S dont un modèle est détaillé dans la figure N° 38.

Ainsi, nous avons pu confirmer la présence de la bactérie *Escherichia coli* dans 71 lots sur les 270 analysés (Tableau N° 43)



Figure N° 36 : Gélose Hektoenensemencée dont la couleur vire progressivement au saumon.  
(Boîte de Pétri N° 32)



Figure N° 37 : Gélose Hektoenensemencée dont la couleur vire progressivement au saumon.  
(Boîte de Pétri N° 164)

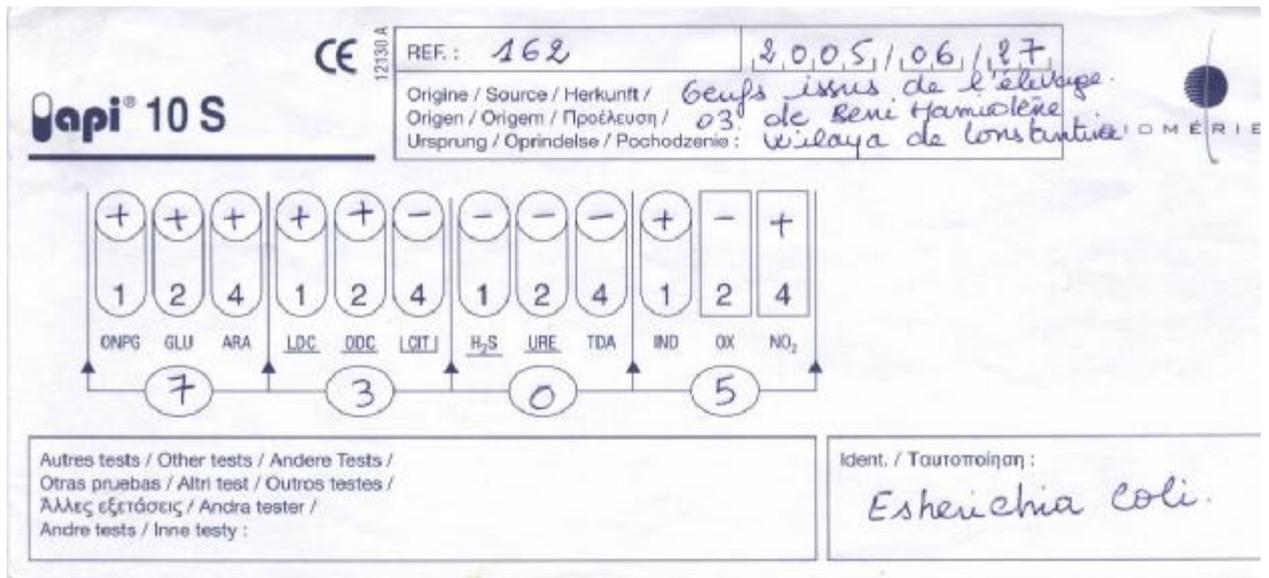


Figure N° 38 : Galerie Api 10S identifiant Escherichia coli.

Escherichia coli est un bacille Gram négatif, chez les animaux, les Escherichia coli sont des hôtes commensaux du tractus digestif des volailles et la plupart ne sont pas pathogènes.

Cependant, un certain nombre de celles-ci appelées Avian pathogenic Escherichia coli ou APEC et appartenant à des sérotypes bien particuliers sont associés au syndrome de la colibacillose dont les lésions et les manifestations peuvent être variables suivant l'âge de l'animal :

- Infection de la vésicule vitelline ;
- Colisepticémie ;
- Maladie respiratoire chronique ;
- Salpingite ;
- Péritonite ;
- Affection chronique de la peau ;
- Swollen head disease ;
- Ostéomyélite.

Même si la colibacillose est le plus souvent considérée comme une infection secondaire à l'exception de l'infection de la membrane vitelline, elle est responsable de pertes économiques majeures dans les élevages avicoles et représente une cause importante de saisie à l'abattoir.

A cela viennent s'ajouter les retards de croissance, les mortalités en élevage et les frais en antibiothérapie qu'engendrent les diverses manifestations de cette maladie (Stordeur P ; Mainil J, 2002)

Escherichia coli peuvent être présentes en très faible quantité dans l'aliment (et notamment dans les œufs), ce qui peut représenter un réel danger d'ordre public.

A l'heure actuelle, les Escherichia coli sont considérés comme des agents pathogènes importants en santé humaine, en effet, ces bactéries sont responsables de diarrhées hémorragiques pouvant se compliquer en syndrome hémolytique et urémique grave, parfois mortel surtout chez les jeunes enfants

La majorité des épidémies a une origine alimentaire. De nombreuses approches ont été développées dans le but d'isoler et de détecter les Escherichia coli vérotoxiques ou VTEC.

Ces bactéries peuvent être présentes en très faible quantité dans l'aliment, ce qui pose un problème de sensibilité des méthodes employées, les chercheurs ont adopté pour cela les méthodes génétiques afin de détecter les VTEC et E. coli O157:H7 dans les aliments (Bouvet J ; Vernozzy Rosand C, 2000)

Tableau N° 43 : Répartition des lots contaminés selon la bactérie mise en cause

	Nombre de lots		% de lots contaminés
	Analysés	Contaminés	
Pseudomonas	270	43	15.92 %
Escherichia Coli	270	71	26.29 %
Total :		114	42.22 %

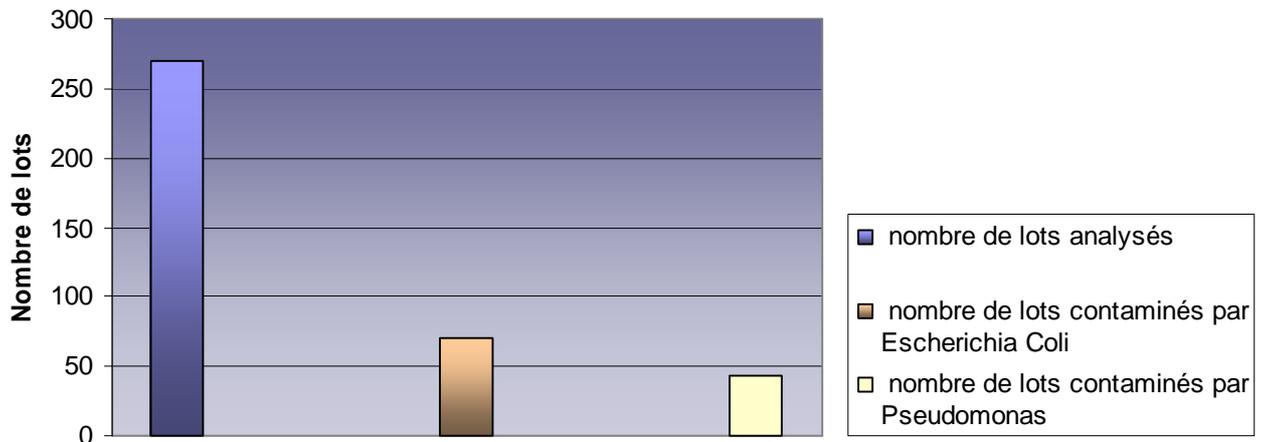


Figure N° 39 : Répartition des lots contaminés selon la bactérie mise en cause

D'après le tableau N° 43 et la figure N° 39, on remarque que :

- La bactérie Escherichia coli est le germe le plus souvent retrouvé dans les lots étudiés (71 lots / 270)
- Les Escherichia coli proviennent exclusivement de l'intestin de l'homme et des animaux, dans une denrée alimentaire, ils signifient contamination d'origine fécale.
- Donc, la présence de Escherichia coli est un indicateur spécifique de contamination fécale mais il implique également la présence probable d'autres pathogènes qui peuvent porter préjudice à la santé humaine (Anonyme 14, 2005)
- La bactérie Pseudomonas a été retrouvée dans 43 lots /270, elle reflète les mauvaises conditions de transport et de stockage. Se conférer annexes 02 et annexes 03.

Tableau N° 44 : Répartition des lots contaminés selon les mois

	Nombre de lots	
	Analysés	Contaminés
Mai	90	29
Juin	90	58
Juillet	90	27
Total :	270	114

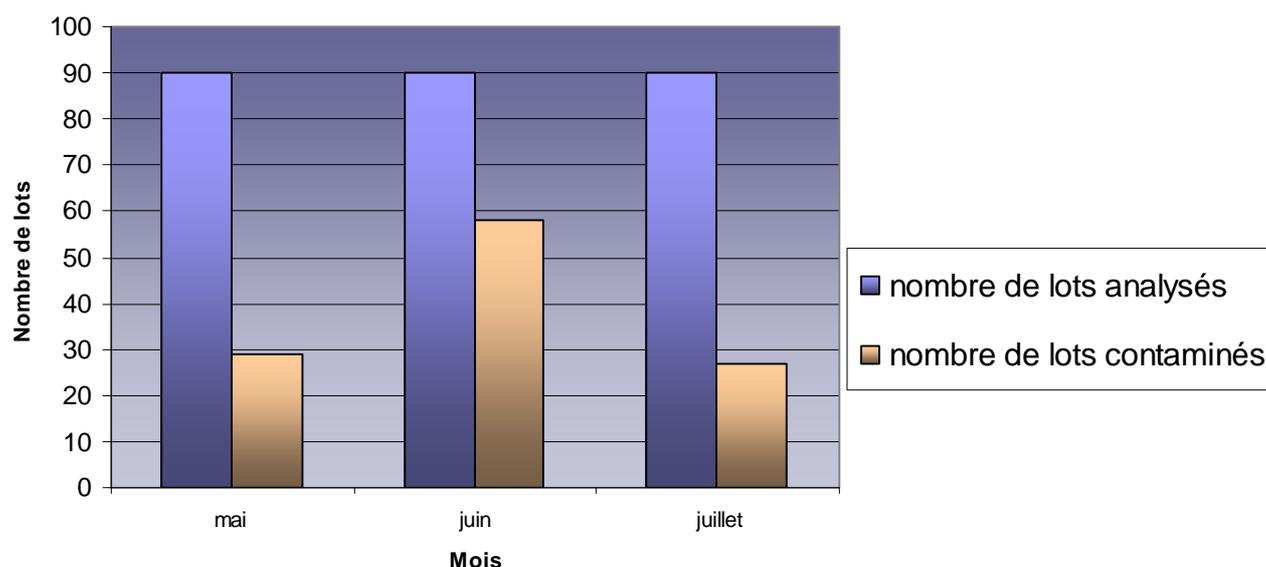


Figure N° 40 : Répartition des lots contaminés selon les mois

Selon le tableau N° 44 et la figure N° 40, c'est au cours du mois de Juin qu'on a retrouvé le plus grand nombre de lots contaminés.

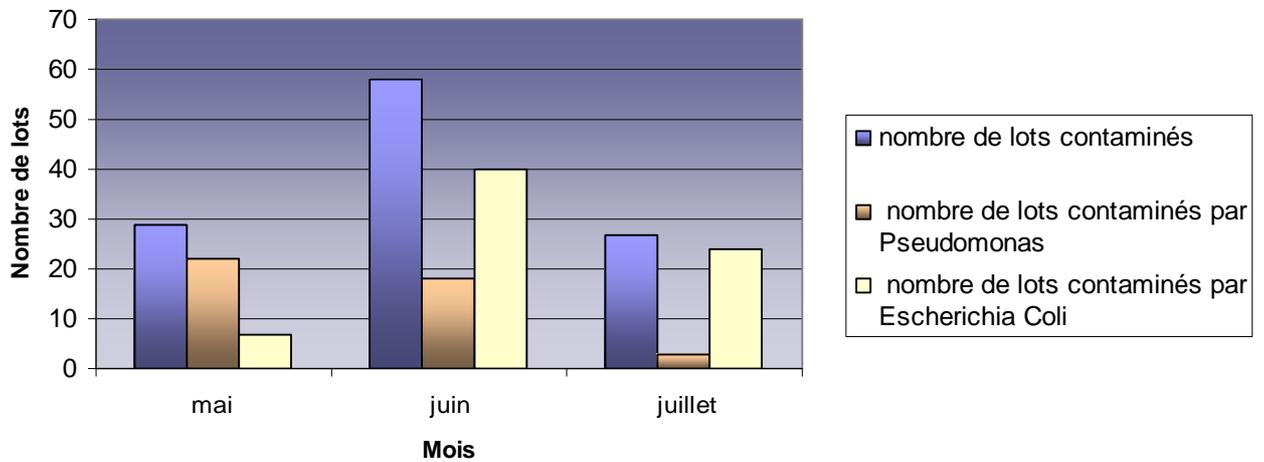
Ceci s'explique par le fait que :

- ce mois ait connu de grandes chaleurs,
- la totalité des lots d'œufs analysés pendant ce mois proviennent des unités de production privées.

Ayant déjà signalé que c'est au niveau de ces unités qu'on a signalé le plus grand nombre d'œufs souillés, automatiquement le mois de Juin a connu ce pic de contamination.

Tableau N° 45 : Répartition des lots contaminés selon les mois et la bactérie mise en cause

	Nombre de lots		
	Contaminés	Contaminés par Pseudomonas	Contaminés par Escherichia coli
Mai	29	22	7
Juin	58	18	40
Juillet	27	3	24
Total :	114	43	71



**Figure N° 41 : Répartition des lots contaminés selon les mois et la bactérie mise en cause**

Le tableau N° 45 et la figure N° 41 indiquent que :

-la bactérie Escherichia coli a été retrouvée en grand nombre dans les lots contaminés pendant les mois de Juin et de Juillet.

Elle représente pour cette période presque la totalité des lots infectés :

-40 lots/ 58 pendant le mois de Juin.

-24 lots/ 27 pendant le mois de Juillet.

Le fait que ces lots proviennent des bâtiments de production privés pour le mois de Juin, et des bâtiments de production étatiques pour le mois de Juillet explique la forte contamination par cette bactérie au cours de ces deux mois.

La bactérie Pseudomonas a surtout été identifiée pendant le mois de Mai (22 lots/ 29)

L'approvisionnement en œufs pendant ce mois s'est fait au niveau des différents points de vente, ceci explique certainement qu'on ait retrouvé une grande quantité de lots infectés par cette bactérie durant ce mois.

Tableau N° 46 : Répartition des lots contaminés par Escherichia Coli

	Nombre de lots	
	Analysés	Contaminés par Escherichia Coli
Différents points de vente	90	7
Unités de production privées	90	40
Unités de production étatiques	90	24
Total :	270	71

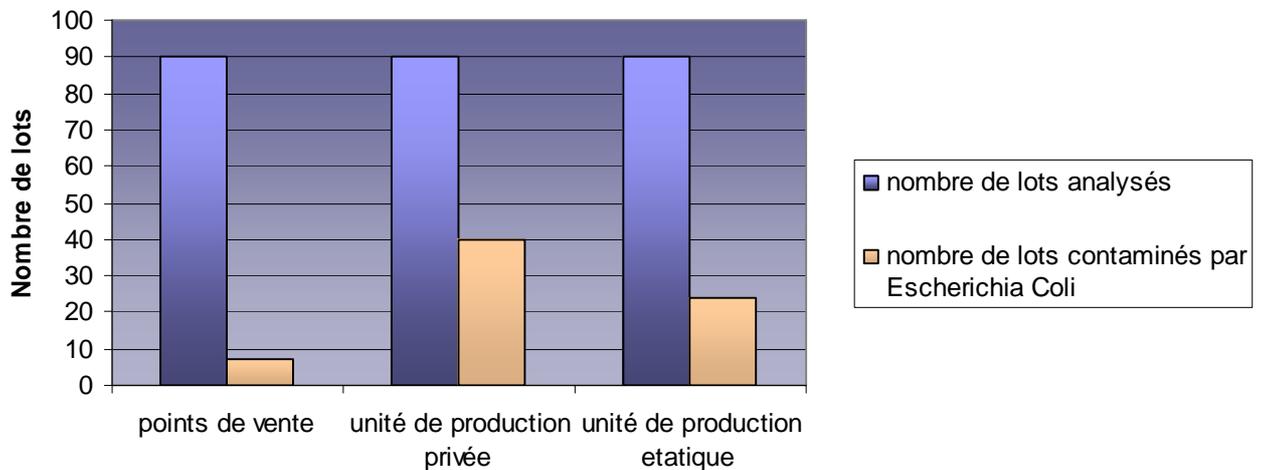


Figure N° 42 : Répartition des lots contaminés par Escherichia coli pour les 03 niveaux visités

Selon le tableau N° 46 et la figure N° 42, Escherichia coli a été mise en évidence surtout dans les lots d'oeufs provenant des unités de production privées (presque la moitié des lots de ces unités sont contaminés : 40 lots / 90)

Les mauvaises conditions d'élevage :

- le manque d'hygiène,
- la ventilation et l'aération insuffisantes pendant des mois d'été très chauds,
- le raclage insuffisant des fientes (1 jour sur 2 voir plus) ont conduit à la multiplication des bactéries et ont facilité leur passage au niveau de l'œuf.

Tableau N° 47 : Répartition des lots contaminés par Pseudomonas

	Nombre de lots	
	Analysés	Contaminés par Pseudomonas
Différents points de vente	90	22
Unités de production privées	90	18
Unités de production étatiques	90	3
Total :	270	43

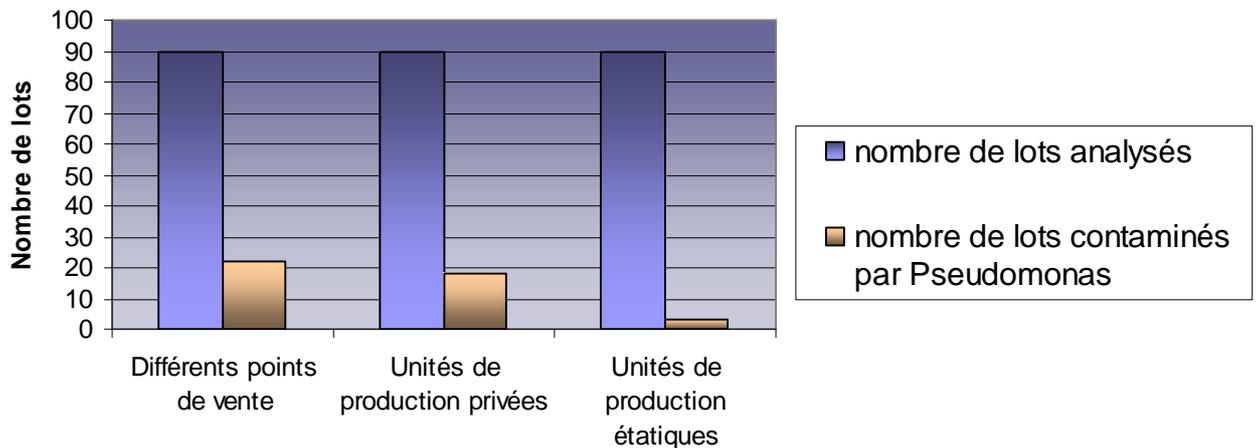


Figure N° 43 : Répartition des lots contaminés par Pseudomonas pour les 03 niveaux visités

Le tableau N° 47 et La figure N° 43 indiquent que :

- la bactérie Pseudomonas a été retrouvée en grande partie au niveau des différents points de vente des œufs et unités de production privées, par contre elle a été retrouvée en faible nombre au niveau des unités de production étatiques.
- Le transport des œufs dans des camionnettes non couvertes, non frigorifiques, et surtout servant au transport d'autres marchandises va conduire irrémédiablement à l'inter contamination des denrées alimentaires (Se conférer annexes N° 2)

-Le stockage des œufs au fond des magasins ou même parfois au niveau des bâtiments de production, le non respect des règles d'hygiène, la non réfrigération des œufs sont des facteurs pré disposants, conduisant à la souillure des œufs.

## 2. Discussion :

Nous n'avons pas pu déceler la présence de salmonelles au cours de notre étude, ceci ne veut absolument pas dire que notre terrain soit exempt de cette bactérie.

Dans la littérature, on parle de 1 œuf /10 000 qui serait contaminé, cela peut paraître banal pour certains car ils ignorent sans doute que le vrai danger provient du fait qu'un seul œuf peut contaminer jusqu'à 500 œufs d'où le danger d'utilisation d'œufs contaminés dans la restauration collective (Beadoin A et al, 1997)

Le public Health Laboratory (Groupe de surveillance des denrées alimentaires) a signalé dans une étude portant sur 42270 œufs provenant des pontes obtenues en Angleterre, et sur 51780 œufs importé de la communauté européenne la contamination par *Salmonella enteritidis* de :

- 1/1320 pour les œufs d'origine Anglaise.
- 1/3040 pour les œufs de la communauté Européenne (Rampling A, 1993)

Selon un rapport du CNEVA (Laboratoire de référence Français pour les problèmes liés aux Salmonelles dans les filières avicoles), les oeufs, lorsqu'ils sont issus d'un parquet de pondeuses porteuses de *Salmonella enteritidis* (et parfois *typhimurium*), peuvent être contaminés verticalement : une ou quelques bactéries sont alors présentes dans un des milieux internes de l'oeuf (blanc ou jaune), dès la ponte.

Ce phénomène concerne un pourcentage d'oeufs faible à très faible (+/- 0.1%), mais ces quelques salmonelles vont se multiplier d'autant plus rapidement que l'oeuf sera placé à une température plus élevée et que la contamination initiale, délivrée dans l'oeuf par la poule, sera proche du jaune.

La quantité de salmonelles atteinte au terme de la multiplication, dans ces quelques rares oeufs, est alors suffisante pour provoquer une intoxication alimentaire (Anonyme 18, 2000)

Le risque de maladie humaine semble insensible au nombre de *Salmonella* présentes dans les oeufs contaminés dans la fourchette examinée au moment de la ponte.

Par exemple, que le nombre d'organismes de *Salmonella* dans les oeufs contaminés ait été au départ de 10 ou de 100, le risque prévu de maladie par portion est analogue.

La raison en est que l'incidence de la croissance de Salmonella est plus importante dans les conditions de stockage que dans le niveau de contamination initial des œufs (Anonyme 17, 2005)

Tous ces facteurs mettent l'accent sur la grande importance des conditions de stockage des œufs aussi bien au niveau des locaux d'entreposage avant la commercialisation qu'au niveau des différents points de vente.

Nos résultats confortent amplement ceux rapportés dans la littérature car, malgré tous les soins apportés au cours de notre recherche bactériologique dans le but de déceler des salmonelles à savoir :

- une étape de pré –enrichissement visant à revivifier les salmonelles ;
- une étape d'enrichissement visant à multiplier sélectivement les salmonelles

Celles-ci n'ont pas été retrouvées au niveau de tous les lots d'œufs étudiés.

Outre le fait que la salmonelle soit un germe difficile à identifier (en 10 ans de travail au niveau du laboratoire d'hygiène de la wilaya de Constantine, ce germe n'a jamais été identifié au niveau des préparations à base d'œufs), elle se trouve en petit nombre au niveau de l'œuf et la présence d'une forte population de coliformes peut masquer des colonies de salmonella (Humbert F ; Morvan H, 1996)

Pour toutes ces raisons, nous pensons que cette bactérie n'a pas été retrouvée au niveau des lots étudiés, par contre d'autres germes ont été identifiés au niveau des œufs, ce sont :

- Pseudomonas ;
- Escherichia coli.

De telles observations ont été rapportées dans notre partie bibliographique, au terme de cette étude nous avons soulevé plusieurs remarques :

- ü La proportion d'œufs contaminés est la plus grande au niveau des bâtiments de production privés, ceci est en relation directe avec l'état d'entretien et de propreté des bâtiments ;
- ü Le système de récupération des fientes par tapis roulants au niveau des bâtiments de production étatiques crée une atmosphère moins chargée en bactéries et limite nettement le degrés de contamination des œufs ce qui explique que la proportion de lots propres dans ces bâtiments soit plus importante par rapport aux bâtiments de production privés.
- ü Le pic de contamination s'est situé pendant le mois de juin, ceci est sûrement du aux grandes chaleurs qu'a connu ce mois.

ü La contamination par le *Pseudomonas* s'est faite par le milieu extérieur et l'eau qui peut véhiculer la bactérie, ainsi que l'homme qui peut la transmettre à travers ses crachats, ses urines et ses selles.

ü Une forte proportion d'œufs contaminés par *Pseudomonas* a été retrouvée au niveau des différents points de vente.

Les conditions de transport non conformes ainsi que les conditions de stockage non réglementaires en seraient sûrement la cause.

ü Quand à la contamination par *Escherichia coli*, elle se fait par transmission fécale, la proportion d'œufs contaminés par *Escherichia coli* s'est retrouvée au niveau des bâtiments de production privés, ce qui indique des conditions d'élevage parfois douteuses surtout en ce qui concerne la récolte des fientes qui se fait parfois tous les 03 jours.

Donc, pour garantir l'écoulement des œufs dans les meilleures conditions, il y a lieu d'organiser le circuit de commercialisation de l'œuf de consommation afin de garantir au consommateur un œuf sain et de bonne qualité.

Ceci commence au niveau des élevages par le ramassage d'œufs propres et l'organisation d'une chaîne de froid pour la collecte et le stockage, en vue d'une part d'allonger la durée de vie du produit, et d'autre part de permettre une régularisation du marché.

Le calibrage des œufs et leur mode de conditionnement comme opération à moyen ou à long terme, permettraient aux consommateurs de payer, comme aux producteurs de vendre l'œuf à son juste prix (Benyounes A et al, 2003)

### 3. Recommandations :

- **La surveillance du cheptel**

Les salmonelloses aviaires comme toutes les autres maladies bactériennes pouvant être à l'origine de répercussions graves en santé publique ne seront combattues que par l'application d'une prophylaxie sanitaire basée sur :

- Une hygiène rigoureuse des bâtiments et du matériel d'élevage,
- Une alimentation et une eau parfaitement saines car elles semblent être des vecteurs importants dans la transmission de la maladie (l'aliment doit être pasteurisé afin de limiter son rôle d'agent contamineur),

- Des conditions d'élevage satisfaisantes, en Europe, pour des raisons humanitaires et de santé publique, le courant de l'élevage en batterie semble vouloir s'inverser : dans plusieurs pays de ce continent, l'élevage en cage est banni, et en Allemagne, on va plus loin encore puisqu'il est désormais légalement interdit de garder plus de 6 000 poules dans un même poulailler (Baribeau H, 2004)

-Tous ces paramètres nous les avons résumé dans la figure N° 44.



Figure N° 44 : Paramètres influençant la qualité de l'œuf de consommation au niveau des élevages.

- La prophylaxie médicale est également très importante notamment pour les grands effectifs, car les maladies se répandent plus rapidement lorsque les animaux sont nombreux et concentrés.

- Il faut mettre en place une surveillance systématique des pondeuses, dépister par des techniques sensibles, rapides et peu coûteuses les troupeaux positifs afin d'écartier leurs oeufs de la consommation, tout en imposant les mesures d'hygiène qui évitent l'introduction de cette contamination dans de nouveaux troupeaux et la dispersion de cette bactérie dans l'environnement (Anonyme, 2000)

- Un contrôle sérologique devrait être obligatoire en période de ponte pour déceler une éventuelle contamination par des salmonelles (Bornert G, 2000)

- **Le ramassage des œufs**

Il faut récolter les œufs au moins deux fois par jour afin d'éviter la casse et le salissement.

Un contact réduit des œufs avec les fientes permet d'avoir un produit d'une meilleure qualité sanitaire, alors qu'un contact prolongé des œufs avec les fientes provoquera des contaminations par des bactéries d'origine fécale (Coopérative avicole de la wilaya d'Oran)

- **Le transport des œufs**

Puisqu'il s'agit d'une denrée périssable, et comme pour la viande et le lait, les véhicules affectés au transport des œufs de consommation devront présenter les caractéristiques suivantes :

- Û Carrosserie composée d'une caisse munie sur toutes les faces d'une paroi isolante.
- Û La face intérieure des parois et le plancher seront entièrement recouverts de métal inoxydable.
- Û Les angles joignant le plancher aux parois seront arrondis de façon à faciliter le nettoyage et la désinfection.
- Û Les véhicules seront complètement fermés, de préférence frigorifiques, et devront être utilisés exclusivement pour le transport des œufs.
- Û Les cartons d'œufs devront être posés sur des claies en fer ou en plastique à 15 cm du plancher.
- Û Les ouvriers préposés à la manipulation des œufs devront avoir des vêtements de travail parfaitement propres.

- Û Pendant le transport, les œufs doivent être maintenus propres, secs, exempts d'odeurs étrangères et préservés des chocs, des intempéries et des écarts excessifs de température.

En 1994, de la glace faisait 224.000 malades aux Etats-Unis.

Il n'y avait pourtant que 6 salmonelles par moitié de coupe de glace. La glace ne contenait pas d'œuf, mais sa mixture était transportée dans un équipement qui contenait au paravent un ovo produit à base d'œuf cru contaminé (Anonyme 12, 2005)

- **La conservation des œufs**

La température de l'œuf pondu est d'environ 40°C, son refroidissement se fait à température ambiante pendant au moins 03 heures.

Afin de préserver la qualité interne de l'œuf, et de réduire le risque de contamination par Salmonella, le stockage des œufs doit se faire à une température ne dépassant pas les 10°C et une humidité relative de 75% (Linton A H, 1983)

- **Le stockage des œufs**

Les altérations de l'œuf en coquille après la ponte sont extrêmement diverses, elles ne peuvent être évitées que si le stockage est pratiqué dans de bonnes conditions.

Pour ces raisons, un local pour la réception des œufs et un local pour l'entreposage et l'expédition des œufs sont nécessaires et doivent répondre à un certain nombre de conditions :

- Û Les murs de ces locaux doivent être lisses et lavables, le sol en matériaux imperméables, facile à nettoyer et à désinfecter, pourvu d'une pente et d'un réseau d'évacuation approprié permettant le bon écoulement des eaux usés.
- Û Les locaux doivent être pourvus d'une aération et d'un éclairage suffisant ; les cartons emmagasinés dans ces locaux doivent être posés à 15 cm du sol, la température comprise entre 8°C et 15°C, l'humidité comprise entre 70% et 85%.
- Û Les personnes de ces établissements doivent porter des vêtements de travail propres, les personnes qui ont été directement en contact avec des œufs infectés doivent immédiatement se laver soigneusement les mains et les bras, et les désinfecter.
- Û Les œufs déclassés par les centres de conditionnement doivent être réceptionnés dans des locaux à part avec toutes les précautions sanitaires (Linton A H, 1983)

- **Hygiène des œufs aux points de vente**

Les œufs mis en vente dans le commerce de détail doivent être présentés séparément en fonction des catégories de qualités et de poids.

Ils doivent être entreposés dans des alvéoles dans des endroits propres, secs, exempts d'odeurs étrangères et préservant des écarts excessifs de température.

La température ne devrait pas dépasser les 10°C et l'humidité 70% (Linton A H, 1983)

- **Formation et éducation des responsables de l'industrie alimentaire et de la restauration**

On s'intéressera par cette formation tout d'abord aux personnes travaillant au niveau des industries alimentaires et au niveau des casseries car on cherche à réduire au maximum le risque de contamination des œufs à ce niveau et en conséquence présenter au consommateur un aliment sain exempt de toute bactérie pathogène.

La pasteurisation des œufs au niveau des casseries avant leur congélation semble être une technique qui a fait ses preuves et qui a réduit de beaucoup le nombre d'œufs contaminés à ce niveau de la chaîne alimentaire.

A la suite de salmonelloses provoquées au Royaume uni par les œufs, des dispositions ont été prises pour prévenir tous cas semblables en France et sont rapportés par une note de service datée du 30 Janvier 1989 qui consiste à rappeler les règles d'hygiène relatives à l'utilisation des œufs en restauration collective, aucune autre mesure n'est justifiée au stade actuel des enquêtes épidémiologiques :

- ü Les œufs doivent provenir de centres d'emballages immatriculés, le numéro du centre et la date de conditionnement doivent figurer sur l'emballage des œufs.
- ü Le véhicule de livraison des œufs doit être propre et en bon état d'entretien.  
Le transporteur doit pouvoir présenter au responsable du restaurant un certificat d'agrément sanitaire établi depuis moins de 02 ans.
- ü Le stockage des œufs doit se faire en chambre froide dans l'établissement de restauration collective car la conservation des oeufs sous une réfrigération suffisante empêche toute Salmonella présente de se multiplier, d'où la nécessité de les réfrigérer jusqu'au moment de leur emploi (anonyme, 2005)
- ü La coquille des œufs doit être propre et intacte.  
L'existence de souillures, à moins qu'elles ne soient minimales et présentes de façon exceptionnelle, atteste en effet de conditions d'hygiène défectueuses au stade de la production.
- ü Il faut par ailleurs indiquer au personnel que le lavage des œufs avant leur stockage est une mesure nuisible à leur bonne conservation.

- Ü Les préparations à base d'œufs, sans cuisson, doivent être fabriquées le plus près possible du moment de la consommation.
- Ü Les salmonelles étant très sensibles à l'action de la chaleur, la cuisson permet d'assurer l'assainissement des préparations culinaires (Leyral G ; Vierling E, 2000)

### III. Conclusion:

*Au terme de ce modeste travail, il ressort que les maladies transmises par les aliments font peser de nouvelles menaces pour l'homme, cependant les œufs comme la viande de volaille ne devraient pas présenter de danger s'ils sont traités correctement car plus le nombre de bactéries présentes est élevé plus le risque de causer la maladie est important.*

*C'est pour ces raisons que nous avons essayé dans notre étude de cerner la réalité de notre terrain afin de mieux connaître la nature des bactéries qui pourraient se trouver dans les œufs et qui seraient éventuellement incriminées dans l'émergence de toxi infections alimentaires surtout pendant la saison estivale.*

*Notre idée première a été de rechercher des Salmonelles vu que ces bactéries entraînent d'énormes dégâts dans bon nombre de pays Européens à la suite d'ingestion d'œufs contaminés.*

*Nous avons suivi un protocole expérimental précis pour tous les lots d'œufs étudiés.*

*Les résultats rapportés dans l'étude expérimentale ont confirmé la présence de bactéries au niveau des œufs, après analyse bactériologique les germes ont été identifiés comme étant Escherichia Coli et Pseudomonas Aeruginosa.*

*Ils ne sont pas de moindre importance que Salmonella et sont impliquées dans des affections humaines et animales graves.*

*Des Salmonelles n'ont pas été identifiées, plusieurs raisons ont été évoquées dans la partie bibliographique, celle que l'on retiendra le plus est la forte présence de coliformes qui aurait pu masquer la présence de Salmonelles.*

*Nos résultats sont confortés par plusieurs études menées en Europe indiquant que le degrés de présence de cette bactérie est de l'ordre de 1/ 3040 œufs (Rampling A, 1993)*

*Ce que l'on peut retenir de ce travail est la forte contamination des lots d'œufs étudiés surtout dans le secteur privé ou les conditions d'élevage sont parfois insuffisantes, ainsi que dans les différents points de vente ou le stockage et le transport des œufs se font de manière déplorable.*

*Donc, afin de garantir des œufs de bonne qualité au consommateur, le travail ne se limite pas aux conditions de vente mais aussi aux normes d'élevages qui sont la première cause de prolifération des bactéries au niveau des œufs.*

*Fournir des œufs de bonne qualité est la priorité pour assurer la sécurité sanitaire.*

## تقييم المخاطر البكتيريولوجية في البيض و مشتقاته

نتيجة لزيادة انتشار حالات التسمم الغذائي الجماعي عند استهلاك البيض و مشتقاته في البلدان المصنعة، أردنا أن نبحث دراسة هذه الوضعية في واقعنا بالنسبة لاستهلاك مادة البيض التي يحتمل إصابتها بالسالمونيلا.

و قد تم القيام بدراسة حوالي 270 حصة بيض تم اشتراؤها على عدة مستويات ابتداء من أماكن إنتاجها، سواء كانت خاصة أو عمومية حتى الوصول إلى نقاط بيعها.

كل حصة بيض تم تحليلها بدقة ضمن برنامج تجريبي محدد، و يهدف للكشف على بكتيريا السالمونيلا أو أية بكتيريا أخرى يمكن أن توجد داخل البيضة.

إذ، و من خلال هذه الدراسة التجريبية، اتضح، و أن حصص البيض المنتجة من قبل الخواص هي الأكثر معدية، و ذلك بنسبة تقدر بـ **64,44%**.

بالنسبة لخصص البيض التي تم اشتراؤها من نقاط البيع، فإنها تحتوي على نسبة معدية تقدر بـ **32,22%**.

و أخيرا، فإن البيض القادم من الإنتاج العمومي، يحتوي على نسبة معدية تقدر بـ **30%**.

التحليل البكتيري للخصص المعدية، لم يكشف وجود السالمونيلا، إنما وجود أنواع من البكتيريا لا تقل ضررا على صحة الحيوان أو الصحة العامة.

بكتيريا " إشريشيا كولي " تم اكتشافها في 71 حصة من 270 حصة حللت، و هذا ما يمثل نسبة معدية تقدر بـ **26,29%**.

بكتيريا " بسودوموناس أيروجينوزا " تم اكتشافها في 43 حصة من 270 حصة حللت، و هذا ما يمثل نسبة معدية تقدر بـ **15,92%**.

إن هذه النتائج المتوصل إليها تدعو إلى القلق، و تستوجب على المربين و التجار أن يكونوا أكثر حيطة، و ذلك باحترام قواعد النظافة في أماكن الإنتاج و التخزين و كذلك عند نقل البيض.

الكلمات الجوهرية: بكتيريا - بيض - مشتقات البيض - حالات التسمم الغذائي.

## **APPRECIATION DES RISQUES BACTERIOLOGIQUES DANS LES ŒUFS ET LES OVO PRODUITS**

En raison de la recrudescence du nombre de toxi-infections alimentaires collectives consécutives à l'ingestion d'œufs et d'ovo produits dans les pays industrialisés, nous avons voulu investiguer la réalité de notre terrain quand à l'ingestion d'œufs éventuellement Salmonelliques.

Une étude a été menée sur 270 lots d'œufs achetés à différents niveaux de la chaîne de commercialisation en commençant par les bâtiments de production (privés ou étatiques) pour arriver jusqu'aux différents points de vente des œufs.

Chaque lot d'œufs est analysé soigneusement en poursuivant un protocole expérimental précis visant à rechercher toute trace de Salmonelle ou autres bactéries susceptibles de se trouver à l'intérieur de l'œuf.

Cette étude montre que dans l'ordre, ce sont les lots issus des bâtiments de production privés qui sont les plus contaminés avec un taux de contamination de 64.44%.

Suivent les lots d'œufs achetés au niveau des différents points de vente des œufs avec un taux de contamination de 32.22%, puis les lots d'œufs provenant des bâtiments de production étatiques avec un taux de contamination de 30%.

L'analyse bactériologique des lots contaminés n'a pas révélé la présence de Salmonelles, mais la présence d'autres bactéries qui ne sont pas de moindre importance tant sur le plan de la santé animale que publique.

La bactérie Escherichia Coli a été identifiée dans 71 lots sur 270 lots analysés, ce qui représente un taux de contamination par cette bactérie de l'ordre de 26.29%.

La bactérie Pseudomonas Aeruginosa a été identifiée dans 43 lots sur 270 lots analysés, ce qui représente un taux de contamination par cette bactérie de l'ordre de 15.92%.

Ces résultats sont inquiétants et doivent rendre les éleveurs et les commerçants très attentifs au respect des règles d'hygiène au niveau des bâtiments de production, des lieux de stockage ainsi que pendant le transport des oeufs.

**Mots clés : Bactérie- œuf- ovo produit- toxi infection alimentaire.**

## **EVALUATION OF BACTERIOLOGICAL RISKS IN EGGS AND EGG PRODUCTS**

Because of the recrudescence of collective alimentary toxic infections following on ingestion of eggs and egg products in industrialized countries, we want to search our ground about consummation of eggs possibly infected by Salmonella.

A study has been done on 270 batches of eggs brought at different levels of marketing line beginning by production buildings to different sale places of eggs.

Each batch of eggs is analysed following an exact experimental protocol in order to research a possibly contamination of eggs by Salmonella or any others bacteria.

This study shows that the private production buildings are the most infected with a contamination rate of 64.44%.

That follows the production buildings of the state with a contamination rate of 32.22%, and the different sale places of eggs with a contamination rate of 30%.

The bacteriological analysis of infected batches has not disclosed the presence of Salmonella but the presence of other bacteria which are almost dangerous.

The bacterium Escherichia Coli has been identified in 71 batches by 270 batches analysed, it represents a contamination rate equal to 26.29%.

The bacterium Pseudomonas Aeruginosa has been identified in 43 batches by 270 batches analysed, it represents a contamination rate equal to 15.92%.

These results are serious and should interest the producers and commercials who must be very vigilant and take care of hygiene rules in production buildings, storage places and during the transport of eggs.

**Key words: Bacterium- egg- egg products- alimentary toxic infection.**

## ANNEXES 01 : MILIEUX ET SERUMS UTILISES.

### 1.1 L'oxydase :

Ce sont des pastilles imprégnées d'oxalate de diméthylparaphényl diamine qu'on imbibe d'eau physiologique et sur lesquelles on dépose une colonie suspecte ;

-s'il y a virage de la colonie vers le jaune, c'est une oxydase négative donc colonie suspecte ;

-s'il y a virage de la colonie vers le violet, c'est une oxydase positive donc germes non pathogènes.

Si on est en présence d'une oxydase négative, on doit préparer une suspension bactérienne en rajoutant quelques colonies à une quantité d'eau physiologique, et on procède à l'ensemencement d'un tube de TSI et d'un tube de milieu urée-indole.

### 1.2 La gélose TSI (triple sugar iron)

C'est un milieu d'identification rapide pour les entérobactéries, il permet de mettre en évidence la fermentation du lactose, du glucose (avec ou sans dégagement de gaz), de saccharose et la production d'H<sub>2</sub>S.

Chaque colonie à étudier est ensemencée en strie centrale, sur la pente puis en piqûre profonde dans le culot, porter les tubes à l'étuve à 37°C pendant 24 heures en vérifiant que les bouchons ne sont pas vissés à fond pour permettre une bonne oxygénation de la pente.

#### Lecture :

-fermentation du glucose : culot rouge (glucose-)

culot jaune (glucose+)

-fermentation du lactose

et/ou saccharose : Pente rouge (lactose-, saccharose-)

Pente jaune(lactose+, saccharose+)

-production de gaz : apparition de bulles de gaz dans le culot.

-fermentation d'H<sub>2</sub>S : coloration noire entre le culot et la pente ou le long de la piqûre (Catalogue milieux de culture, 2002)

### 1.3 Le milieu Urée-Indole :

Il permet de rechercher :

- l'uréase, résultant de l'hydrolyse de l'urée en carbamate d'ammonium, élément important de diagnostic des germes qui utilisent l'urée comme seule source d'azote,
- la production d'indole résultant de la dégradation de l'acide indol-pyruvique en indole,
- la tryptophane désaminase (TDA) indiqué pour l'identification des salmonella, elle transforme le tryptophane en acide indol-pyruvique.

Ce milieu synthétique doit être abondamment ensemencé à partir d'une culture sur milieu gélosé, incubé pendant 24 heures.

L'indole est recherché par l'addition de quelques gouttes du réactif de Kovacks, et la tryptophane désaminase par le rajout de quelques gouttes du réactif TDA (Catalogue milieux de culture, 2002)

Lecture :

Couleur du milieu	Résultat
-rouge violacé	-Uréase+
-anneau rouge à la surface	-Indole+
-marron foncé	-TDA+

### 1.4 Le milieu Citrate de Simmons :

C'est un milieu synthétique de différenciation des Enterobactériacées sur la base de leur métabolisme du citrate présent comme seule source de carbone.

On ensemence en stries la culture pure à étudier à la surface du milieu, et on incube pendant 24-48 heures à 37°C.

Les colonies de salmonelles se développent et présentent une coloration bleu foncé (Catalogue milieux de culture, 2002)

### 1.5 Le milieu mannitol- mobilité :

C'est un milieu de différenciation rapide des Enterobactériacées, il permet de rechercher simultanément la mobilité, l'utilisation du mannitol et la réduction des nitrates en nitrites.

On ensemence au moyen d'une anse de platine par piqûre centrale jusqu'au fond du milieu et on incube à 37°C pendant 18-24 heures.

Les bacilles mobiles diffusent à partir de la ligne d'ensemencement en créant un trouble du milieu, par contre les bacilles immobiles cultivent uniquement le long de la strie d'ensemencement.

Si le mannitol est fermenté, le milieu vire au jaune et dans le cas contraire le milieu garde sa couleur initiale (Catalogue milieux de culture, 2002)

### 1.6 La recherche d'enzymes :

#### - $\beta$ . Galactosidase :

Elle permet de mettre en évidence l'utilisation du lactose par la bactérie donnant du glucose et du galactose, pour cela on prépare une suspension bactérienne dans laquelle on plonge des disques d'ONPG ( orthonitrophényl  $\beta$  galactopyranoside)

-s'il y a virage vers le jaune, c'est ONPG+, c'est-à-dire que la  $\beta$ .galactosidase existe et qu'elle a permis la libération du colorant.

-si le milieu reste incolore, c'est ONPG-

#### -Décarboxylases : Qui sont :

ü La LDC qui met en évidence la présence de cadavérine.

ü L'ODC qui met en évidence la présence de putrescine.

ü L'ADH qui conduit à la libération du NH<sub>3</sub>.

### 1.7 La galerie API :

La galerie Api est un système standardisé pour l'identification des Enterobactériaceae et autres bacilles à Gram – non fastidieux.

La galerie Api 10 S comporte 10 micro tubes contenant des substrats déshydratés.

Ces micro tubes sont inoculés avec la suspension bactérienne, les réactions produites pendant la période d'incubation se traduisent par des virages colorés spontanés ou révélés par l'addition de réactifs (Api 10s ; Biomérieux Sa. 69280 Marcy l'étoile- France)

#### Préparation de la galerie :

Réunir fond et couvercle d'une boîte d'incubation, et répartir 03 ml d'eau distillée ou déminéralisée (ou toute autre eau sans additifs ou dérivés susceptibles de libérer des gaz) dans les alvéoles pour créer une atmosphère humide.

Inscrire la référence de la souche sur la languette latérale de la boîte.

A l'aide d'une pipette, prélever une seule colonie bien isolée sur milieu gélosé, utiliser préférentiellement des cultures jeunes (18-24 heures)

Réaliser une suspension bactérienne en homogénéisant soigneusement les bactéries dans le milieu.

Cette suspension doit être utilisée extemporanément.

Remplir tube et cupule du test « CIT » avec la suspension bactérienne en utilisant la pipette ayant servi au prélèvement.

Remplir uniquement les tubes et non les cupules des autres tests.

Créer une anaérobiose dans les tests « LDC, ODC, H<sub>2</sub>S, URE » en remplissant leur cupule d'huile de paraffine.

Refermer la boîte d'incubation et laisser incuber à 36°C pendant 18-24 heures (Api 10s ; Biomérieux Sa. 69280 Marcy l'étoile- France)

#### Lecture de la galerie :

Après incubation, la lecture de la galerie doit se faire en se référant au tableau de lecture.

Noter sur la fiche de résultats toutes les réactions spontanées.

Révéler les tests nécessitant l'addition de réactifs :

-Test TDA : ajouter une goutte de réactif TDA, une couleur marron- rougeâtre indique une réaction positive.

-Test IND : ajouter une goutte de réactif James, une couleur rose diffusant dans toute la cupule indique une réaction positive.

-Test NO<sub>2</sub> : ajouter une goutte des réactifs NIT1 et NIT2 dans le tube GLU, attendre 2-5 minutes, une coloration rouge indique une réaction positive.

Ces deux derniers tests doivent être réalisés à la fin car ils libèrent des gaz qui seraient susceptibles d'altérer l'interprétation des autres résultats (Api 10s ; Biomérieux Sa. 69280 Marcy l'étoile- France)

#### Interprétation de la galerie :

L'identification est obtenue à partir du profil numérique.

Sur la fiche des résultats, les tests sont séparés par groupe de 03 et une valeur de 1, 2 ou 4 est indiquée pour chacun.

La galerie Api comprenant 10 tests, en additionnant à l'intérieur de chaque groupe les valeurs correspondant à des réactions positives, un profil numérique à 4 chiffres est obtenu.

Il faut noter que la réaction de l'oxydase constitue le 11<sup>ème</sup> test et la réduction des nitrates en nitrites (NO<sub>2</sub>) le 12<sup>ème</sup> test (Api 10s ; Biomérieux Sa. 69280 Marcy l'étoile- France)

Identification :

Elle est réalisée à l'aide du profil numérique.

A partir du logiciel d'identification, on entre manuellement au clavier le profil numérique à 4 chiffres, on peut ainsi identifier notre galerie (Api 10s ; Biomérieux Sa. 69280 Marcy l'étoile- France)

**1.8 Les sérums agglutinant anti-Salmonella :**

Les sérums agglutinant anti- Salmonella sont préparés par immunisation de lapins au moyen de suspensions bactériennes de souches sélectionnées.

Les sérums ne doivent pas être dilués.

On dépose une goutte de sérum sur une lame propre, et on rajoute directement sur cette goutte la culture bactérienne prélevée sur milieu gélosé.

La suspension doit être bien homogène.

On agite par un mouvement tournant pendant une minute, puis on lit à l'œil nu au dessus d'une surface sombre ou au dessus d'un miroir concave.

Une réaction positive se traduit par une agglutination du milieu (Catalogue milieux de culture, 2002)

Les sérums qui ont été utilisés au cours de notre étude sont :

- Le sérum anti Salmonella de groupage OMA.
- Le sérum anti Salmonella monovalent O9.
- Le sérum anti Salmonella monovalent O4.

## ANNEXES 02 : COLLECTE DE L'INFORMATION– FICHES TECHNIQUES.

Annexe 2.1 : Œufs achetés au niveau des marchés

Date	Quantité	Nature	Lieu d'achat	Provenance	Conditions de transport	Durée et conditions de stockage
15/05/2005	10 oeufs	Industriels	Marché SMK inf	Ain smara	Camionnette 404 bâchée	10 jours à température ambiante
	10 oeufs	Fermiers	Marché St Jean	Tamlouka	Camionnette 404 bâchée	Vendus dans la journée
	10 oeufs	Industriels	Marché St Jean	Tadjnanet	Camionnette 404 bâchée	07 jours à température ambiante
16/05/2005	10 oeufs	Industriels	Marché djebel el ouehch	Tamlouka	Camionnette 404 bâchée	03 jours à tempéaraure ambiante
	10 oeufs	Industriels	Marché daksi	Tadjnanet	Camionnette 404 bâchée	05 jours à température ambiante
	10 oeufs	Industriels	Marché filali	Tamlouka	Camionnette 404 bâchée	03 jours à température ambiante
17/05/2005	10 oeufs	Industriels	Marché souk el asser	Ain smara	Camionnette 404 bâchée	02 jours à température ambiante
	10 oeufs	Fermiers	Marché couvert centre ville	El eulma	Camionnette 404 bâchée	Vendus dans la journée
	10 oeufs	Industriels	Marché couvert centre ville	Zighoud Youcef	Camionnette 404 bâchée	06 jours à température ambiante.
	10 oeufs	Industriels	Marché SMK sup	Inconnue	Camionnette 404 bâchée	04 jours à température ambiante

## Annexe 2.2 : Œufs achetés au niveau des épiceries

Date	Quantité	Nature	Lieu d'achat	Provenance	Conditions de transport	Durée et conditions de stockage
21/05/2005	10 oeufs	Industriels	Epicerie St Jean	Marché du polygone	Voiture personnelle	03 jours à température ambiante
21/05/2005	10 oeufs	Industriels	Epicerie bel air	Tadjnanet	Voiture personnelle	07 jours à température ambiante
21/05/2005	10 oeufs	Industriels	Epicerie boussouf	Ain smara	Voiture personnelle	07 Jours à température ambiante
21/05/2005	10 oeufs	Industriels	Epicerie SMK	Marché du polygone	Voiture personnelle	05 jours à température ambiante
21/05/2005	10 oeufs	Industriels	Epicerie Ain el bey	Camion ambulant	Camionnette 404 bâchée	05 jours à température ambiante
21/05/2005	10 oeufs	Industriels	Epicerie faubourg lami	Camion ambulant	Camionnette 404 bâchée	05 jours à température ambiante
21/05/2005	10 oeufs	Industriels	Epicerie centre ville	Camion ambulant	Camionnette 404 bâchée	03 jours à température ambiante
21/05/2005	10 oeufs	Industriels	Epicerie ziadia	Camion ambulant	Camionnette 404 bâchée	06 jours à température ambiante
21/05/2005	10 oeufs	Industriels	Epicerie daksi	Oued seguane	Voiture personnelle	02 jours à température ambiante
21/05/2005	10 oeufs	Industriels	Epicerie fiali	Camion ambulant	Camionnette 404 bâchée	06 jours à température ambiante

## Annexe 2.3 : Œufs achetés au niveau des boucheries

Date	Quantité	Nature	Lieu d'achat	Provenance	Conditions de transport	Durée et conditions de stockage
22/05/2005	10 oeufs	Industriels	Boucherie St Jean	Tadjnanet	Voiture personnelle	07 jours à température ambiante
22/05/2005	10 oeufs	Industriels	Boucherie daksi	Marché du polygone	Voiture personnelle	07 jours à température ambiante
22/05/2005	10 oeufs	Industriels	Boucherie SMK sup	Tadjnanet	Voiture personnelle	05 jours à température ambiante
22/05/2005	10 oeufs	Industriels	Boucherie faubourg lami	El eulma	Voiture personnelle	08 jours à température ambiante
22/05/2005	10 oeufs	Industriels	Boucherie filali	Camion ambulat	Voiture personnelle	04 jours à température ambiante
22/05/2005	10 oeufs	Industriels	Boucherie rue de chevalier centre ville	Ain smara	Camionnette 404 bâchée	03 jours à température ambiante
22/05/2005	10 oeufs	Industriels	Boucherie SMK inf	Camion ambulat	Camionnette 404 bâchée	05 jours à température ambiante
22/05/2005	10 oeufs	Industriels	Boucherie el djezzarines centre ville	El eulma	Camionnette 404 bâchée	03 jours à température ambiante
22/05/2005	10 oeufs	Industriels	Boucherie marché couvert	Tadjnanet	Camionnette 404 bâchée	02 jours à température ambiante
22/05/2005	10 oeufs	Industriels	Boucherie ziadia	Camion ambulat	Camionnette 404 bâchée	07 jours à température ambiante

## Annexe 2.4 : Œufs achetés chez les marchands ambulants

Date	Quantité	Nature	Lieu d'achat	Provenance	Conditions de transport	Durée et conditions de stockage
28/05/2005	20 oeufs	Industriels	Marchand ambulant SMK sup	El eulma	Camionnette non conforme	03 jours à température ambiante
28/05/2005	20 oeufs	Industriels	Marchand ambulant centre ville rue de France	Ain smara	Camionnette non conforme	06 jours à température ambiante
28/05/2005	20 oeufs	Industriels	Marchand ambulant Boussouf	Ain smara	Camionnette non conforme	05 jours à température ambiante
28/05/2005	20 oeufs	Industriels	Marchand ambulant Filali	Marché du polygone	Camionnette non conforme	06 jours à température ambiante
28/05/2005	20 oeufs	Industriels	Marchand ambulant Ziadia	Tadjnanet	Camionnette non conforme	06 jours à température ambiante

## Annexe 2.5 : Œufs achetés au niveau des grossistries

Date	Quantité	Nature	Lieu d'achat	Provenance	Conditions de transport	Durée et conditions de stockage
28/05/2005	10 oeufs	Industriels	Grossisterie Faubourg lami	Ain smara	Camionnette non conforme	05 jours à température ambiante
28/05/2005	10 oeufs	Industriels	Grossisterie Oued el had	Tadjnanet	Camionnette non conforme	09 jours à température ambiante
28/05/2005	10 oeufs	Industriels	Grossisterie Oued el had	Tadjnanet	Camionnette non conforme	08 jours à température ambiante
28/05/2005	10 oeufs	Industriels	Grossisterie Oued el had	El Eulma	Camionnette non conforme	06 jours à température ambiante
28/05/2005	10 oeufs	Industriels	Grossisterie Oued el had	Tadjnanet	Camionnette non conforme	10 jours à température ambiante

## Annexe 2.6 : Œufs achetés au niveau de bâtiments de production privés (Chelghoum Laid)

-Date : 11/06/2005  
 -Région : Chelghoum Laid- élevage 01  
 -Souche : Ysa Brown  
 -Lieu de stockage des œufs : local de réception répondant plus ou moins aux normes.  
 -Quantité d'œufs achetés : 100 œufs c'est-à-dire 20 lots.  
 -Observations :  
 Température du bâtiment : maintenue entre 22 °C et 23 °C.  
 La ventilation est assurée grâce à 08 extracteurs d'air de 90 cm de rayon.  
 L'éclairage est de 15 heures par jour.  
 La densité est de 05 poulettes/ m2.  
 Le bâtiment est bien équipé en matière d'abreuvoirs et de mangeoires, à noter l'existence du système pad cooling pour le refroidissement du bâtiment.  
 La mortalité est non significative, à savoir 7-8 sujets /mois.  
 Les fientes sont récupérées manuellement par raclage effectué 01 jour sur 02 voir plus (généralement on élimine par jour les fientes de 02 couloirs de 1200 poulettes c'est-à-dire 2400 poulettes au total) ces fientes sont ensuite évacuées au niveau d'une remorque située au coté opposé de l'entrée principale du bâtiment.  
 Aucun antécédent pathologique n'a été rapporté.  
 La collecte des œufs s'effectue quotidiennement, ceux-ci sont mis en alvéoles et transférés au niveau d'un lieu de stockage puis vendus au bout de 02 à 03 jours.

## Annexe 2.7 : Œufs achetés au niveau de bâtiments de production privés (Chelghoum Laid)

-Date : 11/06/2005  
 -Région : Chelghoum Laid- élevage02  
 -Souche : Hyline Brown  
 -Lieu de stockage des œufs : local de réception répondant plus ou moins aux normes.  
 -Quantité d'œufs achetés : 70 œufs c'est-à-dire 14 lots.  
 -Observations :  
 Le bâtiment répond plus ou moins aux normes en ce qui concerne l'aération et la ventilation, elles sont assurées grâce à 04 extracteurs d'air.  
 Température du bâtiment : maintenue entre 22 °C et 23 °C.  
 L'éclairage est de 16 heures par jour.  
 La densité est de 05 poulettes/ m2.  
 Les œufs pondus sont transportés vers la salle de stockage où ils vont être mis en alvéoles puis vendus dans les prochains jours.  
 La mortalité est non significative à savoir 7-8 sujets/mois.  
 Les fientes sont récupérées manuellement par raclage effectué un jour sur deux.  
 Aucun antécédent pathologique n'a été rapporté.

Annexe 2.8 : Œufs achetés au niveau de bâtiments de production privés (Beni Hamidène)

-Date : 19/06/2005  
-Région : Béni Hamidène- élevage 01  
-Souche : Ysa Brown  
-Lieu de stockage des œufs : local de réception répondant plus ou moins aux normes.  
-Quantité d'œufs achetés : 70 œufs c'est-à-dire 14 lots.  
-Observations :  
Le bâtiment répond plus ou moins aux normes en ce qui concerne la ventilation et l'aération qui sont assurées grâce à l'efficacité des extracteurs d'air de 90 cm de rayon et qui sont au nombre de 04.  
La température est maintenue à 23 °c.  
La durée d'éclairage est de 16 heures par jour.  
La densité est de 05 poulettes /m2.  
La collecte des œufs se fait journalièrement, ils sont d'abord entreposés dans un lieu de stockage situé à proximité du bâtiment, mis en alvéoles puis commercialisés par la suite dans les 02 à 03 jours.  
La mortalité est non significative à savoir 5-6 sujets/mois.  
Les fientes sont récupérées manuellement par raclage effectué un jour sur deux.  
Cas de colibacillose recensés.

Annexe 2.9 : Œufs achetés au niveau de bâtiments de production privés (Beni Hamidène)

-Date : 19/06/2005  
-Région : Béni Hamidène- élevage 02  
-Souche : Ysa Brown  
-Lieu de stockage des œufs : local de réception répondant plus ou moins aux normes.  
-Quantité d'œufs achetés : 70 œufs c'est-à-dire 14 lots.  
-Observations :  
Le bâtiment répond plus ou moins aux normes en ce qui concerne la ventilation et l'aération qui sont assurées grâce à l'efficacité des extracteurs d'air de 90 cm de rayon et qui sont au nombre de 04.  
La température est maintenue à 23 °c.  
La durée d'éclairage est de 16 heures par jour.  
La densité est de 05 poulettes/m2  
La collecte des œufs se fait journalièrement, ils sont d'abord entreposés dans un lieu de stockage situé à proximité du bâtiment, mis en alvéoles puis commercialisés par la suite.  
La mortalité est non significative à savoir 5-6 sujets/mois.  
Les fientes sont récupérées manuellement par raclage effectué un jour sur deux.  
Cas de colibacillose recensés.

## Annexe 2.10 : Œufs achetés au niveau de bâtiments de production privés (Beni Hamidène)

-Date : 19/06/2005  
 -Région : Béni Hamidène- élevage 03  
 -Souche : Ysa Brown  
 -Lieu de stockage des œufs : local de réception répondant plus ou moins aux normes.  
 -Quantité d'œufs achetés : 70 œufs c'est-à-dire 14 lots.  
 -Observations :  
 Le bâtiment répond plus ou moins aux normes en ce qui concerne la ventilation et l'aération qui sont assurées grâce à l'efficacité des extracteurs d'air de 90 cm de rayon qui sont au nombre de 04.  
 La température est maintenue à 23 °c.  
 La durée d'éclairage est de 16 heures par jour.  
 La densité est de 05 poulettes/m2.  
 La collecte des œufs se fait journalièrement, ils sont d'abord entreposés dans un lieu de stockage situé à proximité du bâtiment, mis en alvéoles puis commercialisés par la suite.  
 La mortalité est non significative à savoir 5-6 sujets/mois.  
 Les fientes sont récupérées manuellement par raclage effectué un jour sur deux.  
 Cas de colibacillose recensés.

## Annexe 2.11 : Œufs achetés au niveau de bâtiments de production privés (Ain Abid)

-Date : 25/06/2005  
 -Région : Ain Abid.  
 -Souche : Ysa Brown  
 -Lieu de stockage des œufs : local de réception répondant plus ou moins aux normes.  
 -Quantité d'œufs achetés : 70 œufs c'est-à-dire 14 lots.  
 -Observations :  
 Température du bâtiment : maintenue à 23 °C.  
 La ventilation est assurée grâce à 04 extracteurs d'air de 90 cm de rayon.  
 L'éclairage est de 16 heures par jour.  
 La densité est de 05 poulettes/m2.  
 Le bâtiment est bien équipé en matière d'abreuvoirs et de mangeoires.  
 La mortalité est non significative, à savoir 7-8 sujets /mois.  
 Les fientes sont récupérées manuellement par raclage effectué 01 jour sur 02, puis évacués au niveau d'une remorque située au coté opposé de l'entrée principale du bâtiment.  
 Aucun antécédent pathologique n'a été rapporté.  
 La collecte des œufs s'effectue quotidiennement, ceux-ci sont transférés au niveau d'un lieu de stockage, mis en alvéoles, puis vendus au bout de 02 à 03 jours.

Annexe 2.12 : Œufs achetés au niveau de bâtiments de production étatiques (Ouled Hamla)

-Date : 06/07/2005  
-Région : Unité d'œufs de consommation de Ouled Hamla.  
-Souche : Hyline Brown  
-Lieu de stockage des œufs : local de réception où l'on entrepose que les œufs de bonne qualité ne présentant aucune altération extérieure.  
-Quantité d'œufs achetés : 450 œufs c'est-à-dire 90 lots.  
-Observations :  
Les bâtiments sont très bien équipés en matière d'aération et de ventilation.  
La température au niveau du bâtiment est maintenue à 23°C.  
L'éclairage est de 16 heures par jour.  
La densité est 05 poulette /m<sup>2</sup>.  
La mortalité est non significative.  
Les fientes sont récupérées par un tapis roulant qui assure une bonne hygiène aux pondeuses et une atmosphère nettement moins chargée en bactéries.  
Les œufs sont stockés au niveau d'un local bien aéré, mis en alvéoles puis transportés journalièrement vers les différents points de vente des œufs.

## ANNEXES 03 : RESULTATS BACTERIOLOGIQUES.

Annexe 3.1 : Numéros et nombre de lots contaminés dans les différents points de vente

	Nombre de boites contaminés	Numéros de lots
Marchés	6	10, 12, 17, 18, 19, 20
Epiceries	6	21, 24, 32, 33, 34, 36
Boucheries	4	48, 49, 50, 51
Marchands ambulants	10	62, 63, 66, 69, 70, 72, 74, 75, 76, 77
Grossisteries	3	82, 85, 86

Annexe 3.2 : Numéros et nombre de lots contaminés dans les bâtiments de production privés.

	Nombre de boites contaminés	Numéros de lots
Elevage 01 Chelghoum Laid	10	92, 93, 94, 99, 100, 102, 103, 105, 106, 107
Elevage 02 Chelghoum Laid	10	112, 113, 115, 116, 118, 119, 120, 121, 122, 124
Elevage 01 Béni Hmidène	8	128, 129, 130, 132, 134, 135, 136, 137
Elevage 02 Béni Hmidène	12	140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 152
Elevage 03 Béni Hmidène	7	159, 160, 161, 162, 163, 164, 165
Elevage Ain Abid	11	167, 168, 169, 170, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178

Annexe 3.3 : Numéros et nombre de lots contaminés dans les bâtiments de production étatiques.

	Nombre de boîtes contaminées	Numéros de lots
Unité d'œufs de consommation de Ouled Hamla	27	191, 192, 193, 199, 200, 215, 218, 219, 223, 225, 226, 227, 229, 249, 250, 251, 252, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 266

Annexe 3.4 : Numéros et nombre de lots contaminés selon la bactérie mise en cause.

	Pseudomonas	Escherischia coli
-Lots dans lesquels nous avons confirmé la présence de la bactérie.	10, 17, 18, 19, 21, 24, 33, 34, 36, 48, 50, 51, 62, 63, 70, 72, 74, 75, 76, 82, 85, 86, 100, 102, 103, 105, 122, 124, 134, 135, 136, 145, 146, 147, 159, 167, 168, 170, 176, 177, 223, 229, 251	12, 20, 32, 49, 66, 69, 77, 92, 93, 94, 99, 106, 107, 112, 113, 115, 116, 118, 119, 120, 121, 128, 129, 130, 132, 137, 140, 141, 142, 143, 144, 148, 149, 150, 152, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 169, 172, 173, 174, 175, 178, 191, 192, 193, 199, 200, 215, 218, 219, 225, 226, 227, 249, 250, 252, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 266
	Total : 43 lots contaminés	Total : 71 lots contaminés

## ANNEXE 04 : ASPECTS LEGISLATIFS DES SALMONELLOSES AVIAIRES

Arrêté interministériel n° 006 du 20/01/03 définissant les mesures de Prévention et de lutte spécifique aux Salmonelloses aviaires.

Le ministre de la santé, de la population et de la réforme Hospitalière,

Le ministre du commerce,

Le ministre de l'agriculture et du développement Rural,

- Vu le décret présidentiel n°02-208 du 6 Rabie Ethanie 1423 correspondant au 17 Juin 2002, portant nomination des membres du gouvernement ;
- Vu le décret exécutif n°90-12 du 4 Joumada Ethanie 1410 correspondant au 1<sup>er</sup> Janvier 1990, modifié et complété, fixant les attributions du ministre de l'agriculture ;
- Vu le décret présidentiel exécutif n°94-207 du 07 Safar 1415 correspondant au 16 Juillet 1994 fixant les attributions du Ministre du commerce ;
- Vu le décret exécutifs n°95-66 du 22 Ramadhan 1415 correspondant au 22 Février 1995, modifié et complété, fixant la liste des maladies animales à déclaration obligatoire et les mesures générales qui leur sont applicables ;
- Vu le décret exécutif n°996-166 du 7 Ramadhan 1416 correspondant au 27 Janvier 1996, fixant les attributions du ministre de la Santé et de la Population ;
- Vu l'arrêté interministériel du 14 Safar 1415 correspondant au 23 Juillet 1994, modifié et complété, relatif aux spécification microbiologiques de certains denrées alimentaires,
- Vu l'arrêté ministériel du 25 Choral 1415 correspondant au 27 Mars 1995 définissant les mesures générales de prévention en élevage avicole.

## **Arrêtent**

**Art.1<sup>er</sup>** : En application des dispositions de le l'article 3 du décret exécutif n°95-66 du 22 Ramadhan 1415 correspondant au 22 Février 1995, modifié et complété susvisé, le présent arrêté a pour objet de fixer les mesures de prévention et de lutte spécifiques aux Salmonelloses à *Salmonella enteritidis*, *typhimurium*, *typhi*, *arizona*, *dublin*, *paratyphi* et *pullorum gallinarum*.

**Art.2** : Sont reconnus atteints de Salmonelloses à *Salmonella enteritidis*, *typhimurium*, *typhi*, *arizona*, *dublin*, *paratyphi* et *pullorum gallinarum* :

- a. Les sujets, poussins ou adultes, sur les quels a été isolé l'un de ces germes, quel que soit le type de production.
- b. Sujets adultes ayant une sérologie positive avec une bactériologie positive de :
  - La litière (prélèvement effectué autour des abreuvoirs) ;
  - L'eau de boisson (continue dans les abreuvoirs) ;
  - Les fientes (prélèvement effectué sur fond de cage).
- c. Les œufs sur lesquels le germe a été isolé.

**Art.3** : Dès la confirmation de l'une des Salmonelles citées à l'article 2 ci-dessus , le vétérinaire est tenu d'en faire immédiatement la déclaration à l'inspecteur Vétérinaire de Wilaya et à l'Autorité Vétérinaire National, conformément à la réglementation en vigueur .

**Art.4** : A l'exception de la Salmonellose à *Salmonella pullorum gallinarum*, dès la confirmation de l'une des Salmonelloses citées à l'article 2 ci-dessus , le vétérinaire de Wilaya est tenu d'informer le Directeur du Commerce et Directeur de la Santé territorialement compétents .

**Art.5** : Sur proposition de l'inspecteur Vétérinaire de Wilaya, le Wali déclare par arrêté et édicte les mesures sanitaires suivants

### **1. A l'égard des animaux de l'exploitation :**

- Séquestration de l'élevage.
- Si le cheptel avicole est constitué de poussins, la destruction et l'incinération doivent être immédiates.
- Si le cheptel avicole est constitué de sujets adultes, l'abattage sanitaire est ordonné et doit effectuer sus huitaine, au niveau d'un abattoir agréé.
- En présence de Salmonellose à *Salmonella pullorum gallinarum*, la viande issue de cet abattage pourra être livrée à la consommation humaine à condition que le transport de cette viande soit effectué réfrigéré, étanche et sous couvert d'un laisser passer délivré par

l'inspecteur Vétérinaire de Wilaya ou de son représentant dûment mandaté, pour éviter toute propagation des germes.

- En présence de Salmonellose à *Salmonella enteritidis*, *typhimurium*, *typhi*, *arizona*, *dublin* et *paratyphi*, sur demande de l'éleveur et sous contrôle officiel ; les produits issus de cet abattage ne pourront être à la consommation humaine que s'ils ont subi un traitement thermique à une température de 65°C pendant 10mn au minimum et que les résultats d'analyses à posteriori en matière de Salmonelloses soient négatifs conformément aux dispositions de l'arrêté interministériel du 14 Safar 1415 correspondant au 23 Juillet 1994 susvisé.
- Les destructions de tous les œufs issus de cet élevage sauf en cas de présence de *Salmonella Pullorum Gallinarum* où les œufs seront autorisés pour la consommation humaine.

## 2. A l'égard des œufs à couvrir et des poussins éclos dans un couvoir :

- Séquestration du couvoir.
- Arrêt de l'incubation des ces œufs.
- Destruction de tous les œufs et des poussins éclos.

**Art.6 :** Une enquête épidémiologique doit être effectuée par l'Inspection Vétérinaire de Wilaya afin de détecter l'origine de l'infection.

**Art.7 :** La remise en exploitation des bâtiments d'élevage et d'accouaison ne pourra avoir lieu que si une désinfection des murs, du sol et de tout le matériel d'élevage a été effectuée, que ces infrastructures ont été vidées pendant un (1) mois et qu'un contrôle bactériologique de cette désinfection sur des prélèvements de surface, sur les murs et le matériel d'élevage s'est révélé négatif.

**Art.8 :** Le traitement anti- infectieux du cheptel avicole reconnu atteint de salmonellose à *Salmonella enteritidis*, *typhimurium*, *typhi*, *arizona*, *dublin*, *paratyphi* et *pullorum gallinarum*, est interdit.

**Art.9 :** Lorsque toutes les mesures sanitaires prescrites ont été effectuées, l'inspecteur Vétérinaire de Wilaya ou son représentant dûment mandaté, s'assure de leur exécution, En particulier la désinfection et le contrôle bactériologique et l'extinction du foyer .

L'inspection Vétérinaire de Wilaya adresse un rapport au Wali et à l'Autorité Vétérinaire Nationale déclarant la fin de l'infection qui sera prononcée par arrêté du Wali conformément à la réglementation en vigueur.

**Art.10 :** Le présent arrêté sera publié au journal officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire.

Le Ministre de la Santé ;  
De la Population et de la  
Réforme Hospitalière  
A.Aberkane

Le Ministre du commerce  
Nourredine Boukrouh.

Le Ministre de L'Agriculture

## Références bibliographiques

Anonyme 1, 2000.

Le développement de l'œuf avant la ponte.

Site: [http:// www.ornithomedia.com](http://www.ornithomedia.com).

Anonyme 2, 2003.

Chapitre 1 : Les gamètes.

Site : [http:// www.vete1250/embryologie comparée des animaux](http://www.vete1250/embryologie%20compar%C3%A9e%20des%20animaux).

Anonyme 3, 2000

Les constituants de l'œuf.

Site: [http:// www.ornithomedia.com](http://www.ornithomedia.com).

Anonyme 4, 2000

Les anomalies de l'œuf.

Site : [http:// www.ornithomedia.com](http://www.ornithomedia.com)

Anonyme 5, 2005.

Technique de codage automatique des œufs.

Site : [http:// www.sick.ch/ch/insight](http://www.sick.ch/ch/insight).

Anonyme 6, 2003.

Rapport de la 162<sup>ème</sup> réunion de la commission des autorisations de mise sur le marché.

Site : [http:// www.afssa.fr](http://www.afssa.fr).

Anonyme 7, 1981.

Examen microbiologique des produits des œufs et des œufs à l'état liquide.

Direction générale de la protection de la santé, Québec, Canada.

Anonyme 8, 2005.

La salmonellose ou paratyphose.

Site : [http:// www.page perso.aol.fr](http://www.page.perso.aol.fr).

Anonyme 9, 2004

Hy-line variety brown, guide d'élevage 2004.

Anonyme 10, 1995

Décision en maladies infectieuses. Editions Vigot, 539-540.

Anonyme 11, 1999

Réponse de santé Canada au rapport de vérification général sur la gestion des poussées d'intoxications alimentaires

Site : [http : //www.hc.sc.gc.ca/français / média/ communication /1999](http://www.hc.sc.gc.ca/français/média/communication/1999)

Anonyme 12, 2005

Salmonelloses et Fièvres typhoïdes

Site : [http://www. Liste -hygiene.org](http://www.Liste-hygiene.org)

Anonyme 13, 2005

Les vertus thérapeutiques des œufs

Site : [http:// www .oeufs.ca / fr/ sante/ miraculoeufts .](http://www.oeufs.ca/fr/sante/miraculoeufts)

Anonyme 14, 2005

Les micro-organismes

Site : [http : // www.geneve.ch/consommation/domaine/microorganisme.html](http://www.geneve.ch/consommation/domaine/microorganisme.html)

Anonyme 15, 2004

Procédures d'hygiène et de sécurité sanitaire dans les élevages de volailles reproductrices et les couvoirs.

Site : [http : // www.oie.int/normes/](http://www.oie.int/normes/)

Anonyme 16, 2002

Maladies émergentes transmises par les aliments.

Site : [http : //www.who.int/medicacentre/](http://www.who.int/medicacentre/)

Anonyme 17, 2005

Salmonella dans les œufs

Site : [http : //www.fao.org](http://www.fao.org)

Anonyme 18, 2000

Hygiène, qualité et sécurité des aliments.

Site : [http : // www.membreslycos.fr](http://www.membreslycos.fr)

Anonyme 19, 2001

Description du programme national de lutte contre Salmonella enteritidis et Salmonella typhimurium dans les troupeaux de volailles de l'espèce Gallus gallus.

Site : [http : //www.europa.eu.int/comm/food](http://www.europa.eu.int/comm/food)

Anonyme 20, 2002  
Catalogue milieux de culture et réactifs de laboratoire, 108- 119. Institut pasteur d'Algérie.

Anonyme 21, 2005  
L'élevage du poulet et du dindon à griller. Maladies des poulets.  
Agriculture et agro alimentaire Canada.  
Site : [http : //www.agr.gc.ca/ca](http://www.agr.gc.ca/ca)

Avril J.L; Dabernat H; Denis F; Monteil H, 1992  
Bactériologie clinique. Ellipses 2ème édition, 166-178

Baribeau H, 2004  
L'œuf  
Site: <http://www.reseau.proteus.net>

Beaudoin A ; Collard S ; Rivet R et Vallée C, 1997  
L'œuf pasteurisé est ce mieux ?  
Faculté de Médecine Vétérinaire de Sherbrooke  
Site : [http:// www.rrsss16 .gouv](http://www.rrsss16.gouv)

Benyounes A ; Chemmam M ; Lamrani F, 2003  
4<sup>èmes</sup> journées de recherches sur les productions animales.  
Thème : L'aviculture dans la wilaya de Guelma ; situation et perspectives de développement.

Bornert G, 2000  
Le poulet sans salmonelles, mythe ou réalité ?  
Revue de Médecine vétérinaire, 2000, 151, 12, 1083 -1094.

Bouvet J ; veronzy – Rozand C, 2000  
Les Escherichia coli vérotoxiques  
Site : [http : //revmedvet .envt .fr/ REV Med VET / 2000](http://revmedvet.envt.fr/REV%20Med%20VET/2000)

Brugère H, 1988  
Particularité de la physiologie des oiseaux  
L'aviculture Française, Editions Rosset, 77-78

Cherrid J, 1988  
La réglementation des œufs en coquille destinés à l'alimentation humaine  
L'aviculture Française, Editions Rosset, 773-784

Colin M, 2002  
Salmonella SPP  
Site : [http : // www.afssa.fr](http://www.afssa.fr)

Danuser J, 2004  
Les denrées alimentaires d'origine animale sont sûres.  
Autorités Fédérales de la confédération Suisse  
Rapport suisse sur les zoonoses 2003:  
Site: [www.bvet.admin.ch/info-service/f/publikationen/magazin/1\\_index.html](http://www.bvet.admin.ch/info-service/f/publikationen/magazin/1_index.html)

Dehin R ; Aubry J, 2005  
La salmonellose  
Site : [http : // www.reseau.proteus.net](http://www.reseau.proteus.net)

Desaulniers M ; Dubost M, 2003  
Table de composition des aliments.Département de nutrition, Université de Montréal. Canada.

Din Nam Lâm ; Carls M ; Tripodi A ; Brugère Picoux J et Bodin G, 2000  
Etude bactériologique des infections par le genre salmonella chez le canard dans la province de cantho (Viet Nam )  
Revue de Médecine Vétérinaire, 2000, 151,10, 955-964

Drouin P ; Fournier G et Tous JY, 2000  
La conduite de la décontamination des poulaillers des pondeuses en cage vis a vis de Salmonella.  
Sciences et techniques Avicoles. Hors série, Septembre 2000,53 – 61

Ejeta G ; Molla B ; Alemayehu D et Muckle A, 2004  
Salmonella serotypes isolated from minced meat beef mutton and pork in Addis Ababa. Ethiopia.  
Revue de Médecine Vétérinaire, 2004, 155, 11, 547-551

Euzéby J.P, 1997  
Revised Salmonella nomenclature: designation of Salmonella enterica.  
Site: [http: // www.bacterio.cict.fr](http://www.bacterio.cict.fr)

Farra G ; Vigne J, 1979  
Les toxi infections alimentaires.  
Larousse médical, 3, 25267

Fontaine M, 1993  
Vade Mecum du vétérinaire .XV<sup>e</sup> édition. Volume 3, 1420-1421.

Ganière JP, 2004  
Maladie Réputées contagieuse ou à déclaration obligatoire des oiseaux. Ecole nationale  
Vétérinaire de Nantes  
Site: [http : // www. Vet - alfort .fr](http://www.Vet-alfort.fr)

Gardin Y, 1994  
La qualité immunitaire du poussin. Gamme aviaire Intervet

Gayon U, 2005  
Recherche sur les altérations spontanées des œufs.  
Analyse scientifique de l'école normal supérieure, 2<sup>e</sup> série Tome 4 (1875), 205-302

Goater E, 1988  
La prévention des maladies transmissibles par l'œuf  
L'aviculture Française, Editions Rosset, 611 -616

Gordon RF, 1979.  
Pathologie des volailles. Editions Maloine, 29-36.

Gounand P, 1988  
L'industrie des ovo produits : Aspects technologiques  
L'aviculture Française, Editions Rosset, 785- 800

Guignard A ; Lemane F et Vallée T, 1992  
Bilan rétrospectif des sérotypes de salmonelles isolées au laboratoire Vétérinaire de la réunion de  
1980 à 1989.  
Revue de Médecine vétérinaire, 1992, 143, 8-9, 667-675

Guillaume P.Y, 2004  
Les Milieux de culture en boîte  
Site : [http : //www.lesmilieuxdecultureenmicrobiologie. htm](http://www.lesmilieuxdecultureenmicrobiologie.htm)

Guillou M, 1988  
La poulette et la pondeuse d'œufs de consommation.  
L'aviculture Française, Editions Rosset, 297-318

Guiraud J ; Galzy P, 1987  
L'analyse microbiologique dans les industries alimentaires. Edition de l'usine nouvelle, 64-68 ;  
149-158

Hacini N ; Rosier J et Chikeri A, 1993

Contamination artificielle par des salmonelles de viandes de volailles séparées mécaniquement et stérilisées par ionisation.

Recueil de Médecine Vétérinaire, 1994, 170 (4/5), 237 -243

Haeghebaert S ; Sulem P ; Deroudile L ; Vanneroy - Adenot F ; Bagnis O ; Bouvet P ; Grimont F ; Bisabois A ; Le querrec F ; Hervy C ; Espié E ; De Valk H et Vaillant V, 2003.

Deux épidémies de salmonelloses à *Salmonella enteritidis* lysotype 8 liées à la consommation de cantal au lait cru, 151-156

Site : [http : //www. Eurosurveillance.org](http://www.Eurosurveillance.org)

Humbert F ; Morvan H, 1996

Isolement et identification de Salmonelles en élevage avicole. Programme d'accréditation N° 116 du COFRAC, 1-16

Huyghebaert G ; Daeseleire E ; Delahaut P, 2005

Contrôle de la présence des résidus de coccidiostatiques

Site: [http: // www.belspo.be](http://www.belspo.be)

Kokosharov T, 2001

Some observations on the coecal microflora of the chickens during experimental acute fowl typhoid.

Revue de Médecine Vétérinaire, 2001, 152, 7, 531 - 534

Le Coannet J, 1992

Les salmonelloses aviaires. Manuel de pathologie aviaire. Ecole nationale Vétérinaire d'Alfort, 225-235. Faculté de Médecine Vétérinaire, Université de Montréal (Québec)

Le Minor L ; Veron M, 1989

Bactériologie médicale, 2<sup>e</sup> édition, Flammarion, 411- 427, 581- 587

Lerrer B ; Gilboa – Gaber N, 2001

Canadian journal of microbiologie, volume 47, N° 12, Dec 2001, 1095 -1100

Leyral G ; Vierling H, 1997

Microbiologie et toxicologie des aliments. Editions Doin, 2<sup>e</sup> édition, 106 -108

Leyral G ; Vierling H, 2001

Microbiologie et toxicologie des aliments. Editions Doin, 3<sup>e</sup> édition, 101-112

Linton A.H, 1983  
Guidelines on prevention and control of Salmonellosis, 36-42

Michaux A, 2005  
La constitution de l'œuf et mécanisme de la ponte.  
Site : [http:// www.Copie \(2\) de Article% 20mai% 202004.htm](http://www.Copie(2)deArticle%20mai%202004.htm)

Molla B; Mesfin A, 2003  
A survey of salmonella contamination in chicken carcass and giblets in central Ethiopia  
Revue de Médecine Vétérinaire, 2003, 154, 4, 267 - 270

Mouas H ; Bouchaud O, 2000  
Les Toxi infections alimentaires collectives, 107-109

Myllemann Y, 1997  
Les marqueurs épidémiologiques des salmonelles.  
Veterinary Research, 1998, 29, 3 – 19

N Dayo Wouafo M ; Njine T et Tailliez R, 1998  
Hygiène et qualité microbiologique des crèmes glacées produites au Cameroun.  
Un problème de santé publique.  
Site : [http : //www.pathexo.fr](http://www.pathexo.fr)

Pedro N.Acha ; Boris szyfres, 1989  
Zoonoses et maladies transmissibles à l'homme et aux animaux.  
2<sup>e</sup> édition office national des épizooties, 156- 164

Perronne C, 1999  
Maladies infectieuses 1. Editions Doin, 220-221

Petit F, 1991  
Les maladies bactériennes. Manuel de pathologie en Afrique. Rhône – Mérieux, 68

Pilet C ; Bourdon JL ; Toma B ; Marchal N et Balastre C, 1983  
Bactériologie médicale et vétérinaire, 2<sup>e</sup> édition, 121-138

Plésiat P, 2005  
Pseudomonas, cours 1, CHU Besançon  
Site : [http:// medecinepharmacie .univ](http://medecinepharmacie.univ)

Protais J, 1988  
La qualité de l'œuf de consommation  
L'aviculture Française, Editions Rosset, 761-772

Rampling A, 1993  
Cinq ans de Salmonella enteritidis.  
Lancet 342, 317-318

Regguem (groupe avicole du centre)  
Réflexion relative à l'éradication des salmonelloses aviaires en Algérie, 1-10  
Site : <http://www.gredaal.ifrance.com>

Renault L, 1988  
Les maladies à tropisme digestif majeur.  
L'aviculture Française, Editions Rosset, 519-520

Richard C, 1981  
Les bactéries qui peuvent être confondues au laboratoire avec les Salmonelles et les Shigelles.  
Feuillets de biologie, 1981, 22, 37 - 41

Sauveur B, 1988  
Reproduction des Volailles et production d'œufs. Edition INRA, 11-49 ; 347-375 ; 377-431.

Shuman JD; Sheldon BW, 1997  
Thermal resistance of salmonella and Listeria monocytogenes in liquid egg yolk and egg white.  
Journal of food protection 60,634 -638

Stordeur P ; Mainil J, 2002  
La colibacillose aviaire.  
Annales de Médecine Vétérinaire, 2002, 146, 11-18

Stover et al, 2000  
Pseudomonas Aeruginosa. Nature, 406, 959 -964  
Site : <http://www.pseudomonas.com/>

Tétry A ; Crimail P, 1981.  
La grande Encyclopédie Larousse, Œuf, 14, 8732 – 8736

Thiebault D, 2005  
Les organes génitaux des oiseaux  
Site : [http : // www.oiseaux .net](http://www.oiseaux.net)

Vanmarcke J, 1997  
Les principaux facteurs responsables des chutes de ponte. Rhône Mérieux, 1-6

Villate D, 1997  
Maladies des volailles. Editions France Agricole, 242- 258

Wall P ; Maillot E ; Karaitianou – Velonaki A ; Wijgergans L ; De Mateo S ; et De Jong B, 1997  
Réduction du risque de salmonelloses dues aux œufs, 86- 88  
Site : [http : //www. eurosurveillance .org](http://www.eurosurveillance.org)