



DONNÉES SCIENTIFIQUES SUR LA QUALITÉ DES ŒUFS

“Si, sur mon lit de mort, on me demandait de nommer la chose la plus parfaite au monde, je me permettrais de répondre l’œuf.”

— T.S. Higginson, 1863

QUALITÉ DES ŒUFS

Un œuf frais de bonne qualité a une forme elliptique et une coquille lisse et brillante, sans fissure ou autre défaut. Pour les variétés à œufs blancs, la coquille est uniformément blanche, alors que pour les variétés à œufs bruns, elle est d’un brun foncé uniforme. Après avoir cassé l’œuf et versé son contenu sur une surface plane, l’albumen doit être clair ou légèrement opaque, gélatineux et contenu. Il ne devrait pas y avoir d’inclusions (tâches de sang, de chair). Le jaune intact doit être d’un jaune vif à orangé et être retenu au centre de l’œuf par une chalaze de taille moyenne. Le contenu de l’œuf doit être inodore et sans contamination de micro-organismes.



L'APPAREIL REPRODUCTEUR DE LA POULE

L'appareil reproducteur de la poule se nomme l'oviducte. Les femelles de nombreuses espèces animales ont deux oviductes fonctionnels. Toutefois, chez la volaille, seulement celui de gauche se développe. La formation de l'œuf dans l'oviducte prend environ 24 à 28 heures, de l'ovulation jusqu'à la ponte (oviposition).

Ovaire

L'ovule (le jaune) croît et parvient à maturité dans les follicules sur l'ovaire. Le follicule à maturité se rompt et relâche l'ovule dans l'oviducte (ovulation). L'ovulation survient habituellement quelques minutes après la ponte de l'œuf précédent par la poule.

Le jaune ne subit aucun autre développement après l'ovulation. La taille du jaune est un élément important pour les industriels de l'œuf puisque le jaune contient 70% de la matière sèche. La couleur du jaune est une autre caractéristique notable pour les consommateurs et les clients. La couleur est uniquement déterminée par la quantité et les types de pigments naturels ou synthétiques contenus dans l'alimentation de la poule et sa capacité à absorber et à assimiler ces pigments. Par conséquent, la couleur du jaune n'est pas un trait de sélection important pour les entreprises de génétique.

Infundibulum

La fonction principale de l'Infundibulum, en forme d'entonnoir, est de saisir le jaune à partir de l'ovaire au moment de l'ovulation. La première couche de l'épais albumen entourant le jaune est sécrétée dans l'infundibulum. Les chalazes sont des brins torsadés d'albumen qui servent à retenir le jaune au centre de l'œuf. L'œuf ne reste que 15 à 30 minutes dans l'infundibulum avant de passer dans le magnum.

Magnum

La partie la plus large de l'oviducte se nomme le magnum, là où l'albumen ou "blanc d'œuf" se développe autour du jaune. L'albumen entourant le jaune est composé de quatre couches distinctes d'albumen aqueux (couche mince externe et interne d'albumen) et d'albumen épais, semi-solide (albumen chalazophore et couches internes épaisses). L'albumen épais représente la plus grande partie de l'albumen. L'albumen de l'œuf représente environ 60% de l'œuf entier et contient plus de 40 protéines différentes. Les principales protéines sont l'ovalbumine, l'ovotransferrine, l'ovomucoïde et les ovoglobulines. L'ovomucine, une protéine fibreuse, est importante pour la qualité de l'albumen parce qu'elle maintient fermement l'albumen dans une matière gélatineuse qui lui donne sa forme et sa consistance.

Mise à jour technique – LA QUALITÉ DES ŒUFS

APPAREIL REPRODUCTEUR

FORMATION DE LA COQUILLE DE L'ŒUF

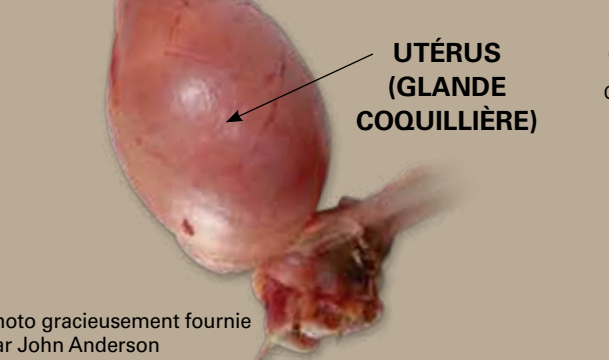
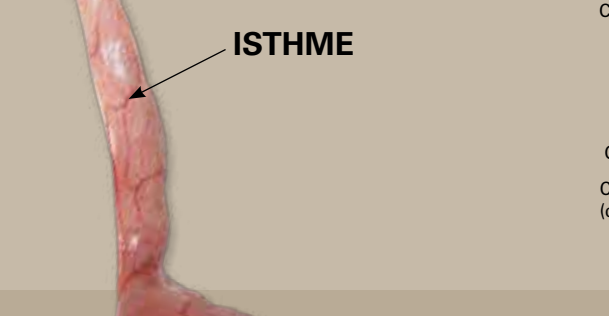
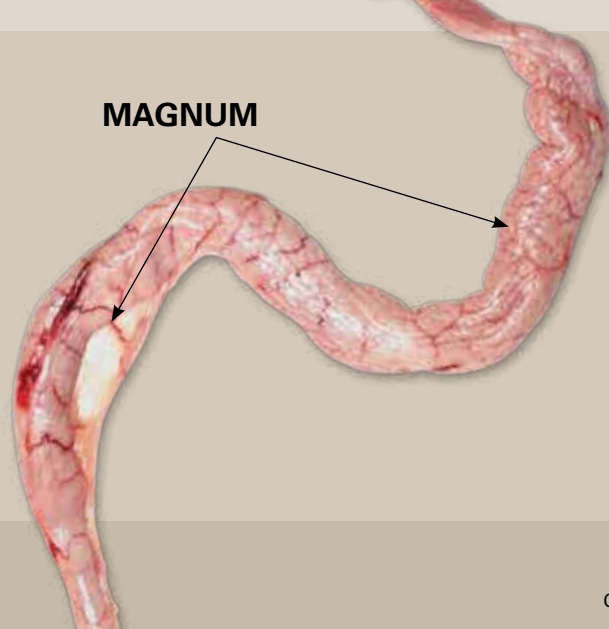
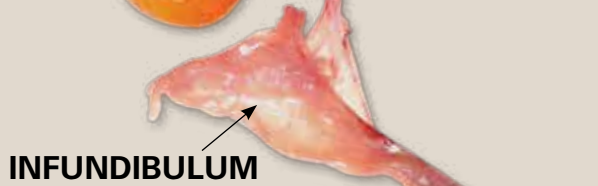
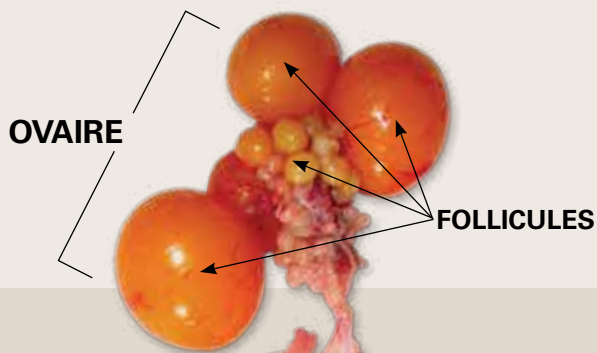
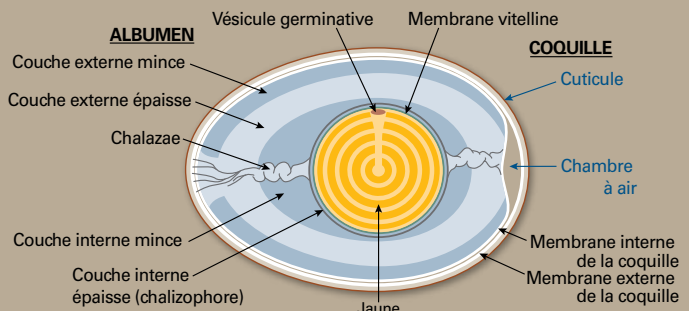
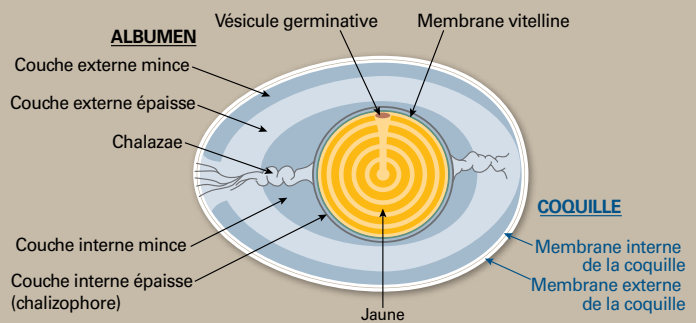
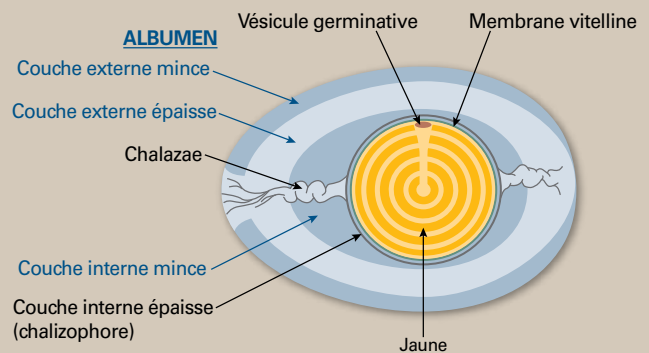
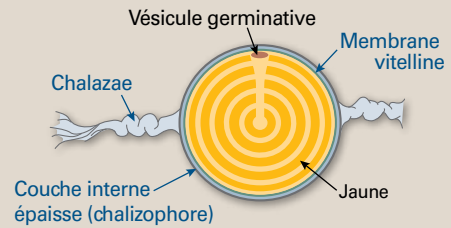
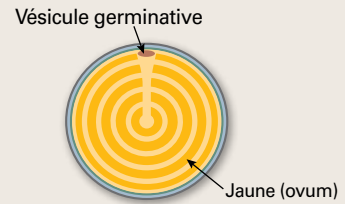


Photo gracieusement fournie par John Anderson Université de l'Etat de l'Ohio



© Hy-Line International

On reconnaît un oeuf frais de bonne qualité à son albumen compact, "contenu" et gélatineux. Un albumen aqueux n'est pas apprécié des consommateurs et est associé à un oeuf pas frais. La quantité d'albumen épais est plus élevée au moment de la ponte; ensuite il se dégrade lentement sous l'action de l'enzyme lysozyme. L'âge de l'oeuf et sa température d'entreposage affectent le rythme de transformation de l'albumen épais en albumen plus aqueux. L'albumen est de moins en moins épais à mesure que la poule vieillit. Certaines maladies affectant l'oviducte comme la Bronchite Infectieuse et le syndrome de chute de ponte peuvent diminuer la quantité d'albumen épais, tout comme le stress. Il est possible d'augmenter la quantité d'albumen épais grâce à la sélection génétique, et il existe d'importantes différences entre les variétés commerciales.

Isthme

À cet endroit de l'oviducte, les membranes de la coquille (interne et externe) sont ajoutées à l'œuf en développement. Dans l'isthme, des structures spécialisées appelées corps mammillaires sont sécrétées sur les membranes de la coquille. Ces structures sont importantes dans le processus de calcification de la coquille de l'œuf.

Utérus

L'utérus, communément appelé glande coquillière, est le site de formation de la coquille de l'œuf. En quittant l'isthme, les membranes de la coquille de l'œuf sont molles et plissées, mais elles se rafermissent lorsque l'œuf entre dans l'utérus par un processus appelé "effet repulpant". L'eau est aspirée par les membranes de l'oeuf jusqu'à l'albumen. Le volume de l'albumen double durant cet "effet repulpant" et donne sa forme finale à l'oeuf. Il est essentiel que la membrane se rafermisse et que les plis se tendent afin d'obtenir une coquille bien constituée et d'optimiser le transfert de calcium pendant la formation de la coquille. "L'effet repulpant" de l'albumen diminue à mesure que la poule vieillit ou en raison de maladies comme la Bronchite Infectieuse et le syndrome de chute de ponte.

Une circulation sanguine élevée dans l'utérus assurera le transfert de grandes quantités de calcium à l'oeuf. Habituellement, 2 à 3 grammes de calcium s'ajoutent lors de la formation de la coquille. Les ions de calcium et de carbonate dans le sang sont transférés au liquide utérin

dans lequel baigne la membrane externe de la coquille. Le calcium est transporté vers l'œuf à un taux de 300 milligrammes par heure.

Vagin

Le vagin ne joue aucun rôle dans le développement de l'œuf. L'œuf est maintenu dans le vagin jusqu'à ce que la poule soit au nid, prête à pondre.

L'appareil reproducteur

	Longueur	Temps de formation de l'œuf
Infundibulum	10 cm	15-30 minutes
Magnum	30 cm	2-3 heures
Isthme	10 cm	1 heure
Utérus	8 cm	18-20 heures

COUCHES DE LA COQUILLE D'ŒUF

Membrane de la coquille

Les membranes de la coquille se posent sur l'œuf dans l'oviducte, au niveau de l'isthme. La coquille calcifiée se forme sur la membrane de l'œuf. Tout défaut dans la membrane de la coquille ou toute incapacité à obtenir un "effet repulpant" de l'albumen causera une calcification déficiente, une mauvaise structure et une coquille plus fragile.

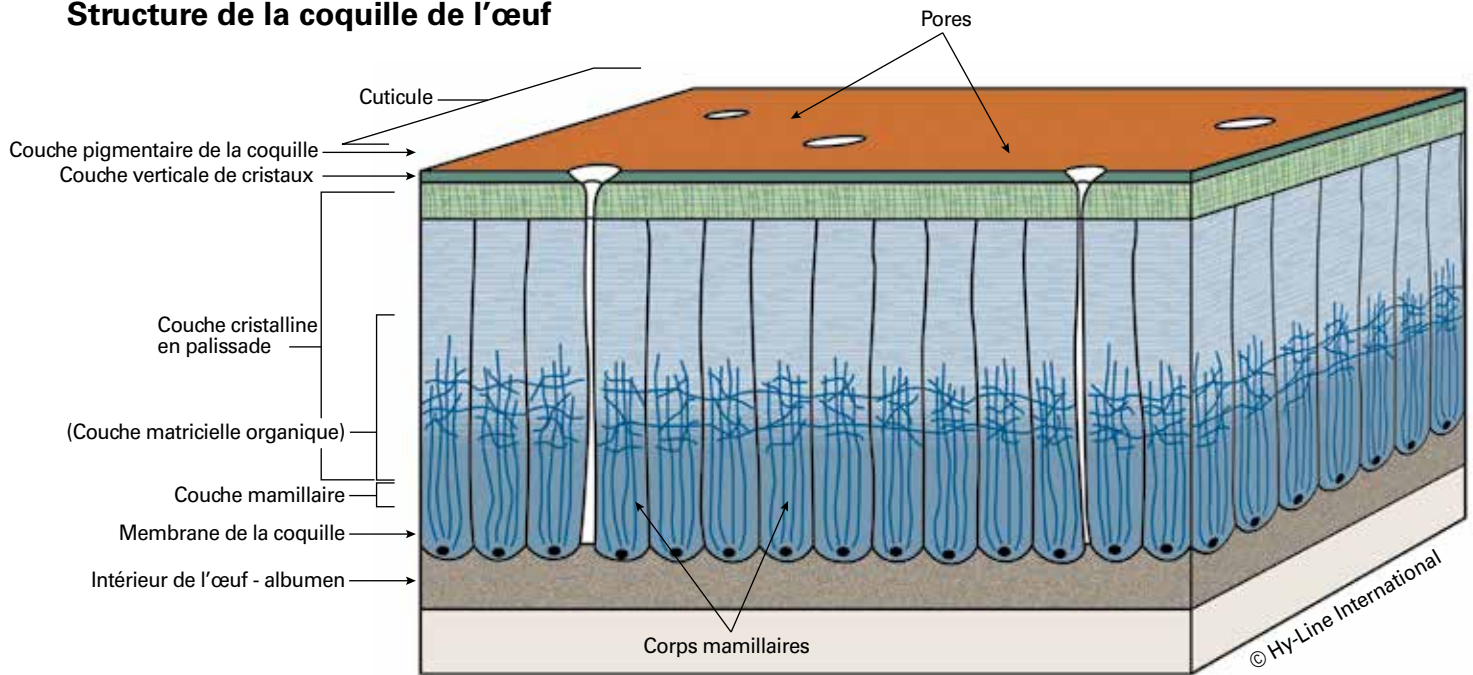
Couche mammillaire

Dans l'isthme, les corps mamillaires se développent sur la membrane de l'œuf. Ces corps sont solidement attachés à la membrane externe de la coquille et sont importants pour amorcer le processus de calcification de la coquille. Les corps mamillaires forment une pellicule lisse qui recouvre entièrement la membrane de la coquille. La répartition des corps mamillaires dépend de facteurs génétiques. Tout problème concernant cette couche entraînera une mauvaise répartition à la surface de la coquille et une faible solidité de coquille.

Couche matricielle organique

Dans l'utérus, la calcification de la coquille débute par la production, par les corps mamillaires, d'une structure de fibres de protéines. Cette structure organique se retrouve dans la couche de cristaux de la coquille et

Structure de la coquille de l'œuf



constitue un entrelacement sur lequel les sels de calcium se cristallisent lorsque la coquille se forme. Elle renforce la coquille en orientant correctement les cristaux de calcium pour former une structure en palissade (colonnes). Les fibres de protéines de la structure organique sont généralement formées parallèlement à la surface de la membrane de la coquille et donnent à l'œuf son élasticité et sa résistance aux chocs. Les problèmes dans la formation de cette structure organique nuisent à la solidité de la coquille, même si cette-ci est assez épaisse. Les coquilles dont la structure organique est mal formée seront plus "friables" et fragiles.

Couche cristalline en palissade

La couche cristalline est composée de cristaux de calcium denses en forme de palissades. Ces parois de cristaux de calcium sont perpendiculaires à la surface de la coquille pour plus de résistance. Elles fusionnent pour former une proto-céramique à mesure que la coquille épaisse. La majorité des cristaux sont des carbonates de calcium (96%) et quelques cristaux de carbonate de magnésium et de phosphate tricalcique. Le magnésium est important puisqu'il durcit la structure de la coquille. La couche cristalline constitue la plus grande partie de la coquille et lui donne sa force mécanique. L'épaisseur de la coquille déposée sur les œufs dépend de la durée de leur séjour dans l'utérus (glande coquillière) et du taux de transfert de calcium par le liquide utérin. Normalement, une poule sécrète une quantité

assez constante de coquille d'œuf chaque jour, peu importe la taille de l'œuf. L'épaisseur de la coquille diminue à mesure que la poule vieillit car les œufs deviennent plus gros. De plus, cette diminution varie en fonction de l'alimentation et la génétique. L'épaisseur de la coquille se rétablit lorsque la poule mue. La chaleur, le stress et les maladies peuvent aussi nuire à l'épaisseur de la coquille.

Couche verticale de cristaux

La couche verticale de cristaux est la dernière couche extérieure de l'œuf. C'est une mince couche de cristaux de calcium dense, perpendiculaire à la surface de la coquille, qui lui donne sa solidité et sa douceur.

Couche de pigments

Les pigments de la coquille d'œuf se déposent sur la coquille à la fin du processus de calcification. Les couleurs des coquilles des œufs bruns et des œufs blancs viennent des mêmes pigments, mais déposés à des taux différents dans la cuticule et les couches calcifiées extérieures de la coquille. Les poules commerciales pondent des œufs de couleur allant du blanc pur au beige-crème jusqu'au brun clair et au brun soutenu. Les différentes couleurs proviennent des combinaisons de nuances. Les principaux pigments de la coquille sont la protoporphyrine et la biliverdine; ils sont produits durant le métabolisme de l'hémoglobine, la molécule qui

transporte l'oxygène dans les globules rouges. Ces pigments sont transportés par le sang depuis le foie jusqu'à l'utérus. Les pigments de la coquille peuvent aussi être produits par les globules rouges de l'utérus. Les jeunes poules produisent davantage de pigments, mais cette production diminue avec l'âge. Normalement, une poule adulte sécrète une quantité assez constante de pigments, peu importe la taille de l'œuf. La couleur de la coquille se rétablit chez les vieilles poules après une mue. Les maladies qui touchent le système reproducteur peuvent causer une perte de pigmentation. Le stress général et l'exposition à la lumière du soleil peuvent aussi atténuer la couleur de la coquille. La génétique joue un rôle important dans la couleur de la coquille, et des variétés supérieures ont été créées grâce à la sélection de traits pour obtenir des couleurs foncées et uniformes chez les poules brunes, et un blanc pur chez les poules blanches.

La présence de tâches est courante sur les œufs bruns. Les zones mouchetées sont une concentration plus forte de dépôts de pigments. Sur le plan de l'évolution, les tâches sont une caractéristique adaptative; la plupart des espèces d'oiseaux sauvages l'utilise comme camouflage pour cacher leurs œufs. Durant l'évolution de la poule moderne, les mouchetures avaient un avantage sur le plan de la sélection naturelle, or maintenant nous travaillons contre nature pour les éliminer. La génétique a réussi à les réduire, mais il faut être prudent car cela peut nuire à la couleur générale de la coquille.

Cuticule

La dernière couche extérieure de la coquille est la cuticule, une couche protéique non calcifiée déposée sur la coquille juste avant de quitter l'utérus. La cuticule donne cette apparence lisse et brillante à l'œuf fraîchement pondu. Elle protège aussi l'œuf contre les micro-organismes. Si on lave les œufs on enlève la cuticule. À la surface de la cuticule se trouvent des pores (ouvertures) qui vont jusqu'à la couche calcifiée de la membrane de l'œuf. Ces pores permettent l'échange de gaz (oxygène à l'intérieur de l'œuf, CO₂ à l'extérieur) et la perte en eau depuis l'intérieur de l'œuf. Un œuf normal contient 6 500 pores, la plus grande concentration se situant à l'extrémité la plus arrondie de la coquille, au-dessus de l'alvéole.

Tâches de sang et de chair

Les tâches de sang et de chair sont des inclusions indésirables contenues parfois dans l'œuf. Elles diminuent l'acceptabilité de l'œuf pour les consommateurs et boulangeries. Les tâches de sang proviennent habituellement d'une hémorragie à l'intérieur du follicule ovarien survenue avant ou pendant l'ovulation. Ce sang est transporté avec le jaune dans l'oviducte et s'intègre au contenu de l'œuf. Il a l'apparence de stries rouge vif ou de caillots collés au jaune ou en suspension dans l'albumen.

Les tâches de chair sont plus foncées, granulaires, et présentes dans l'albumen. Elles peuvent provenir de débris de cellules de l'oviducte intégrés dans l'œuf avant que les membranes de la coquille ne soient sécrétées. Ces débris de chair peuvent aussi être des tâches de sang d'une hémorragie survenue quelques jours avant l'ovulation, l'hémoglobine s'étant ensuite dégradée et colorée d'une teinte foncée.

Les tâches de sang et de chair dans les œufs bruns sont plus fréquentes que dans les œufs blancs. La sélection génétique permet d'en réduire l'incidence. Hy-Line a développé un système de score des tâches de sang et de chair séparément pour chaque œuf traité au Laboratoire de qualité des œufs afin d'évaluer ces imperfections. Les données sont ensuite intégrées au processus de sélection, puis des variétés commerciales à très faible incidence sont conçues.

S'ASSURER DE LA BONNE QUALITÉ DES ŒUFS

Lutte contre les maladies

Afin de minimiser l'incidence des maladies infectieuses sur un troupeau, il est important d'avoir le bon diagnostic et de disposer des bons programmes de vaccination. La bronchite infectieuse et le syndrome de la chute de ponte ont déjà été mentionnés comme ayant des conséquences significatives sur la qualité de la coquille. D'autres maladies pourraient nuire à l'apparence de la coquille telles que la maladie de Newcastle et la grippe aviaire. Le stress causé par une maladie quelle qu'elle soit peut nuire à la qualité des œufs.

Nutrition

La solidité de la coquille dépend du métabolisme du calcium de la poule, qui se présente sous forme de circulation dynamique de calcium allant des aliments et de l'os à l'utérus. Il y a une perte de 2 à 2,5 g de calcium par œuf produit, peu importe la taille de l'œuf. Ce besoin en calcium doit être fourni dans les aliments, mais la poule peut aussi puiser du calcium dans ses réserves médullaires pour former la coquille. Ces réserves médullaires, relativement petites mais utiles, complètent l'apport nutritionnel en fournissant tout au plus 5% du calcium pour former la coquille. Le calcium dans les aliments vient reconstituer ces réserves médullaires lorsqu'aucune coquille n'est formée et les jours non productifs. Si elle n'est pas reconstituée à cause d'une insuffisance de calcium alimentaire ou si d'autres nutriments sont insuffisants, cette réserve peut s'épuiser en 10 à 14 jours. Dans ce cas, l'oiseau peut aller puiser du calcium dans ses os. Toutefois, le calcium ne pourra être rétabli que lorsque les niveaux d'oestrogènes auront diminué et que la production cessera pour la période de mue. Par conséquent, les os sont moins solides à cause de cette perte de calcium.

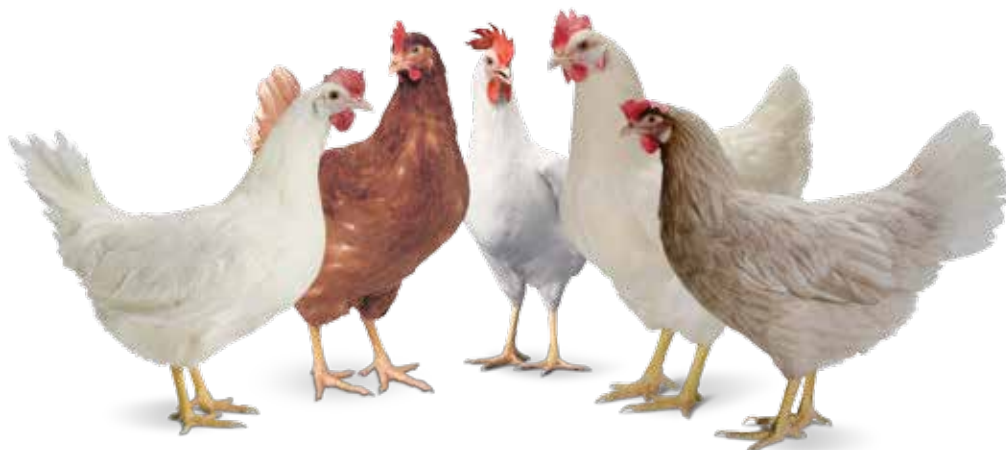
La qualité de la coquille ne peut être maintenue que si les aliments de la poule pondeuse contiennent des niveaux appropriés de calcium, de phosphore et de vitamine D. D'autres oligo-éléments comme le magnésium, le fer, le cuivre, le manganèse, le zinc, la vitamine K et certains autres acides aminés servent au transport du calcium et au renouvellement des cellules osseuses. Certaines vitamines B (acide folique, niacine, B12) ont même montré des effets bénéfiques sur la qualité de la coquille.

L'équilibre des électrolytes alimentaires est aussi à prendre en compte dans la qualité de la coquille en raison de son impact sur la minéralisation de la coquille. Il faut éviter en général des niveaux élevés de chlorure alimentaire. Les bienfaits sur la qualité de la coquille ont été démontrés lorsqu'on remplaçait une proportion de sodium du sel par du sodium de bicarbonate de sodium ou de carbonate de sodium.

La vitamine D est essentielle à l'absorption intestinale du calcium et du phosphore. Le phosphore est faiblement présent dans la coquille, mais il est important pour la reconstitution de l'os médullaire. Ainsi, il doit y avoir suffisamment de phosphore dans

Les éléments nutritifs qui favorisent une coquille d'œuf de bonne qualité

	Croissance	Pré-poncte	Du premier œuf au pic	Pic à 90%	90 à 85%	Moins de 85%
Calcium	1,0%	2,5 – 2,75%	4,0 – 4,2 g/jour	4,25 g/jour	4,40 g/jour	4,50 g/jour
Phosphore disponible	0,48%	0,5%	0,5 g	0,48 g	0,46 g	0,40 g
Vitamine D, UI par jour	3 300 000 UI /tonne d'aliment					
TAILLE DE PARTICULES DE CARBONATE DE CALCIUM						
Fine – <1 mm	100%	50%	45%	40%	35%	30%
Grosse – 2-4 mm	0%	50%	55%	60%	65%	70%



l'alimentation pour assurer l'assimilation du calcium dans la matrice osseuse. La mobilisation du calcium provenant des os n'est pas efficace et devrait être réduite au minimum en offrant surtout des sources de calcium alimentaire. L'alimentation en fin d'après-midi, de nuit et en particules de calcaire grossières prolongent l'absorption du calcium alimentaire pendant la nuit. Ces mesures préservent l'os médullaire et diminuent la demande en phosphore alimentaire.

Les recommandations concernant l'apport alimentaire minimum en calcium et en phosphore sont fournies dans le tableau ci-dessous. Il faut consulter les guides de gestion de Hy-Line pour connaître les niveaux précis des autres nutriments et oligo-éléments. Les recommandations sont publiées à titre de référence, car il faut tenir compte du niveau de production. Les poules qui pondent plus d'œufs que les normes Hy-Line auront des besoins plus grands en calcium pour former les coquilles, et la concentration nutritionnelle devra être ajustée en conséquence. Il faut également accorder une attention supplémentaire à la source de calcium, puisque la solubilité du calcaire selon la source et sa disponibilité pour l'oiseau varie.

COUP DE CHALEUR ET QUALITÉ DE LA COQUILLE

Un lot soumis à un coup de chaleur pond souvent des œufs dont la coquille est mince et moins solide en raison des perturbations acides ou basiques dans le sang causées par une accélération respiratoire (hyperventilation). En haletant pour diminuer sa température corporelle, la poule perd une quantité excessive de CO₂ sanguin. Cette baisse de CO₂ augmente le pH sanguin qui devient plus alcaline. Le pH sanguin plus élevé réduit la quantité de calcium ionisé et de carbonate amenée à l'utérus pour former la coquille. Augmenter le calcium alimentaire ne règle pas le problème.

Un coup de chaleur réduit la prise alimentaire et contribue à amincir les coquilles. L'équilibre d'électrolytes alimentaires peut aussi jouer un rôle dans la qualité de la coquille, surtout durant des périodes de stress thermique. La concentration de chlorure dans les aliments devrait être équilibrée rigoureusement par rapport au sodium et au potassium, et même être réduite en période de chaleur. Les sources de bicarbonate offrent aussi d'autres avantages.

MESURE DE QUALITÉ DE LA COQUILLE ET DE L'ŒUF

Épaisseur de la coquille

Beaucoup de laboratoires et d'entreprises n'utilisent que l'épaisseur de la coquille comme indicateur de sa qualité. Toutefois, la coquille est une proto-céramique et ses propriétés fonctionnelles ne sont pas nécessairement reliées à son épaisseur. Une coquille plus souple peut absorber et tolérer plus d'impacts et d'autres forces physiques sans craquer. L'intégrité de la coquille dépend de sa structure et du style de dépôt du calcium (p. ex. la taille des cristaux et la répartition) pour former les différentes couches de la coquille. Pour un éleveur, sélectionner seulement en fonction de l'épaisseur de la coquille n'est pas suffisant.

Score de perforation

Le score de perforation est un test utilisé afin de mesurer la plasticité de la coquille. Puisque le test n'endommage pas l'intégrité de la coquille, le score de perforation peut se faire à plusieurs endroits sur la coquille pour plus de précision. Cette mesure nécessite des instruments et un calibrage particuliers; elle est peu utilisée dans l'industrie comme mesure de la qualité de la coquille.

Résistance aux bris

La résistance aux bris mesure la force nécessaire pour briser la coquille. Il s'agit d'une mesure de résistance pure et simple et, puisqu'elle est destructive, ne se fait qu'une fois par œuf.

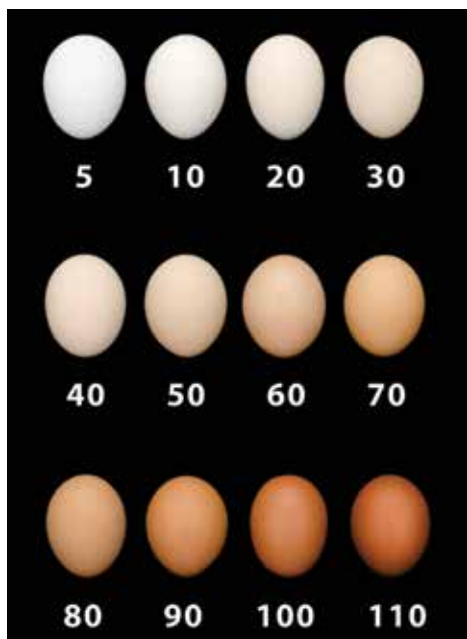
Résonance acoustique

De nombreuses études et recherches prouvent l'utilité de la résonance acoustique et de ses dérivés comme la "rigidité dynamique" ou la résistance dynamique de la coquille (Kdyn) pour mesurer la qualité de la coquille. L'appareil de test acoustique de l'œuf mis au point par l'Université de Leuven en Belgique fournit des données précises et reproductibles sur la fréquence acoustique et la Kdyn. De plus, le test classe les œufs "fêlés" par rapport aux "normaux" et identifie aussi les microfissures non visibles à l'œil nu.

L'utilisation de la rigidité dynamique pour améliorer la qualité de la coquille est importante lors de la sélection de pondeuses de lignées pures. Hy-Line mesure beaucoup d'œufs pendant toute la période de production afin de mettre l'accent sur cette importante caractéristique dans le processus de sélection.

Couleur de la coquille

La couleur de la coquille est une caractéristique importante à étudier en raison des différentes préférences qui existent sur le marché mondial. Il existe plusieurs options, mais Hy-Line utilise un indicateur interne de couleur de la coquille qui tient compte des valeurs des trois paramètres (L,a,b) du système Minolta® Chroma Meter.



Taille de l'albumen

La taille de l'albumen et les valeurs des unités Haugh ajustées (pour tenir compte du poids de l'œuf) sont mesurées régulièrement. La taille de l'albumen se mesure à mi-chemin entre le bord du jaune et la partie épaisse du blanc d'œuf, au moyen d'un capteur électronique.



La qualité de l'albumen est très importante pour les marchés où l'on consomme beaucoup d'œufs crus. De plus, les unités Haugh

sont utilisées comme indicateur général de la fraîcheur des œufs. Les œufs ayant un albumen et des valeurs d'unités Haugh élevés peuvent être entreposés plus longtemps, tout en conservant une apparence fraîche pour le consommateur.

Poids de l'œuf et du jaune, pourcentage de jaune et de matière sèche

Le poids de l'œuf et du jaune est mesuré au moyen de balances de haute précision. Il est bien connu que le jaune, riche en gras, contient la majorité de la matière sèche de l'œuf, de sorte que la sélection génétique indirecte pour la matière sèche se fait en augmentant la taille relative du jaune.

Le pourcentage de matière sèche est mesuré individuellement pour chaque œuf en séparant les principaux éléments de l'œuf: coquille ainsi que membranes, jaune et albumen. Chaque élément est pesé et des échantillons d'albumen et de jaune sont séchés. C'est un excellent outil de comparaison pour évaluer et contrôler la teneur totale de matière sèche des produits commerciaux.



La formation de l'œuf est fascinante et unique lorsqu'on considère le rôle croissant que jouent les poules dans un monde à la recherche de protéines et d'éléments nutritifs abordables. Peut-être tenons-nous pour acquis la complexité du processus de production d'un œuf de qualité et le nombre de facteurs affectant la qualité du produit final. La santé du troupeau, la gestion, la nutrition, la sélection génétique jouent toutes un rôle essentiel dans le développement d'un produit de grande qualité pour les clients de l'industrie de l'œuf.



Hy-Line International | www.hyline.com

