

# De meilleures défenses naturelles pour l'œuf

## THÉMATIQUE DE RECHERCHE

Dynamique d'élaboration  
des tissus et produits  
animaux

*95 % de la production d'œufs provient de poules élevées en cages conventionnelles. Le bien-être animal étant une préoccupation croissante, la Communauté Européenne impose l'abandon de ce système de production à partir de 2012 pour un élevage au sol, en volière ou en cages aménagées. Ces nouveaux dispositifs, plus satisfaisants pour l'animal, doivent néanmoins être optimisés pour garantir la qualité hygiénique des œufs et éviter leur contamination microbienne.*

Les chercheurs du projet européen EggDefence (2001-2004) puis de Rescape (2006-2009) associés au consortium de l'université de Ghent (Safehouse 2006-2009) ont défini quatre objectifs clés à leur programme pour analyser et réduire ce risque microbien : (1) analyser l'influence du système d'élevage sur la prévalence de Salmonelle afin de minimiser le risque sur les élevages de poules, (2) renforcer les systèmes naturels de défense de l'œuf, (3) améliorer le tri des œufs à risque et (4) explorer de nouvelles méthodes de décontamination des œufs en coquilles ; enfin, informer les professionnels et les consommateurs sur les conditions optimales de production et de conservation de l'œuf. Les nouveaux dispositifs de production d'œufs posent en effet le problème de la garantie sanitaire. La nouvelle réglementation européenne propose de remplacer les cages conventionnelles par des cages aménagées, où les poules pondeuses disposeront d'une plus grande surface au sol, de perchoirs, d'un nid et d'un bain de poussière, voire par des systèmes d'élevage au sol ou en volière. Ces dispositifs sont plus satisfaisants pour le bien-être animal mais nécessitent une plus grande vigilance sanitaire, car l'œuf peut être pollué par la poussière ambiante ou mis en contact avec des éléments souillés. Le principal risque pour l'œuf est une contamination par des Salmonelles Enteritidis, responsables de 60 % des toxi-infections alimentaires lors de la consommation d'œufs crus.

## DÉMARCHE DE RECHERCHE

Ce travail a été conduit dans le cadre de 2 programmes européens coordonnés par Y. Nys (INRA Tours), qui associaient chacun une dizaine de partenaires de recherche, les deux principaux sélectionneurs avicoles issus de différents pays européens (Allemagne, Belgique, Espagne, France, Italie, Royaume-Uni, Suède) et du Canada. Ces programmes ont permis d'identifier de nouveaux outils pour améliorer la qualité des œufs en renforçant ses défenses naturelles et pour optimiser le contrôle sanitaire au niveau de la production ou de la distribution. ➔

## ↳ ÉTAT DES CONNAISSANCES

Les recherches ont montré que la contamination microbienne de l'œuf est dépendante de fissures présentes sur la coquille et de la capacité antimicrobienne des protéines du blanc d'œuf. La pénétration de bactéries dépend donc de l'intégrité de cette barrière et de l'activité biologique des défenses chimiques. Les chercheurs du projet EggDefence ont réussi à identifier les gènes codant pour les protéines qui influencent la fabrication de la coquille, la présence de polymorphisme sur ces gènes expliquant une part de la variabilité de la solidité de la coquille. Autre facteur à contrôler : un refroidissement trop précoce de l'œuf juste après la ponte, car celui-ci favorise la survie d'éventuelles Salmonelles sur la coquille. Les travaux récents, facilités par le séquençage du génome de la poule et basés sur l'usage d'outils moléculaires à haut débit ont permis d'identifier les constituants de l'œuf et d'évaluer leur fonction antimicrobienne. Les approches protéomique et transcriptomique révèlent plusieurs centaines de nouvelles protéines dans l'œuf (coquille, blanc ou jaune). Parmi ces constituants présents à faibles concentrations sont identifiés de nouvelles protéines (ovocalyxines, histones, protéases, antiprotéases...) et peptides (défensines) présentant des caractéristiques suggérant leur activité antimicrobienne. L'activité anti-salmonellique du blanc d'œuf semble héritable ou être influencée par des facteurs du milieu d'élevage.

Les programmes EggDefence et Rescape ont également permis d'identifier plusieurs techniques de mesure instantanée pour évaluer la qualité des œufs entiers. Le son d'une coquille frappée permet d'évaluer son intégrité. L'analyse d'images d'œufs filmés révèle en quelques secondes l'importance de salissure de coquille. L'utilisation d'un faisceau de lumière à différentes longueurs d'ondes permet également de détecter la présence de tâches de sang dans l'œuf sans l'ouvrir. Ces analyses combinées de mesures de la qualité de l'œuf favoriseront l'automatisation du tri des œufs à risques. Enfin, d'autres outils comme le chauffage par micro-ondes ou flux d'air, la génération de gaz à plasma ou l'emballage d'œufs sous gaz contrôlés sont évalués pour réduire la contamination microbienne de l'œuf en surface de coquille. La prochaine étape consistera à adapter l'un de ces dispositifs à une utilisation industrielle, en particulier au niveau des trieuses automatiques qui contrôlent la qualité des œufs avant leur commercialisation.

# Improving the natural defences of eggs

---

**RESEARCH AREA:**

Dynamics of the development of animal tissues and products.

*95% of eggs are produced by hens raised in conventional battery cages. Because animal welfare is an increasing concern, the European Union has imposed a ban on this production system as from 2012, in favour of housing on litter, in barns or in enriched cages. These new provisions, that are more satisfactory for the animals, nonetheless need to be optimised in order to guarantee the hygiene quality of eggs and prevent their microbial contamination.*

Scientists working on the European EggDefence project (2001-2004) and then Rescape (2006-2009), associated with the University of Ghent consortium (Safehouse 2006-2009) defined four key objectives for their programmes in order to analyse and reduce this microbial risk: (1) analysis of the influence of housing systems on the prevalence of Salmonella in order to minimize risks in poultry production facilities, (2) enhancement of the natural defence systems of eggs, (3) improvements to the sorting of eggs at high risk, and (4) exploration of new methods for the decontamination of eggs on the shells. A final aim was to provide information for professionals and consumers on optimum conditions for the production and storage of eggs. Indeed, the new provisions targeting egg production raise the problem of health guarantees. The new European regulations propose replacing conventional battery cages by enriched cages, where laying hens benefit from more space, perches, nests and a dust bath, or even breeding systems on litter or in barns. These provisions are more satisfactory in terms of animal welfare but require greater vigilance with respect to health, because an egg can be polluted by ambient dust or come into contact with soiled matter. The principal risk for an egg is contamination by Salmonella enteritidis, which causes 60% of cases of food poisoning due to consumption of uncooked eggs.

## APPROACH TO RESEARCH

This work has been carried out in the context of two European programmes, each involving a dozen research partners, and two leading poultry breeders from different European countries (Germany, Belgium, Spain, France, Italy, UK, Sweden) and Canada. These programmes have been coordinated by Y. Nys (INRA, Tours). They have enabled the identification of new tools to improve the quality of eggs by enhancing their natural defences, and to optimise health controls at the levels of both production and distribution. ➔

## ➤ STATE OF THE ART

Research has shown that the microbial contamination of eggs is dependent on cracks in their shells and the antimicrobial capacities of egg white proteins. Bacterial penetration thus depends on the integrity of this barrier and the biological activity of chemical defences. Researchers working on the EggDefence project succeeded in identifying the genes coding for the proteins that influence shell production, the presence of polymorphism on these genes explaining some of the variability in shell solidity. Another factor that needs to be controlled is the excessively rapid chilling of eggs just after laying, as this encourages the survival of any Salmonella on their shells. Recent studies, facilitated by sequencing of the chicken genome and based on the use of high throughput molecular tools, have made it possible to identify different egg constituents and evaluate their antimicrobial functions. Proteomic and transcriptomic approaches have revealed several hundreds of new proteins in eggs (shell, white or yolk). Amongst these constituents present at low concentrations, new proteins (ovocalyxins, histones, proteases, antiproteases, etc.) and peptides (defensins) have been identified that exhibit characteristics suggestive of their antimicrobial activity. The anti-Salmonella activity of egg white appears to be heritable or influenced by environmental breeding factors.

The EggDefence and Rescape programmes have also identified several instantaneous measurement techniques that can be used to evaluate the quality of whole eggs. The sound made when tapping on a shell can assess its integrity. Image analysis of eggs can reveal the degree of shell soiling in a few seconds. Use of a light beam at different wavelengths can also detect the presence of blood spots in an egg without opening it. These combined egg quality measurements will enable automation of the sorting of high-risk eggs. Finally, other tools, such as heating by microwaves or air flow, the generation of plasma gas or the packaging of eggs under a controlled gas flow are being assessed in order to reduce the microbial contamination of egg shells. The next stage consists in adapting one of these systems to industrial use, particularly with respect to automatic sorting machines that can verify the quality of eggs before they are made available to consumers.