

L'OVOSEXAGE EN EUROPE : ETAT DES LIEUX ET PERSPECTIVES ETHIQUES ET TECHNIQUES

Maxime Quentin¹, Marie Bourin¹, Joël Gautron², Sophie Réhault-Godbert²

¹INSTITUT TECHNIQUE DE L'AVICULTURE - 37380 NOUZILLY, FRANCE

²INRAE, UNIVERSITE DE TOURS, BOA, 37380 NOUZILLY, FRANCE

RÉSUMÉ

L'une des problématiques majeures de la filière « poules pondeuses/ œufs de consommation » est l'élimination des poussins mâles (frères de pondeuses) due à l'absence de circuit de valorisation de ces animaux (du fait de leur faible rendement en viande). Cette pratique inhérente à la filière concerne près de 50 millions de poussins mâles en France par an. Ce constat questionne l'éthique de la production d'œufs et a été très largement médiatisé ces dernières années. La prise de conscience de cette problématique et des pratiques d'élimination des poussins mâles avaient conduit à l'annonce début 2020 par différents gouvernements européens de l'interdiction de cette pratique d'ici à la fin 2021, ce qui a révélé l'urgence de recourir à des alternatives. A l'heure actuelle, trois stratégies principales sont envisagées : 1) élever les frères de pondeuses et repérer des marchés de valorisation, 2) évaluer les performances d'animaux issus de croisements génétiques où les femelles auraient une production d'œufs satisfaisante et où les mâles seraient valorisés pour leur viande (souches « double fin »), 3) développer des outils de sexage précoce dans l'œuf (*in ovo*) pour éliminer les œufs « mâles » plutôt que les poussins « mâles ». Les avancées relativement récentes sur les techniques d'ovosexage ont permis l'émergence de marchés viables, bien que la plupart des approches présentent encore des marges d'amélioration et que de nouvelles stratégies voient le jour (« genome editing », paramètres d'incubation). Alors que certains couvoirs ont d'ores et déjà investi, il est clair que la question de l'acceptabilité des différentes approches d'ovosexage par les ONG et le consommateur mais également leur viabilité économique pour les professionnels restera au cœur des discussions dans les années à venir.

ABSTRACT

« Sexing eggs in Europe: update from technical and ethical perspectives »

One of the major problems of the "laying hens/table eggs" sector is the culling of male chicks (brothers of layers) due to the lack of an economical market for these animals (low meat yield). This practice, inherent to the egg industry, concerns nearly 50 million male chicks in France per year. This observation questions the ethics of egg production and has been widely publicized in the last years. The awareness of this problem and of the methods used to eliminate male chicks has led to the announcement in early 2020 by various European governments of a ban on this practice by the end of 2021. Such an announcement has precipitated the search for alternatives. At present, three main strategies are being considered: 1) raising layer brothers and identifying new economical markets, 2) evaluating the performance of animals from genetic crosses where females would be raised to produce eggs and males would be raised for their meat ("dual purpose" strains), 3) developing early tools to detect the sex of the embryo in the egg (*in ovo*) to eliminate "male" eggs rather than male chicks. Relatively recent advances in egg sexing techniques have allowed viable markets to emerge, although most approaches still have room for improvement, and new strategies are emerging ("genome editing", incubation parameters). Some hatcheries have already invested in *in ovo*-sexing methods but it is clear that the question of the acceptability of the various ovosexing approaches by NGOs and consumers but also their respective economic viability for professionals will remain at the heart of the discussions in the forthcoming years.

INTRODUCTION

En France, la filière « œufs à couver » ou OAC représente près de 1,8 milliards d'œufs en 2020 (Agreste, Nov. 2021), œufs qui ont donné naissance aux futures poules pondeuses (filière « ponte » / œufs de consommation) et futurs poulets de chair (filière « chair » / viande). Dans la filière « ponte », les poules reproductrices ont été sélectionnées en amont sur des critères de production et de qualité d'œufs. Ces poules fournissent des œufs fertiles dont 50% environ sont des embryons mâles. Cependant, les poussins mâles issus de cette sélection ne sont pas valorisés du fait d'une croissance moindre, de leur faible rendement et d'une qualité de viande médiocre (Mueller et al., 2018). Seul un nombre très limité d'entre eux est élevé comme reproducteurs pour assurer la production des futures poules pondeuses. Les poussins mâles issus de la souche « ponte » sont donc éliminés 1 jour après l'éclosion après sexage. Ainsi, plusieurs milliards de poussins mâles (frères des poules) sont éliminés chaque année dans le monde dont près de 50 millions en France (Agreste, Nov. 2021). Ce constat inhérent aux filières de production modernes, ainsi que les méthodes utilisées pour l'élimination des poussins, soulèvent des questions éthiques majeures. Ces dernières ont été très médiatisées ces dernières années, suite à des actions d'information par des ONG welfaristes. Cette prise de conscience à la fois par les consommateurs et les pouvoirs publics a conduit le 16 octobre 2019, à l'annonce de l'interdiction de l'élimination des poussins mâles de la souche « Ponte » d'ici fin 2021, par les ministres de l'agriculture français et allemand. Une proposition de loi visant à interdire le broyage et le gazage des poussins en souche ponte, a été proposée à l'assemblée nationale en janvier 2020. Cependant, cette proposition a été renvoyée à la commission des affaires économiques, à défaut de constitution d'une commission spéciale dans les délais impartis. La mise en place a donc été retardée en raison d'un timing très serré et des difficultés liées à la crise sanitaire. Néanmoins, l'échéance annoncée a accéléré la recherche d'alternatives en Europe. Trois d'entre elles sont évaluées en parallèle : 1) l'élevage des frères de pondeuses 2) le développement d'outils permettant une détermination du sexe dans l'œuf, avant l'éclosion des poussins et 3) la production de souches « double fin » où les femelles seraient destinées à la production d'œufs et les mâles à la production de viande (Gautron et al., 2021). Certains couvoirs ont d'ores et déjà amorcé la transition en utilisant les outils d'ovosexage disponibles mais certains présentent encore des limites (précision, rapidité, invasivité, coût, etc.) (Bourin et al., 2020). A l'heure où la date d'échéance est révolue, cette revue fait le point sur les avancées des techniques d'ovosexage commercialisées ou à l'échelle de prototype, et les opportunités futures, en termes de développement, de viabilité économique pour les professionnels et d'acceptabilité sociétale.

1. CONTEXTE DE L'ELIMINATION DES POUSSINS D'UN SEXE DANS LES PRODUCTIONS AVICOLES

1.1 Historique et origine de la problématique

En production avicole, l'élimination des poussins d'un sexe concerne la filière de production d'œufs de consommation et la filière de production de foie gras. Elle s'applique lorsque les caractéristiques physiologiques ou phénotypiques de l'un des deux sexes ne remplissent pas les critères de productivité ou de qualité du produit fini. Ainsi, les poussins mâles, frères de poules pondeuses, sont éliminés après éclosion car 1) ils ne pondent pas d'œufs, et 2) leur viande ne satisfait pas les critères de rendement et de qualité nécessaire à leur valorisation sur les marchés actuels. Dans la filière « production de foie gras », seuls les mâles (canards mulards) sont utilisés car le foie des femelles est trop nervuré et trop petit pour être valorisé. Les cannettes sont en partie éliminées à l'éclosion quand elles ne trouvent pas de valorisation sur les marchés export (Europe de l'est, Egypte), ce qui représente environ 50% des 30 millions de canetons femelles éclos chaque année en France (Agreste, Nov. 2021). L'élimination sélective des d'animaux mâles ou femelles dans certaines filières de production est liée à la sélection des animaux depuis des décennies sur des performances zootechniques, qui malheureusement pour ces deux types de production dépendent du sexe de l'animal.

1.2 Etat des lieux en Europe

L'Europe a produit plus de 370 millions de poules pondeuses en 2020 (Commission Européenne, 2021), ce qui représente autant de poussins mâles éliminés, si on considère un sexe ratio équilibré. C'est la Suisse qui, dès janvier 2020, est la première à interdire le broyage des poussins mâles. Elle autorise néanmoins le recours à l'euthanasie gazeuse pour les poussins mâles valorisés dans l'alimentation des zoos, pour les rapaces et reptiles notamment. La France avec près de 48 millions de poules pondeuses est le 3^{ème} producteur en Europe derrière l'Allemagne (56 millions) et la Pologne (50 millions) (Commission Européenne, 2021). C'est en tant que deux des plus gros producteurs de poules pondeuses que l'Allemagne et la France ont dû se positionner très rapidement pour faire face à la montée des questionnements éthiques liés à cette production. Le 20 janvier 2020, l'Allemagne a voté en faveur de l'arrêt de l'élimination des poussins mâles, en précisant le soutien de méthodes permettant un ovosexage avant le 6^{ème} jour d'incubation d'ici à 2024. En juillet 2020, suite à une rencontre franco-allemande sur le sujet, la France a également annoncé la fin de l'élimination des poussins mâles en 2022, un soutien des accoueurs dans le cadre du plan de relance, ainsi que l'ouverture du dialogue au sein de l'interprofession pour la prise en charge des coûts et leur répercussion aux consommateurs. Dans le sillage de cette

déclaration, plusieurs pays Européens ont annoncé s'intéresser à cette démarche : Luxembourg, Finlande, Chypre, Irlande, Espagne, Belgique, Pays-Bas, Grèce, Slovaquie, Portugal.

Quant à la production de foie gras, le marché est essentiellement porté par la France qui assure 75,4% de la production en Europe, devant la Hongrie (13,5%), la Bulgarie (8,5%) l'Espagne (2,5%) et la Belgique (0,1%) (Source : Eurofoiegras, 2020). Ces deux types de production font donc de la France l'un des producteurs les plus concernés par cette prise de conscience éthique.

1.3 Méthodes d'élimination des poussins et destination

Le tri des poussins mâles et femelles est assuré par les couvoirs industriels, à l'éclosion, après sexage. Ce dernier est basé sur des différences anatomiques mâles/femelles existant au niveau du cloaque, sur la couleur des plumes ou sur la taille des rémiges pour les souches de poules pondeuses brunes. Pour la production de foie gras, une lignée de canard autosexable a été développée (Groupes Orvia et Grimaud), ce qui permet un sexage à l'éclosion grâce à la couleur des yeux (yeux rouges pour les femelles et noirs pour les mâles). Les méthodes alors utilisées pour éliminer des poussins mâles et les canetons femelles doivent être le plus rapide possible et s'appuient sur la réglementation en vigueur (RÈGLEMENTS. RÈGLEMENT (CE) No 1099/2009 DU CONSEIL du 24 septembre 2009 sur la protection des animaux au moment de leur mise à mort) ainsi que sur les recommandations de l'American Veterinary Medical Association (AVMA guidelines for the euthanasia of animals). A l'heure actuelle, les poussins mâles sont soit broyés (par une machine pourvue de rouleaux ou de lames à rotation rapide), soit gazés (par dioxyde de carbone). Les poussins mâles de la filière ponte ne reçoivent pas tous le même traitement : environ 15 millions de poussins servent, après euthanasie par voie gazeuse, surgélation et congélation, d'aliment pour les parcs animaliers ou zoos et aussi pour certaines associations de sauvegarde d'animaux sauvages. Les autres poussins euthanasiés peuvent être valorisés par des usines de transformation d'aliments (pour animaux domestiques : le pet-food), être utilisés pour le compostage (Glatz et al., 2011) ou simplement envoyés à l'équarrissage.

1.4 Les alternatives possibles et le choix de l'ovosexage

Parmi les différentes alternatives, trois d'entre elles en particuliers peuvent être envisagées : 1) l'élevage des frères de pondeuses, 2) l'ovosexage et 3) le développement de souches à double fin. D'autres approches comme l'édition du génome ou des conditions particulières d'incubation qui permettraient de déséquilibrer la sex-ratio en faveur des femelles sont également à l'étude (voir 3.2). Pour ce qui est de

l'élevage des frères de pondeuses et de leur valorisation, il n'existe pas encore de marchés pour ce type de produit. Plusieurs initiatives sont à l'étude dans la filière Française. De l'autre côté du Rhin, suite à l'interdiction réglementaire, la majeure partie des poussins mâles éclos en Allemagne sont exportés vers la Pologne puis valorisés comme minerai pour la transformation (saucisse, viande reconstituée) ou les marchés exports. Le développement de souches à double fin ou mixtes est assuré par plusieurs initiatives (suisse et allemande notamment) et de nouveaux croisements de génotypes ont vu le jour. Les élevages en agriculture biologique de ces pays notamment ont fait le choix de souches à double fin mais le coût très élevé de cette approche limite son déploiement dans les filières conventionnelles. Leur productivité dans des conditions d'élevage réalistes ainsi que la qualité des produits dérivés nécessitent d'être optimisés (Gautron et al., 2021).

Ainsi, parmi les différentes alternatives proposées, seul l'ovosexage apparaît à l'heure actuelle raisonnablement applicable rapidement sur le terrain. En effet, il ne modifie pas l'organisation de la filière « œuf » et ne nécessite pas la mise en œuvre de nouveaux marchés en filière volaille de chair. Il concentre finalement l'effort chez les accoueurs comme c'est déjà le cas actuellement.

2. TECHNIQUES D'OVOSEXAGE CHEZ LES OISEAUX

2.1 Dimorphisme sexuel *in ovo* et principe des techniques d'ovosexage

Les méthodes de sexage *in ovo* reposent sur le postulat selon lequel les mâles et les femelles présentent des caractéristiques anatomiques, physiologiques, moléculaires et/ou génétiques (gonosomes : ZZ chez le mâles, ZW chez la femelle) qui permettent la discrimination entre les sexes dès le stade embryonnaire, donc pendant l'incubation. Certaines de ces méthodes sont universelles tandis que d'autres ont été spécifiquement conçues pour des génotypes sélectionnés (exemple : couleur du plumage pour les souches brunes, couleur des yeux pour le canard mulard). Hormis ces deux exemples, la plupart des techniques d'ovosexage disponibles nécessitent le prélèvement de cellules embryonnaires ou de cellules ou fluides dérivés des annexes extra-embryonnaires. La limite de ces dernières techniques est qu'elles dépendent de la cinétique d'apparition des structures/fluides extra-embryonnaires au cours du développement embryonnaire, de la quantité nécessaire d'échantillons pour le sexage et du caractère invasif de certaines d'entre elles. Les techniques développées pour l'espèce *Gallus gallus* sont à priori transposables à l'espèce *Anas platyrhynchos*. De même, la possibilité de détecter des caractères dimorphiques phénotypiques *in ovo* (couleur de plumes pour les souches brunes et couleur des œufs pour le canard), le plus souvent par des

approches spectroscopiques, dépend également du stade de développement où apparaissent ces caractères (dans la deuxième moitié du développement).

2.2 Historique et enjeux (techniques et éthiques) des méthodes d'ovosexage

L'utilisation de l'ovosexage et l'élimination, non plus d'un poussin de 1 jour, mais d'un embryon mâle, n'exonère pas la filière d'apporter l'assurance que l'embryon ne ressent pas de douleur au moment de son élimination. Sur le plan strictement réglementaire aucune précaution particulière n'est nécessaire pour l'élimination des embryons avant le dernier tiers du développement embryonnaire soit 14 jours.

Le développement du système et des connexions nerveuses nécessaires à l'intégration des informations de nociceptions est terminé et potentiellement fonctionnel à 7 jours de développement (Bjornstad et al, 2015). Pourtant, Mellor et Diesch 2007, rapportent l'absence d'activité cérébrale (électro-encéphalogramme) avant le 15^{ème} jour de développement embryonnaire. Ainsi, sans conscience, il ne peut y avoir de souffrance. En outre, ces mêmes auteurs, font également l'hypothèse de la présence de neuromédiateurs, de récepteurs de posture etc. (au niveau du cou) permettant de maintenir l'embryon dans un état de sommeil très profond jusqu'à 18 jours d'incubation. La recherche sur la sensibilité de l'embryon d'oiseau est restreinte, l'approche neuroanatomique de la sensibilité est limitée par l'absence de prise en compte de l'état de conscience. De plus, les travaux sur la mesure de la « conscience embryonnaire » sont anciens et nécessitent d'être actualisés. Ainsi, la science manque aujourd'hui d'information pour la période comprise entre le 8^{ème} et le 15^{ème} jour d'incubation, qui reste une « zone grise ». Les scientifiques s'accordent pour que l'essentiel des efforts soit consacré au développement de méthodes d'ovosexage efficaces avant le 9^{ème} jour d'incubation (en particulier pour les méthodes qui nécessitent le prélèvement d'un composé interne de l'œuf susceptible de perturber le développement normal de l'embryon).

2.3 Synthèse et futur des méthodes d'ovosexage

La synthèse des différentes caractéristiques des outils d'ovosexage actuellement sur le marché ou susceptibles de l'être à court terme est présenté dans le Tableau 1.

Les techniques développées jusqu'alors sont utilisables dès le 9^{ème} jour d'incubation.

Les techniques PlantEGG et Seleggt reposent sur le prélèvement du liquide allantoïque dont la quantité disponible sur des stades plus précoces reste limitante. La méthode Seleggt, issue des travaux de Weissmann et al (2013 / 2014) a donnée naissance à la démarche Respeggt, certifiant que l'œuf est issu d'une filière sans élimination du poussin mâle (<https://www.respeggt.com/fr/>). La démarche

PlantEgg (<https://www.plantegg.de/>) utilise le même outil de prélèvement que Seleggt et a donc les mêmes capacités d'ovosexage. Cette technique basée sur la PCR et la détection génétique a atteint récemment une sensibilité de sexage record à près de 99,5% (Source PlantEgg, 2021). La troisième technique commercialement accessible a été présentée par la startup néerlandaise In-ovo (www.inovo.nl; patent Bruin and Shutterheims 2014). La machine Ella, est née de ce travail et utilise la spectroscopie de masse ultra-rapide pour un rendement d'ovosexage proche de la méthode Seleggt. Peut-on attendre des évolutions de ce type de technique ? Cela paraît improbable que ces techniques d'ovosexage à partir du fluide allantoïque puissent être transposées à des stades antérieurs au 6^{ème} jour d'incubation, jour où ce liquide commence à se former.

Le développement d'approches non invasives est toujours d'actualité même si à l'heure actuelle, elles ne permettent pas d'envisager une application avant 13 jours de développement embryonnaire. L'outil actuellement disponible a été développé par l'entreprise Agri Advance Technologie (AAT gmbh, www.agri-at.com/fr/) filiale du groupe Erich Wesjohann GmbH, lui-même propriétaire des sélection Lohmann et Hyline. Cet outil d'ovosexage nommé « Cheggy » est basé sur les travaux de Golher et al (2017) et utilise l'imagerie hyperspectrale pour reconnaître la couleur de la plume des poules de souche brunes. Le moteur d'intelligence artificielle utilisé pour l'analyse d'image apporte une bonne fiabilité à la méthode puisque le taux d'erreur moyen mesuré sur 50 éclosions impliquant les 4 génétiques utilisées en France est de 4,1% (Source AAT, janvier et juillet 2021) et a pu être réduit à près de 2% pour certaines d'entre elles. La non invasivité de la méthode et le traitement automatisé de l'image permet un très grand rendement (18000 œufs à l'heure) soit près de 10 millions de poules par an.

Plus récemment, la société ORBEM GmbH (<https://www.orbem.ai/>), a proposé une nouvelle méthode d'ovosexage à J14. Elle est basée sur la détection des gonades grâce à l'imagerie par résonance magnétique (IRM). Cette technologie, quoi que tardive, a l'avantage de ne pas avoir de limites génétiques et pourrait potentiellement être utilisées sur plusieurs espèces. Les premiers essais réalisés indiquent un taux de succès proche de 100% (Orbem, données personnelles) mais les vitesses de fonctionnement restent limitées pour le moment (900 œufs/heure). Cette technique est encore au stade du développement industriel. Elle fera l'objet d'un prototype commercial dans le courant de l'année 2022.

Le challenge des méthodes d'ovosexage est de développer des techniques fiables, sans risque pour l'embryon, précoces, de faible coût, applicables à grande échelle et quelles que soient les souches utilisées (blanches ou brunes, sélectionnées ou

rustiques). Il est probable que la méthode idéale n'existe pas encore.

3. AUTRES STRATEGIES ET NOUVELLES QUESTIONS TECHNIQUES ET ETHIQUES ?

3.1 L'édition du génome

Bien que l'acceptabilité sociétale de ces approches reste très faible (Gremmen et al., 2018), certains consommateurs voire certaines ONGs peuvent considérer que l'utilisation d'animaux transgéniques en agriculture est préférable, d'un point de vue éthique, à l'abattage du sexe non désiré (Douglas et Turner, 2020). L'avènement de l'édition du génome par la technique CRISPR/Cas9 met en lumière une nouvelle opportunité de générer potentiellement un sexe qui porterait un marqueur spécifique, détectable dès la ponte de l'œuf (introduction d'un marqueur fluorescent dans un des chromosomes sexuel/société EggXYT) ou de créer une descendance entièrement « femelle » ou entièrement « mâle ». Ainsi, il apparaît urgent de discuter de manière plus globale de l'acceptabilité et du rapport bénéfice/risque potentiel de ces approches dites « OGM » (voir 4.3).

3.2 Paramètres environnementaux

Chez certaines espèces animales, le sex-ratio des descendants peut être affecté par des facteurs environnementaux tels que l'alimentation, la physiologie (Klein et al., 2008), le statut hormonal des reproducteurs, ainsi que leur fonds génétique. Cependant, les effets chez les oiseaux sont relativement modestes et il n'existe pas à l'heure actuelle de données fiables, validées par la communauté scientifique permettant de penser que ce type d'approches peut être utilisés en aviculture (Gautron et al., 2021).

3.3 Quels risques pour l'embryon? Quel recul sur les effets à long terme (animaux en élevage)?

Pour deux des techniques d'ovosexage disponibles (Tableau 1), l'échantillonnage de cellules dérivées d'embryons ou de fluides extra-embryonnaires implique une technique invasive ou semi-invasive qui peut diminuer la viabilité des embryons femelles ovosexés, qui sont ensuite réincubés jusqu'à l'éclosion.

L'efficacité de chacune des méthodes en condition commerciale est encore largement mal connue. Restent-elles efficaces quel que soit le type d'œufs (petit ou gros, sales, fragiles, stocké ou non), l'âge de la poule et la fragilité de la coquille associée ? Seul AAT a récemment publié les résultats d'une étude faisant état d'une baisse d'environ 8% de la productivité des couvoirs (vs la méthode actuelle); les erreurs de sexage, l'effet des manipulations des œufs, les difficultés rencontrées sur les premiers œufs (que la densité de coquille rend la spectroscopie moins efficace) sont des exemples de paramètres

responsables de ces pertes. Aucune étude similaire n'est disponible pour les méthodes invasives.

Les conséquences des outils d'ovosexage sur la productivité méritent encore d'être approfondies mais les professionnels qui développent les outils d'ovosexage sont eux-mêmes des professionnels de l'accoupage ou en grande proximité avec eux, ce qui garantit la prise en compte des contraintes de leur métier. Jusqu'à aujourd'hui, en France, avec plus de 3 millions de poules en élevage, aucun événement, à notre connaissance, n'a pu remettre en question l'innocuité des méthodes sur l'élevage des poulettes et sur la production d'œufs ultérieure.

Il reste néanmoins à déterminer dans quelle mesure ces approches y compris les approches spectroscopiques, non invasives n'ont pas d'impacts négatifs (stress/douleur) pour les embryons et à plus ou moins long terme pour les animaux. Cette question de la douleur reste omniprésente y compris dans la gestion des embryons mâles ovosexés qui devront être éliminés selon des techniques les plus acceptables possibles d'un point de vue éthique.

3.4 Gestion des œufs ovosexés mâles

Le choix de la technique d'élimination des œufs embryonnés dépendra du stade auquel l'ovosexage est réalisé et s'appuiera également sur la réglementation en vigueur. En effet, à l'échelle européenne, il n'existe pas de réglementation concernant les expérimentations sur œufs embryonnés, et ce, quel que soit leur stade de développement. Cependant, au regard des dernières réflexions concernant l'apparition de la nociception (Projet CASDAR YOONG, 2020-2022), et la dimension omniprésente de l'éthique de la production animale, il est fort à parier que de nouvelles consignes verront le jour dans les prochains mois. Aux USA, la IACUC (Institutional Animal Care and Use Committee) a mis à jour la réglementation concernant les embryons aviaires (mise en application depuis le 1^{er} février 2021). Ainsi, les embryons ayant atteint plus de 80% de leur développement (>16 jours pour des embryons de poulet) sont dorénavant considérés comme des animaux vivants. En fonction du stade de développement, plusieurs techniques d'euthanasie sont autorisées tels que le CO₂, le refroidissement à 4°C pendant 4H ou par congélation pour des embryons <16 jours et CO₂, overdose d'anesthésiants ou décapitation pour les embryons >16 jours (<https://policy.brown.edu/policy/avian-embryo-use>).

Une fois triés, les œufs ovosexés à éliminer seront considérés comme déchets de couvoir et pourraient à priori suivre les mêmes circuits de valorisation que les poussins mâles actuellement éliminés (voir paragraphe 1.3) (Glatz et al., 2011).

4. ACCEPTABILITE SOCIETALE DES METHODES D'OVOSEXAGE

4.1 Point de vue des ONGs

Selon les ONGs animalistes françaises (CIWF, Wellfarm, OABA et LFDA), interrogées dans le cadre du CASDAR YOONG (2020-2022), l'élimination des poussins mâles n'est pas à proprement parler un problème de bien-être animal, mais plutôt une question éthique, reflet d'un productivisme qu'elles jugent inacceptable. Elles saluent le projet d'arrêt de l'élimination des poussins mâles en filière ponte mais reconnaissent que les priorités sont plutôt le mode d'élevage ou les conditions d'abattage.

L'alternative qui rassemble le plus de suffrage auprès des ONGs est l'élevage de souche à double fin qui permet de limiter le productivisme des filières avicoles et ce, malgré l'empreinte environnementale et le coût de ce type de production.

L'ovosexage est encouragée par les ONGs si des garanties sont apportées pour que l'embryon ne souffre pas et que les poussins « faux positifs-femelles » soient élevés dans des conditions assurant leur bien-être. Les ONGs souhaitent que l'Etat légifère sur ce sujet et ne permettent pas une mise en œuvre partielle.

4.2 Les professionnels de l'amont et de l'aval

En France, le déploiement du sexage *in ovo* en poules pondeuses engendrera un surcoût encore difficile à chiffrer précisément eu égard aux incertitudes sur l'efficacité des méthodes. En prenant en compte seulement les coûts de prestations, c'est 5% du chiffre d'affaires de la filière qui devra être répercuté chaque année sur le consommateur. A la boîte d'œufs, l'investissement semble dérisoire, moins de 2 cts d'euros mais selon le circuit de commercialisation, la répercussion peut avoir des impacts radicalement différents. En France, 9 des 15 milliards d'œufs produits chaque année sont vendus avec leur coquille dans les GMS (grandes et moyennes surfaces), en restauration hors domicile (RHD) ou via le réseau de grossistes. Les œufs restants servent à l'industrie de première ou de deuxième transformation, passent par une casserie et sont vendus sous la forme d'ovoproduits, ingrédients des brioches, pâtes et autres biscuits.

Si les professionnels du marché de l'œuf coquille considèrent que la prise en charge et la répercussion des coûts de l'ovosexage est envisageable, il n'en est pas de même pour les opérateurs du marché des ovoproduits, très exposés à la concurrence européenne, ukrainienne voir américaine. Ces opérateurs précisent que l'inflation des coûts des matières premières, de l'énergie ou la remise en question des modes d'élevage sont déjà extrêmement difficiles à répercuter à leur client. La demande pour un œuf issu d'une poule ovosexée étant inexistante, sans une réglementation au minimum Européenne, les distorsions de concurrence engendrées par une nouvelle réglementation auraient des conséquences dramatiques sur leur capacité à s'approvisionner en œufs produits en France, ouvrant ainsi la porte à

l'importation d'œufs dans une filière Française autosuffisante.

L'objectif des professionnels regroupés au CNPO (Comité National pour la Promotion de l'œuf), en étroite collaboration avec le Ministère de l'Agriculture, est de proposer un mode de financement permettant la prise en charge des coûts sans impacter l'éleveur et sans (trop) dégrader la compétitivité de la filière. Plusieurs stratégies sont à l'étude dans le cadre de la mise en œuvre du décret mettant fin à l'élimination des poussins mâles. Pour tous les professionnels, la question des coûts est centrale dans un contexte inflationniste où les difficultés rencontrées par certains secteurs de la restauration durant la crise de la COVID-19 rendent les discussions tarifaires difficiles.

Enfin, n'oublions pas les accouveurs qui aujourd'hui prévoient d'investir près de 15 millions d'euros en 2022 pour accueillir les machines d'ovosexage. Avec l'aide de l'Etat, dans le cadre du plan de relance, ils sont en première ligne pour la mise en œuvre de l'arrêt de l'élimination des poussins mâles et en assumeront les risques, en espérant une prise en charge des coûts et des pertes de productivité qu'engendrent ces méthodes. Ils espèrent également, l'absence d'effets collatéraux des évolutions réglementaires sur leurs marchés et leur compétitivité, y compris à l'export.

4.3 Les citoyens, le consommateur.

Si la question est éthique et l'inacceptabilité de l'élimination des poussins mâles fait consensus chez les professionnels, quelle est la position des consommateurs ? La connaissance de l'élimination des mâles semble largement ignorée, mais qu'en est-il réellement ? Est-il vraiment demandeur et surtout sera-t-il prêt à payer ?

Dans le cadre de son enquête annuelle (sondage CSA sur un échantillon représentatif de 1000 Français), le CNPO a interrogé les consommateurs Français sur la problématique de l'élimination des poussins mâles. Environ 50% des Français interrogés n'avaient pas conscience de l'élimination des mâles, une proportion proche des études néerlandaises récentes de Leenstra et al (2011), Gremmen et al (2018) et De Haas et al (2021).

En revanche, des études comparables montrent un degré supérieur de connaissance du sujet en Allemagne avec près de 70% des consommateurs informés (Busse et al, 2019 et Reithmayer et al, 2021a) mais une très faible connaissance du sujet en Suisse (25% de la population) alors que ce pays a été le premier à légiférer sur le broyage des poussins mâles en 2016 (Gangnat et al, 2016). L'Allemagne a été impactée dès 2016 par les campagnes de presse des ONGs mettant une très forte pression de l'opinion publique sur les professionnels et le gouvernement.

Dans les études les plus récentes, les consommateurs Français et Néerlandais interrogés sont 67% à estimer que l'élimination des poussins à un jour est inacceptable (Figure 1). L'effet d'une couverture médiatique importante sur le sujet se traduit par un renforcement de ce sentiment comme l'indique l'augmentation de 23% de la proportion d'Allemands trouvant l'élimination inacceptable entre 2016 et 2019 (de 67 à près de 90% ; Figure 1).

Qu'en est-il de l'acceptabilité des alternatives proposées aux consommateurs ?

La vision des consommateurs Australiens pour l'utilisation d'animaux modifiés génétiquement a été évaluée dans le contexte de l'arrêt de l'élimination des poussins mâles (Australia's National Science Agency, CSIRO ; 2020 https://research.csiro.au/synthetic-biology-fsp/wp-content/uploads/sites/140/2020/12/20-00137_LW_SynBioSurveyResults_Chicks_WEB_201113.pdf). C'est un 50/50 qui transparait de cette étude c'est-à-dire que la moitié des Australiens soutiennent plutôt cette méthode, une vision toute « normande » prolongée par la grande confiance affichée par les Australiens dans leurs scientifiques (près de 80% ont confiance dans la recherche) mais la grande méfiance dans l'utilisation qu'il pourrait être faite de la méthode: en effet 76% sont inquiets des conséquences pour l'homme et l'animal, et l'environnement, et 82% des Australiens ont des doutes sur la capacité de contrôle de cette technologie. Dans le cadre de l'élimination des poussins mâles, l'utilisation d'animaux génétiquement modifiés continue donc à faire débat même si l'utilité de la technologie est reconnue.

Pour les alternatives plus acceptables en Europe, les travaux de Reithmayer (2021a) indiquent que 24% des consommateurs allemands sont sensibles aux prix et finalement peu attentifs à la méthode, alors que 49% se déclarent en faveur de l'ovosexage. Plus intéressant, près de 27% d'entre eux privilégient les souches à double fin comme méthode de choix. Chez De Haas (2021), c'est l'ovosexage qui est largement plébiscité avec 51 à 57% des consommateurs favorables, devant l'élevage des frères de poules ou les souches à double fin qui finalement remportent assez peu de suffrages. Mais la validation des méthodes par le consommateur est également dépendant de l'image qu'il s'en fait, au sens propre comme au figuré, comme le démontre les travaux de Reithmayer et al, (2021b) qui en présentant ou non

une photo d'embryon à 4 et 9 jours de développement embryonnaire, modifie la préférence exprimée par les consommateurs.

Le niveau d'éducation et de vie ont un effet sur les préférences des consommateurs. Dans les travaux de De Haas (2021), 8% des femmes dont le degré d'éducation est élevé ou 16% pour le reste de l'échantillon, ne veulent rien changer à la méthode actuelle d'élimination des poussins mâles. Un constat qui met en exergue la sensibilité au prix des consommateurs également mis en évidence par Reithmayer et al (2021a) dans le groupe qu'elle nomme « les économes » qui représente près de 24% de son échantillon.

La volonté/capacité à payer des consommateurs est également évaluée dans ces études. La majorité des consommateurs est prête à investir de 0,13 à 0,41 €/boîte de 10 œufs issus de poules ovosexées, largement au-delà du coût réel des méthodes mais attention cependant à l'écart qu'il existe entre la bonne volonté et l'acte réel d'achat (Reithmayer et al, 2019 ; De Haas et al, 2021).

CONCLUSION

Bien que la feuille de route pour la mise en place des outils d'ovosexage dans tous les couvoirs français n'a pas encore été légiférée à la date de rédaction de cette synthèse, l'Allemagne a voté, fin janvier 2021, un projet de loi interdisant l'élimination des poussins mâles à partir du 1er janvier 2022 et à partir du 1er janvier 2024, ces techniques devront permettre le sexage des œufs à moins de six jours de développement. L'introduction de techniques de sexage *in ovo* dans les couvoirs implique des coûts supplémentaires pour les producteurs qui devront également réorganiser la logistique, mais aussi pour les consommateurs qui paieront leurs œufs plus chers. Cependant, quelles que soient les réticences de certains et les incertitudes liées à ces changements, la transition est amorcée et reste inévitable. Le développement des méthodes de sexage dans l'œuf continue avec, à l'avenir, une précision et une précocité améliorées par la détection combinée de plusieurs caractères sexuels dimorphiques (anatomiques, moléculaires, phénotypiques). Avec l'utilisation des outils d'intelligence artificielle pour l'intégration et l'interprétation des données : l'ovosexage est un véritable défi technologique au service des exigences sociétales.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Agreste. Statistique agricole annuelle 2020. Chiffres et Données, N°14, Novembre 2021.
- Bourin, M., Puterflam, J, Bouvarel, I. (2020). Avancées concernant les methodes d'ovosexage des poussins. TeMA n° 54
- Bruin and Shutterheims, 2014. <https://patentimages.storage.googleapis.com/d1/62/ac/ad0c7350f09cad/WO2014021715A2.pdf>
- Busse, M., Kernecker, M. L., Zscheischler, J., Zoll, F., & Siebert, R. (2019). Ethical concerns in poultry production: A German consumer survey about dual purpose chickens. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 32(5), 905-925.
- CSIRO, Australia's National Science Agency, CSIRO ; 2020 https://research.csiro.au/synthetic-biology-fsp/wp-content/uploads/sites/140/2020/12/20-00137_LW_SynBioSurveyResults_Chicks_WEB_201113.pdf .
- De Haas, E. N., Oliemans, E., & van Gerwen, M. A. (2021). The Need for an Alternative to Culling Day-Old Male Layer Chicks: A Survey on Awareness, Alternatives, and the Willingness to Pay for Alternatives in a Selected Population of Dutch Citizens. *Frontiers in veterinary science*, 381.
- European commission. EU market situation for eggs. 21 October 2021.
- Gangnat, I. D., Mueller, S., Kreuzer, M., Messikommer, R. E., Siegrist, M., & Visschers, V. H. (2018). Swiss consumers' willingness to pay and attitudes regarding dual-purpose poultry and eggs. *Poultry science*, 97(3), 1089-1098.
- Gautron, J., Réhault-Godbert, S., Van de Braak, T. G. H., & Dunn, I. C. (2021). What are the challenges facing the table egg industry in the next decades and what can be done to address them?. *Animal*, 100282.
- Glatz, P., Miao, Z., & Rodda, B. (2011). Handling and treatment of poultry hatchery waste: A review. *Sustainability*, 3(1), 216-237.
- Göhler, D., Fischer, B., Meissner, S., 2017. In-ovo sexing of 14-day-old chicken embryos by pattern analysis in hyperspectral images (VIS/NIR spectra): A non-destructive method for layer lines with gender-specific down feather color. *Poult. Sci.* 96, 1–4. <https://doi.org/10.3382/ps/pew282>
- Gremmen, B., Bruijn, M. R. N., Blok, V., & Stassen, E. N. (2018). A public survey on handling male chicks in the Dutch egg sector. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 31(1), 93-107.
- Klein, S., & Grossmann, R. (2008). Primary sex ratio in fertilized chicken eggs (*Gallus gallus domesticus*) depends on reproductive age and selection. *Journal of Experimental Zoology Part A: Ecological Genetics and Physiology*, 309(1), 35-46.
- Leenstra, F., Munnichs, G., Beekman, V., Van den Heuvel-Vromans, E., Aramyan, L., & Woelders, H. (2011). Killing day-old chicks? Public opinion regarding potential alternatives. *Animal Welfare*, 20(1), 37.
- Mellor, D. J., & Diesch, T. J. (2007). Birth and hatching: key events in the onset of awareness in the lamb and chick. *New Zealand veterinary journal*, 55(2), 51-60.
- Mueller, S., Kreuzer, M., Siegrist, M., Mannale, K., Messikommer, R. E., & Gangnat, I. D. (2018). Carcass and meat quality of dual-purpose chickens (Lohmann Dual, Belgian Malines, Schweizerhuhn) in comparison to broiler and layer chicken types. *Poultry science*, 97(9), 3325-3336.
- Reithmayer, C., & Mußhoff, O. (2019). Consumer preferences for alternatives to chick culling in Germany. *Poultry science*, 98(10), 4539-4548.
- Reithmayer, C., Danne, M., & Mußhoff, O. (2021a). Societal attitudes towards in ovo gender determination as an alternative to chick culling. *Agribusiness*, 37(2), 306-323.
- Reithmayer, C., Danne, M., & Mußhoff, O. (2021b). Look at that ! The effect pictures have on consumer preferences for in ovo gender determination as an alternative to culling male chicks. *Poultry science*, 100(2), 643-653.
- Weissmann, A., Foerster, A., Gottschalk, J., Reitemeier, S., Krautwald-Junghanns, M.-E., Preisinger, R., Einspanier, A., 2014. In ovo-gender identification in laying hen hybrids: Effects on hatching and production performance. *Eur. Poult. Sci.* 78. <https://doi.org/10.1399/eps.2014.25>
- Weissmann, A., Reitemeier, S., Hahn, A., Gottschalk, J., Einspanier, A., 2013. Sexing domestic chicken before hatch: A new method for in ovo gender identification. *Theriogenology* 80, 199–205. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2013.04.014>

Tableau 1 : Données comparatives des principales méthodes d'ovosexage disponibles ou en cours de développement

Tableau 1 : Données comparatives des principales méthodes d'ovosexage disponibles ou en cours de développement

Fournisseur de méthode Age à l'ovosexage						
Principe		IRM / détection des gonades	Spectroscopie / couleur des plumes	Dosage sulfate d'oestrone	Polymerase chain reaction (PCR)	Dosage métabolites
Type de technique		Non invasive	Non invasive	Semi-invasive (prélèvement de liquide allantoïdien)	Semi-invasive (prélèvement de liquide allantoïdien)	Invasive
Jour d'incubation		14	13	9	9	9
Efficacité	Sensibilité (erreur)	< 5%	4%	2-3%	0,5%	< 5%
	Efficacité globale	NC	- 8%	NC	NC	NC
	Souches	Toute souche	Brunes uniquement	Toute souche	Toute souche	Toute souche
Adaptabilité	Calibre Œufs	Pas de data	Efficacité moindre pour œufs <50g	Pas de data	Pas de data	Pas de data
	Vitesse d'Ovosexage	900 œufs/h/machine en cours pour 3200 fin 2022	18-20 000 œufs/h	3 600 œufs/h	3 600 œufs/h	>6500 œufs/h
	Œufs Sales/fragiles	Réduit l'efficacité de la méthode, non quantifié				
Innocuité	Eclosabilité	Pas de données	Légèrement réduite	Augmentation de la durée d'incubation	Pas de données	Pas de données
Coûts estimés*		1 à 1,3€/poule	1€/poule	3,3€/poule	NC	NC

* Prix de la prestation proposée par le fournisseur de méthode, sans prise en compte des investissements et perte de productivité

Figure 1 : Synthèse des études sur l'acceptabilité de l'élimination des poussins mâles (par les consommateurs néerlandais, allemands et français)

