ELEVAGE DE PRECISION ET BIG DATA : UN NOUVEAU CHALLENGE POUR LA FILIERE AVICOLE

Créach Pauline[1], Doutart Elodie[2] et Bouvarel Isabelle[3]

[1] ITAVI – Zoopôle Beaucemaine – 41 rue de Beaucemaine – 22440 PLOUFRAGAN, [2] Institut de l'Elevage – 149 rue de Bercy – 75012 PARIS, [3] ITAVI – Centre INRA Val de Loire – 37380 NOUZILLY

creach@itavi.asso.fr

RÉSUMÉ

L'élevage de précision (Edp) se définit comme l'utilisation coordonnée de technologies pour mesurer différents paramètres sur l'animal et son environnement, pour améliorer le suivi et la gestion de l'élevage. L'Edp consiste à gérer en temps réel des données de différentes natures (données sur les animaux, leur consommation, l'ambiance…). Ces données aident l'éleveur dans ses prises de décision (ex. gestion de la ventilation ou du chauffage). L'Edp utilise ainsi les technologies de l'information et de la communication pour échanger, transformer et restituer l'information à l'éleveur. L'usage d'automates et de robots peut aussi être associé à l'Edp et permet à l'éleveur de se décharger de tâches pénibles.

Demain, l'élevage de précision pourra ainsi gérer en temps réel des paramètres plus fin relatifs à la production, la santé, et le bien-être des animaux. Un des enjeux majeurs est d'apprendre des données multiples qui sont générés, et de les valoriser pour concevoir et développer des outils de pilotage de l'élevage. Des applications pour smartphone utilisées hors cadre agricole sont présentées comme des exemples potentiellement transposables aux filières avicoles. Autre défi pour demain, l'adaptation de technologies utilisées dans d'autres domaines pour des applications en aviculture, comme l'analyse d'image pour le suivi des animaux Cette partie plus prospective permettra d'identifier des pistes de travail pour l'avenir des filières avicoles.

Cette révolution numérique se présente comme un moyen de repenser les systèmes de production. Elle permettra aussi de favoriser et faciliter la communication entre les acteurs des filières avicoles (traçabilité des produits et transparence entre acteurs). Les technologies de précision génèrent une immense quantité de données, de formats et de sources variés. Les enjeux sont ainsi le partage de ces données entre opérateurs et leur traitement pour concevoir et développer des outils de pilotage performants.

ABSTRACT

Precision livestock farming and big data: a new challenge for poultry sector

Precision Livestock Farming (PLF) is defined by the coordinated use of technologies to measure different indicators on animals and their environment to improve livestock monitoring and management. PLF allows to manage in reel time data of different natures (data from the animals, their consumption, the atmosphere of the barn, etc.). These data help the breeder in his decision-making (e.g. management of ventilation and heating). PLF uses modern information and communication technologies to exchange, transform and provide feedback to the breeder. The use of machines and robots can also be associated with PLF and relieves the breeder from certain tedious tasks.

Soon, he will be able to manage in real time production, health, behavioral and welfare parameters of his flock. A major issue is to learn from these multiple data generated and valorize it to create and develop appropriate livestock management tools for the breeder. Smartphone applications used outside of the agricultural sector will be presented as examples transposable to the poultry sector. Another challenge for tomorrow: many technologies used in other fields may find applications in poultry sector, like image analysis for animals monitoring. This prospective part will allow to identify new approaches for the future of the poultry sector.

This digital revolution is a mean to rethink production systems. This revolution will encourage and facilitate the communication between the parties (products traceability and transparency among stakeholders). The precision technologies generate a huge amount of data, with various formats and sources. The challenges are to share these data between stakeholders and improve the statistical processing of big data to design and develop appropriate management tools for the breeders.

INTRODUCTION

La disponibilité de nouvelles technologies permet aujourd'hui de gérer l'élevage autrement. Les souches actuelles, de plus en plus exigeantes, nécessitent un pilotage fin pour permettre l'expression de leur potentiel. Des technologies peuvent aussi utilisées pour mieux piloter l'élevage plein-air, comme par exemple, évaluer par analyse d'image les mouvements d'animaux.

En plus d'assurer la productivité des animaux, l'éleveur doit garantir leur bien-être et leur santé, tout en limitant les impacts environnementaux de son exploitation. Le nombre croissant de capteurs à l'échelle du bâtiment (thermomètre, hygromètre, capteur de dioxyde de carbone, dépressiomètre, etc.) génère un volume important de données. Une mine d'informations est ainsi générée chaque jour, sous des formats variés. D'autant plus que de nouveaux formats vont être utilisés, comme notamment des images ou des bandes sonores. Un des enjeux majeurs est d'apprendre de ses données multiples et de les valoriser pour concevoir et développer des outils de pilotage de l'élevage. Ces nouvelles technologies se présentent comme la solution pour guider l'éleveur dans ses décisions ou encore de lui faciliter le travail, en le libérant de tâches astreignantes.

Certaines tâches sont désormais automatisées, comme la régulation de l'ambiance du bâtiment, la distribution de l'aliment ou le déclenchement automatique de la brumisation par exemple. Ces automates évitent désormais à l'éleveur et depuis longtemps, de devoir ouvrir ou fermer les volets d'entrée d'air manuellement et plusieurs fois par jour. Ce gain de temps permet à l'éleveur de se concentrer davantage sur l'observation de ses animaux ou à ses loisirs. Les outils de précision n'ont pas pour rôle de se substituer à l'éleveur mais viennent compléter ses observations, de manière plus précise et objective.

L'Edp peut ainsi contribuer à faire évoluer les systèmes de production, pour les rendre multi-performants. De plus, l'arrivée du numérique viendra faciliter les échanges et la communication entre les différents maillons de la filière avicole. Ces différents éléments sont présentés ci-après :

1. L'ELEVAGE DE PRECISION : CONTEXTE ET CHAMPS OPERATIONNELS

1.1. Champs opérationnels et enjeux de l'Edp

Pour relever le défi de la multi-performance des élevages, les éleveurs s'équipent de nouvelles technologies du numérique et de la communication ainsi que de capteurs. Ces outils permettent à l'éleveur de mesurer et d'enregistrer des paramètres environnementaux, des indicateurs de production, de santé et de bien-être des animaux. Ces données sont autant d'éléments d'aide à la décision pour un élevage afin d'ajuster ses conduites aux besoins des animaux et atteindre les objectifs visés.

Le principe de l'élevage de précision est d'utiliser ces technologies pour le suivi et la gestion de l'élevage, par l'utilisation en temps réel et en continu d'un nombre important de données provenant des animaux, du bâtiment, des équipements, des capteurs ou d'éléments saisis par l'éleveur et issus de ses observations. L'usage de ces dernières permet ainsi d'agir immédiatement avec des actions adéquates pour améliorer le statut et/ou les conditions de vie des animaux (Berckmans, 2013).

De plus en plus d'élevages sont dit « connectés» et utilisent les réseaux sans fil et l'internet des objets. Les objets connectés entourent l'agriculteur et modifient son métier et sa manière de travailler (méthodes, organisation). Les technologies de l'information et de la communication (TIC) tels que les smartphones et tablettes sont incontournables et font partie du quotidien de l'éleveur. Ils sont aujourd'hui de vrais outils de travail. Les TIC permettent aux utilisateurs de communiquer, d'accéder aux sources d'information, de stocker, de manipuler, de produire et de transmettre de l'information sous toutes les formes (texte, images, son, etc.). Les outils connectés ont l'avantage d'être mobiles et permettent à l'éleveur de consulter et de saisir des données depuis le bâtiment d'élevage ou depuis son habitation. De plus, ils sécurisent les données par des systèmes de sauvegarde et de restauration en ligne de l'historique des paramètres relatifs aux lots d'animaux et à leurs conditions de logement (poids des animaux, ambiance du bâtiment, etc.) par exemple. Des mises à jour automatiques et à distance permettent aussi d'avoir des technologies toujours plus performantes.

Toutefois, les problématiques liées à l'accès internet en zones rurales risquent de constituer un frein important au déploiement et au bon fonctionnement de ces objets connectés.

1.2. Méga-données et algorithmes adaptatifs en temps réel

Le principe même de l'Edp est basé sur la récolte de données en flux continu et en temps réel. Cette collecte de données est rendue possible grâce aux avancées technologiques et à l'évolution du web depuis les années 90. Le mot web (nom anglais signifiant « toile ») est la contraction de « World Wide Web » (d'où l'acronyme www). Une des possibilités offertes par le réseau internet est de pouvoir naviguer entre des documents reliés par des liens hypertextes. Depuis plus de soixante ans, le stockage a évolué, que ce soit au niveau des capacités ou du coût. Le montant est passé

d'environ 26 000 000 € par Go en 1956 (le 1er disque dur avait une capacité de 5 Mo) à moins de 5 centimes par Go en 2017 (les disques durs dépassent 10 To). En quelques décennies, le prix a été divisé par 520 millions. Les années 90 sont marquées par le web 1.0 ou web traditionnel, un web statique, centré sur la distribution d'informations. Les premiers sites de e-commerce datent de cette époque. Le coût des programmes et logiciels propriétaires était énorme. En 2000 apparait le web 2.0 ou web social, qui change totalement de perspective. Il privilégie la dimension de partage et d'échange d'informations et de contenus (textes, vidéos, images ou autres). Il voit l'émergence des réseaux sociaux, des smartphones et des blogs. Le web se démocratise et se dynamise. En 2010 apparait le web 3.0, aussi nommé web sémantique, qui vise à organiser la masse d'informations disponibles en fonction du contexte et des besoins de chaque utilisateur, en tenant compte de sa localisation, de ses préférences par exemple. Ce web tente de donner sens aux données et est plus portable et fait de plus en plus le lien entre monde réel et monde virtuel. Il répond aux besoins d'utilisateurs mobiles, toujours connectés à travers une multitude de supports et d'applications malines ou ludiques.

Une richesse d'informations peut ainsi être obtenue de façon immédiate afin de construire des outils utiles et réactifs pour les éleveurs. La prédiction est l'outil de prédilection de cette nouvelle discipline. L'objectif est de récolter le maximum d'informations et de faire tourner un ou plusieurs algorithmes afin d'obtenir la meilleure prévision possible du phénomène étudié, sans chercher à expliquer les paramètres de ce modèle. Avec cette acquisition en continue des données, l'algorithme « apprend » à chaque nouvelle entrée, pour s'adapter à l'utilisateur et émettre une alerte pertinente le plus précocement possible. Parfois, les alertes peuvent être sources de tension pour l'éleveur. En effet, elles peuvent se déclencher à tout moment de la journée et de la nuit ce qui peut occasionner un stress et un sentiment d'asservissement au travail (Hostiou et al., 2014). Il est ainsi important de construire des algorithmes efficaces, permettant un suivi en continu et ne déclencher des alertes qu'en cas de problèmes non anticipables.

A ce jour il existe peu d'outils de prédiction utilisés en filière avicole et les éleveurs ou techniciens interviennent de façon curative. L'enjeu des outils de prédiction est de développer des outils de pilotage (de l'élevage, de l'alimentation, de la génétique par exemple) pour la filière avicole. Ceci nécessite de mutualiser les compétences des spécialistes avicoles avec celles des informaticiens et des statisticiens.

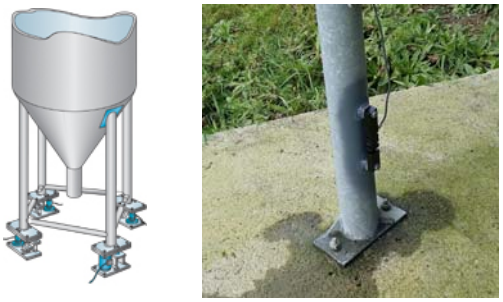
1.3 Des exemples de l'Edp en aviculture

1.3.1 Outils de pilotage et de suivi des lots d'animaux, pour aujourd'hui et pour demain

Aujourd'hui, quels outils pour l'éleveur ?

A la portée de tous les éleveurs, les capteurs sont aujourd'hui omniprésents en bâtiments d'élevage avicoles. Les principaux capteurs utilisés sont utiles à la gestion de l'ambiance dans le bâtiment d'élevage et à la régulation de la ventilation et du chauffage (mesure en continu de la température, du pourcentage d'hygrométrie, de la concentration en dioxyde de carbone, de la dépression du bâtiment, etc).

Il est aussi possible de connaître précisément et en temps réel les quantités d'eau et d'aliment consommés par les animaux. Pour connaître l'état des stocks d'aliment et estimer la consommation moyenne des animaux, chaque pied de silo peut être équipé d'une jauge de contrainte ou de déformation (photos 1 et 2). Des systèmes innovants de télémétrie (mesure du niveau de matière par ultrasons) se développent avec un envoi direct d'informations, par radio fréquence sécurisée (RFID), sur l'état des stocks au fabricant d'aliment pour lancer la fabrication en cas de besoin. Ces systèmes permettent de mieux organiser les commandes d'aliment en évitant la rupture de stock et les commandes de dernières minutes.



Photos 1 et 2. Jauges de contrainte ou déformation

Les éleveurs peuvent d'ores et déjà facilement connaître le poids précis des animaux en temps réel avec l'utilisation de pesons automatiques (photo 3). Cette donnée permet à l'éleveur de contrôler en temps réel les paramètres d'élevage les plus importants : poids moyen, croissance et homogénéité des animaux. Les systèmes de pesons les plus utilisés sont sur balancelle (avec jauge de contrainte suspendue) et enregistrent les pesées de tous les animaux qui passent sur le plateau suspendu. Par rapport aux pesées manuelles, les pesons automatiques ne nécessitent pas d'intervention humaine et ne perturbent pas les animaux.



Photo 3. Plateau suspendu d'un peson automatique PESbox (Tuffigo-Rapidex)

L'éclairage peut être géré à l'aide de cellules photoélectriques. Ces cellules permettent de maintenir le niveau d'éclairement choisi en fonction des apports en lumière naturelle. Des systèmes de pompes doseuses électriques précises et connectées permettent de sécuriser et d'enregistrer tous les traitements administrés aux animaux par l'eau de boisson. La majorité des données sont synthétisées sur un même boîtier qui permet la régulation de la ventilation et du chauffage en bâtiment d'élevage mais encore le déclenchement automatique de la brumisation par exemple. L'accès au boîtier peut aussi se faire à distance par smartphone ou tablette tactiles (photos 4 et 5) avec la mise en place d'une connexion internet sur l'élevage.



Photos 4 et 5. Boîtier tactile AVITOUCH (Tuffigo Rapidex) pour la centralisation des paramètres d'élevage et accès à distance au boîtier aux données par smartphone.

Demain, quels outils pour l'éleveur ?

Il sera prochainement possible pour l'éleveur de mesurer en continu la concentration en ammoniac et le taux d'empoussièrement dans le bâtiment d'élevage. Demain, la régulation de la ventilation et du chauffage pourra intégrer l'ensemble des paramètres mesurés en continu dans l'environnement de l'animal. Depuis peu, des outils fondés sur l'analyse comportementale des volailles par imagerie sont développés. Des prises de vue associées à un algorithme d'analyse d'images permettent d'examiner le mouvement des animaux (Dawkins et al., 2009) ou la répartition des animaux (Kashiha et al., 2013) et d'alerter l'éleveur sur des anomalies (photo 6). Ces anomalies comportementales peuvent être précurseurs de problèmes sanitaires latents ou simplement des soucis d'accès à l'eau et à l'aliment. L'éleveur pourra intervenir plus tôt pour éviter des complications et des pertes de production liées à une prise en charge trop tardive pouvant entraîner des coûts supplémentaires, comme des traitements médicamenteux par exemple.



Photo 6. Prise de vue du lot d'animaux dans le bâtiment d'élevage à l'aide de caméra.

L'enregistrement des sons en poulailler est également une technologie d'avenir pour détecter un problème sanitaire, de stress ou de croissance. Par exemple, l'université de Leuven a étudié la prise alimentaire de poulet de chair par une surveillance automatisée continue de la consommation d'aliment par technologie audio. Une relation a été mise en évidence, en conditions expérimentales, entre l'ingéré alimentaire et le son de picorage d'aliment par les poulets (Berckmans et al., 2015).

Les lunettes connectées constituent une autre technologie intéressante pour l'éleveur, permettant d'effectuer des commandes oralement, et donc de libérer les mains de l'opérateur. Sous réserve du développement d'applications spécifiques, l'éleveur ou son technicien pourrait par exemple l'utiliser pour reconnaître une pathologie. Dans un premier temps, l'opérateur décrit oralement les symptômes observés (comportement des volailles, modification des consommations d'eau ou d'aliment, baisse de croissance, apparition de troubles digestifs ou respiratoires, augmentation de la mortalité…). Dans un second temps, une autopsie des volailles pourra être pratiquée. Les lunettes vont alors guider l'opérateur dans ses gestes au travers des premières informations fournies en les recoupant avec celles d'une banque de données en ligne. Les lésions observées peuvent également être prises en photo et comparées à une photothèque pour affiner le diagnostic. Une application concrète pourrait être l'assistance à la maintenance des équipements. En effet, le port de ces lunettes permettrait à l'équipementier d'identifier le problème et de donner les clés à l'éleveur pour le solutionner si possible, sans se déplacer. Ce dispositif permettrait à l'éleveur de gagner en réactivité.

1.3.2 Outils spécifiques à l'élevage de poules pondeuses (œufs de consommation et œufs à couver)

En production d'œufs de consommation, la gestion des œufs après la ponte est depuis longtemps très automatisée (mirage, calibrage, tri)

et notamment le conditionnement (mise en alvéoles et palettisation des œufs) à l'aide de robots (photo 7).



Photo 7. Robot palettiseur d'alvéoles d'œufs (ici MR 40 de MOBA)

Depuis peu des robots mobiles sont en voie de développement pour réduire la pénibilité du travail de l'éleveur, notamment en ramassant les œufs ou les cadavres d'animaux au sol. Par exemple, le robot TIONE en cours de développement, a été imaginé à l'initiative d'un éleveur de poules reproductrices dans le but de pousser les poules à pondre dans les nids à disposition. La mobilité du robot dans le bâtiment permettrait avec l'aide de stimuli adéquats, de mettre en activité les animaux.

1.3.3 Interopérabilité des données, Cloud et partage des données

Aujourd'hui, des solutions de Cloud sont développées pour permettre à l'éleveur de sauvegarder ses données ailleurs que sur son site d'élevage, comme le Cloud MyTuffigoRapidex développé par la société Tuffigo-Rapidex (http://mytuffigorapidex.com/). Ce Cloud présente plusieurs avantages : l'éleveur peut récupérer ses données en cas de coupure de courant. Cette solution permet aussi le partage des données, en fonction de ce que l'éleveur décide.

Différents types d'informations sur le lot d'animaux sont télétransmises par les éleveurs à leurs partenaires (organisation de production, fournisseur d'aliment, abattoir, etc.). L'organisation de production par exemple peut recevoir à l'issue du lot, des données de croissance, la mortalité, l'utilisation d'antibiotiques, etc. L'obtention de données en temps réel permet à l'organisation de production d'intervenir plus rapidement en cas de problème, et donc de mieux programmer ses visites en élevage. La planification des mises en place de poussins devrait également être améliorée. La mise en commun des données permettra à l'éleveur de comparer les performances de son élevage aux autres élevages de son organisation de production ou de comparer les performances de ses lots précédents avec le lot en cours.

Une remontée informatisée des données de l'élevage jusqu'aux sélectionneurs permettrait d'adapter plus finement la sélection et d'avoir des animaux mieux adaptés à leur milieu. En effet, les volailles élevées à des fins commerciales sont des hybrides pour lesquels il est nécessaire de disposer de données phénotypiques (croissance, résistance aux maladies, etc.) pour évaluer les effets de la sélection. D'autre part, la remontée d'informations aux formulateurs d'aliment leur permettrait de disposer en temps réel d'un retour sur les performances observées avec les formulations alimentaires mensuelles. Une remontée informatisée des données des élevages permettrait de prendre les meilleures décisions de formulation sur la base de données solides.

L'éleveur peut aussi autoriser l'accès au Cloud à l'installateur de son bâtiment pour qu'il procède à des opérations de maintenance. D'autres acteurs de la filière peuvent potentiellement avoir accès à distance au Cloud (installateurs d'équipements, vétérinaires ou l'abattoir par exemple). Ce type d'innovation est un réel outil de simplification des démarches, de collaboration et de gain de temps pour l'éleveur.

Par ailleurs, un projet de plateforme collaborative de traçabilité GS1 est en cours de déploiement pour permettre à tous les acteurs de la chaîne alimentaire (amont agricole, industriels agro-alimentaires, grossistes, logisticiens, distributeurs, offreurs de solution) de partager, valoriser et exploiter leurs données entre eux et jusqu'aux consommateurs finaux. Ainsi, cet outil permet de tracer le cycle de vie d'un produit, du producteur jusqu'au consommateur.

2. PERSPECTIVES OFFERTES PAR LES DONNEES PRODUITES PAR L'EDP

2.1. Enjeux du Big data en élevage

Le monde de l'élevage ne déroge pas à la règle, il évolue, se modernise et est entré dans l'ère du numérique. Les bâtiments sont dotés de plus en plus de capteurs. La domotique (l'ensemble des techniques visant à intégrer à l'habitat tous les automatismes en matière de sécurité, de gestion de l'énergie, de communication, etc) fait de plus en plus d'adeptes et une mine d'informations est ainsi récoltée chaque jour. Tout le monde parle du big data mais qu'en est-il en élevage ?

A l'origine et de manière théorique, le big data est défini par 3V : Volume, Vélocité et Variété. A présent, d'autres V y sont aussi associés comme Valeur et Véracité. La nouveauté de ces données n'est pas dans le V de volume mais plutôt dans les deux autres V d'origine : variété et vélocité. En effet, le big data, ce ne sont pas des data centers toujours plus gros pour stocker toujours plus de données. La nouveauté réside dans la capacité à récupérer des données de toutes parts : expérimentations, enquêtes terrains, données

quotidiennes issues des capteurs, météo, open data, géolocalisation, twittes internet, etc. Ces données prennent de la place mais sont surtout hétérogènes (formats et origines différents) et arrivent en flux plus ou moins continus. Ce fait est nouveau pour le secteur de l'élevage qui doit faire face et s'armer pour profiter des nouvelles technologies qui se multiplient.

Trois facteurs clés expliquent le développement du big data:

(i) Le coût du stockage (déjà cité plus haut dans cet article) qui ne cesse de diminuer et qui constitue de moins en moins un critère pertinent pour les entreprises. Les solutions de Cloud Computing permettent en outre une gestion des données élastique et en fonction des besoins réels des entreprises.

(ii) Les plateformes de stockage distribuées et les réseaux à très haut débit. Avec ces technologies, le lieu de stockage des données n'a plus vraiment d'importance. Elles sont désormais stockées à des endroits physiques distincts, et parfois non identifiés.

(iii) Les nouvelles technologies de gestion et d'analyse de données. Parmi ces solutions technologiques liées au big data, l'une des références est la plateforme Hadoop (Apache Foundation) permettant le développement et la gestion d'applications distribuées adressant des quantités de données énormes et évolutives.

A ce jour, la propriété des données est l'un des plus gros problèmes rencontrés dans le monde de l'élevage, avant le stockage et l'analyse des données. En France, comme dans de nombreux pays, la notion de propriété des données n'a pas de statut. La propriété ne peut porter que sur la création intellectuelle réalisée à partir de ces données (propriété intellectuelle telle que droit d'auteur, droit des marques, brevet). Une donnée seule n'a pas de valeur mais l'analyse apporte une plus-value. L'ère du numérique c'est aussi l'ère du partage des données et en associant le cumul et l'exploitation des informations nait l'utilité de la collecte. Aujourd'hui, beaucoup d'entreprises cherchent à améliorer leurs connaissances du big data pour compléter et adapter leurs produits ou leurs services afin de répondre au mieux aux attentes de leurs clients, mais la première étape réside dans le partage de ces données.

2.2. Analyser des données Big Data : bouleversement des techniques statistiques ?

L'arrivée de ces nouvelles données pose aussi la question du traitement statistique et des nouvelles compétences nécessaires à acquérir. Le principe de la statistique classique et des tests statistiques n'a plus sa place face aux gros volumes de données, tout écart même extrêmement minime risquant de ressortir significatif. Les méthodes du Data Mining (fouille de données) restent néanmoins pertinentes mais les modèles existant nécessitent d'être adaptés. La philosophie d'analyse change, mais les techniques ne sont pas pour autant révolutionnaires. Le bouleversement réside surtout dans le stockage des données, avec la nécessité de nouvelles bases de données type NoSql (Not Only SQL) pour stocker de la donnée non structurée. Un autre changement concerne la façon de lancer les traitements avec la parallélisation des données (partager un jeu de données de taille importante en fractions susceptibles d'être traitées en parallèle) et donc de devoir distribuer les calculs sur différents clusters (ordinateurs). Ainsi, les analyses vont être réalisées sur tout le jeu de données même si celui-ci qui ne peut pas être stocké physiquement sur une seule machine.

Avec l'arrivée des big data, est apparu le nouveau métier de data scientist. Il combine des compétences informatiques pour stocker et gérer des données complexes avec des besoins de programmation accrues, des connaissances statistiques pour utiliser des techniques plus ou moins avancées de fouilles de données et prévisions à l'aide d'algorithmes. Le data scientist doit avoir non seulement des compétences informatiques et statistiques mais aussi des compétences métiers. Or, les compétences métiers nécessitent des expertises variées dans le domaine de l'élevage. Ainsi, une solution intéressante serait de combiner les compétences d'équipes (informaticiens, statisticiens, ingénieurs ou techniciens agronomes et éleveurs) pour combiner les savoirs et conduire des projets de cette envergure. Depuis peu, on parle davantage de DataLab qui regroupent différents corps de métiers (statisticiens, informaticiens, chargé de communication, expert métier, expert visualisation) qui inclut aussi les compétences d'un data scientist.

2.3. Des exemples potentiellement transposables aux filières avicoles

Pour élargir le champ des possibles et envisager de nouvelles applications en aviculture, différents exemples d'innovation produit ou d'applications smartphone, développés hors cadre de l'élevage, sont présentés ci-après.

Des capteurs embarqués pour améliorer la traçabilité : l'entreprise **Tranxens** propose de suivre des containers de marchandises via de nombreux capteurs embarqués permettant d'identifier la position du container, s'il a subi des chocs ou des variations de température par exemple. Des outils de ce type pourraient apporter plus de transparence entre les intervenants de la filière. Par exemple pour connaître précisément les conditions de transport des poussins du couvoir jusqu'à l'élevage ou de l'élevage à l'abattoir.

Des vêtements connectés : le **projet Medata.lab** permet d'améliorer le diagnostic de l'épilepsie par des vêtements connectés pour capter des données de santé (électro-encéphalogramme, électro-cardiogramme, etc). Ces textiles pourraient être adaptés sur des poulets pour mesurer des données de santé. En opposition à une gestion du lot, ce vêtement connecté pourra permettre de suivre individuellement des animaux représentatifs du lot. Ces animaux dit sentinelles pourront être équipés de ce type de micro-capteurs (thermomètre, podomètre, accéléromètre, puces RFID, etc.) et donneront des informations à l'échelle de l'individu. A court terme, ce type de développement pourrait trouver une application en recherche et à moyen terme en condition d'élevage commercial. Cette technologie connectée pourrait aussi être adaptée pour mesurer les signes avant-coureurs d'une intoxication au monoxyde de carbone des travailleurs en élevage, pour prévenir les risques d'intoxication.

Mieux prévoir : A San Francisco, les données criminologiques sont analysées pour prédire les prochains délits qui auront lieu à un moment donné et à un endroit donné. Cet outil de prédiction utilise des algorithmes **Machine Learning** (apprentissage automatique). En aviculture, les éleveurs doivent communiquer à l'abattoir le poids prévisionnel de leurs animaux, au minimum 48 heures avant l'abattage (parfois plus tôt dans certaines organisations de production). Cette donnée est importante pour l'abattoir pour répondre au mieux aux exigences de leurs clients aval, notamment en terme de calibre. L'éleveur se base sur la courbe de croissance type et sur le poids estimé de ses animaux. Les abattoirs mettent en place des systèmes de bonus-malus pour inciter les éleveurs à être précis dans la prédiction du poids des volailles. Ces algorithmes de type Machine Learning pourraient être utilisés pour prédire la croissance et le poids final des animaux avant abattage de façon plus fine et plus précoce. De plus, cette donnée pourrait être automatiquement transmise à l'abattoir.

Améliorer la logistique : le **projet SmartCube** a pour objectif de proposer une plateforme permettant la gestion et la mise en relation d'objets domotiques. L'utilisation de la domotique en aviculture permettrait d'améliorer la logistique d'abattage des animaux en mettant en relation les opérateurs de la filière. Par exemple, l'abattoir pourrait être alerté à temps sur l'état de croissance des animaux.

Mise en réseau : Pour une entreprise qui se lance à l'international, la capacité à trouver les bons partenaires étrangers est importante. La **plateforme Powerlinx** permet d'identifier des entreprises ayant des intérêts communs (en termes stratégiques, de produits/services, clients, etc).

Les réseaux sociaux peuvent aussi contribuer à favoriser les échanges entre éleveurs au-delà de l'organisation de production. Les éleveurs pourraient par exemple échanger sur des équipements ou sur une souche d'animaux sur des forums dédiés. Ces échanges permettraient aux éleveurs de partager leurs points de vue et/ou d'aider à orienter leurs choix techniques ou stratégiques. Les entreprises environnantes, en ayant accès à ce type d'informations, pourraient aussi orienter leur développement en fonction du retour terrain. Ceci leur permettrait de gagner en réactivité.

Ces différents exemples mettent ainsi en évidence l'importance des échanges et de la transparence entre les opérateurs des filières avicoles. La sociologie économique a mis en évidence l'influence des réseaux sociaux dans la coordination des acteurs économiques et la circulation des biens (Ferrarry, 2001).

CONCLUSION

Cet article met en évidence les éléments à développer pour faire progresser les systèmes de production et favoriser la communication entre les acteurs. Les prochains développements doivent émerger d'un besoin des acteurs de la filière avicole et notamment des éleveurs. Au regard des outils présentés hors cadre agricole, les outils de précision de demain devront favoriser les échanges entre les différents maillons de la filière. Ces échanges favoriseront la mise en commun et le partage des données pour ajouter de la valeur ajoutée avec le traitement de ces données. Au regard des contraintes imposées à la production (administratives, environnementales, bien-être des animaux), les outils de précision permettront à l'éleveur de faciliter ses démarches. Ces technologies et l'arrivée du numérique en élevage vont certainement attirer un profil de jeunes éleveurs, en alliant le numérique et la technicité.

En aviculture, le constat est fait que les données issues des technologies ne sont que très

partiellement exploitées. Une étape clé pour tirer parti de l'Edp est d'analyser autrement les données et de développer des algorithmes qui traitent des données de flux en temps réel pour être plus réactif. Ces analyses constituent une valeur ajoutée pour les éleveurs et les parties prenantes. Ainsi, la filière devra proposer une solution globale combinant les dispositifs existants.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Berckmans D., 2013. Basic principles of PLF: Gold standard, labelling and field data. In Proceedings of the 6th European Conference on Precision Livestock Farming, ECPLF2013, Leuven, 21-29.

Berckmans et al., 2015, Elevage de précision : l'intérêt pour l'éleveur du futur ; communication orale 15ème journée d'étude des productions porcines et avicoles à Beez.

Dawkins M., Lee H., Waitt C., Roberts S., 2009. Optical flow patterns in broiler chicken flocks as automated measures od behavior and gait ; Applied animal behavior science 119, pp 203-209.

Ferrarry M, 2001. Pour la théorie de l'échange dans les réseaux sociaux. Un essai sur le don dans les réseaux industriels de la Silicon Valley. n°111,182p.

Hostiou N., Allain C., Chauvat S., Turlot A., Fagon J., 2014. Conséquences de l'élevage de précision sur le travail des éleveurs. Renc. Rech. Ruminants, 21, 11-14.

Kashiha M., Pluk A., Bahr C., Vranken E. et Berckmans D., 2013. Development of an early warning system for a broiler house using computer vision ; Biosystems engineering 116, pp 36-45.