



HAL
open science

Évolution agrotechnique contemporaine III Animal & Technique

Marie Asma Ben Othmen, Michel J.F. Dubois, Loïc Sauvée

► **To cite this version:**

Marie Asma Ben Othmen, Michel J.F. Dubois, Loïc Sauvée. Évolution agrotechnique contemporaine III Animal & Technique. Université de technologie Belfort-Montbéliard, 2020, Ingénieur du XXIe siècle, 979-10-91901-47-5. hal-04261187

HAL Id: hal-04261187

<https://hal.science/hal-04261187>

Submitted on 18 Jan 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

ÉVOLUTION AGROTECHNIQUE CONTEMPORAINE III

Animal & Technique

Sous la direction de Marie-Asma BEN OTHMEN, Michel J. F. DUBOIS et Loïc SAUVÉE

« Ce qu'il s'agit de comprendre [...] : c'est comment l'animal et l'homme se perçoivent l'un l'autre, comment ils interprètent leurs faits et gestes respectifs, comment ils se comprennent (ou se méprennent, mais utilement) sur leurs intentions et comment, avec tout cela, ils parviennent à partager quelque chose de leurs mondes respectifs au bénéfice de chacun. »

François SIGAUT, Regard critique sur la notion de domestication, 2003.

Introduction

Marie-Asma BEN OTHMEN, Michel J. F. DUBOIS, Éline DUBARRAL et Loïc SAUVÉE

Cet ouvrage collectif est issu d'un séminaire de recherche qui s'est tenu le vendredi 19 avril 2019 à UniLaSalle, site de Rouen. Il a été organisé par l'unité de recherche InTerACT, membre fondateur, en 2013, du Groupement d'Intérêt Scientifique UTSH¹ (Unité Technologies et Sciences de l'Homme) avec les unités de recherche COSTECH (Université de Technologie de Compiègne), Tech-CICO et CREIDD (Université de Technologie de Troyes) et IRTES-RECITS (Université de Technologie de Belfort-Montbéliard).

Le GIS UTSH : pour une approche renouvelée du fait technique

L'objectif de ce GIS est de promouvoir et de développer la recherche en sciences humaines et sociales en environnement d'ingénierie (Lenay *et al.*, 2014 ; Lamard *et al.*, 2017). Plus spécifiquement, ce GIS cherche à interroger les singularités des recherches en sciences humaines et sociales qui s'intéressent au fait technique, vu tant comme objet d'étude et condition d'accès aux terrains que comme modes de médiation mobilisés par ces recherches. Le GIS UTSH ambitionne d'aborder le phénomène technologique comme objet de recherche premier, ce qui pose le défi d'une originalité théorique et méthodologique dans le champ des sciences de l'homme.

Les travaux du GIS UTSH cherchent à montrer la complexité des interactions entre usages, activités sociales et évolutions techniques. En posant les questions du fait technique et de l'innovation au cœur de sa recherche, le GIS UTSH se met en position de questionner les disciplines des sciences de l'homme et de favoriser la mise en place d'un dialogue étendu aux sciences de l'ingénieur (sciences de la matière, sciences du vivant et de l'environnement, sciences de la communication et de l'information, sciences de la conception...).

Quelques propos liminaires sur le positionnement scientifique du séminaire « Animal & Technique »

Ce 3^e séminaire « *Évolution Agrotechnique Contemporaine* », placé sous le thème « *Animal & Technique* », conserve certains aspects des deux précédents. Il a eu l'ambition de rassembler,

¹ www.utsh.fr.

lors d'une même journée, praticiens et chercheurs en sciences humaines et sociales, afin de permettre des échanges, des débats et des discussions. Il a été l'occasion de mesurer l'inventivité des praticiens et de se rendre compte des tendances concernant l'évolution de l'élevage, prises ici dans son sens générique : l'ensemble des activités mises en œuvre pour assurer la production, la reproduction et l'entretien d'animaux domestiques ou sauvages.

Nous verrons par ailleurs que cette dichotomie domestique/sauvage, et au-delà la notion même de domestication, nécessite d'être revisitée, ou au moins questionnée, dès lors que l'on se pose la question de la technique dans son rapport à l'animal. En effet, comme le souligne Alban Bensa (2011), à propos des travaux d'André-Georges Haudricourt et de son projet d'ouvrage sur « *Humanisation des animaux ou domestication des hommes ?* », s'interroger sur les rapports entre l'homme et l'animal au prisme de la technique, c'est faire sienne une vision interactionniste élargie et historique :

- interactionniste, car l'homme et l'animal se sont largement co-construits, la technique élargissant progressivement, et de manière intense, les possibilités d'interactions dans des configurations en systèmes socio-bio-techniques de plus en plus complexes,
- historique, car ces configurations sont évolutives et soumises à une contingence forte, biologique bien sûr, mais aussi culturelle et socio-économique.

La volonté de ce séminaire a été de privilégier, dans la lignée des séminaires de 2015² et 2017³, l'observation directe des évolutions en train de se faire, telles qu'elles sont imaginées, conçues et mises en œuvre par les praticiens eux-mêmes. Cette approche du « *Penser le concret*⁴ », développée dans les deux premiers séminaires, cherche tout autant à problématiser ces évolutions agrotechniques en intégrant la situation animale. Cette dernière amène une complexité du rapport au technique, car le vivant animal est marqué par une profonde diversité tant de ses fonctions, réelles et symboliques, que de ses usages. Il occupe une place centrale dans la constitution des systèmes agricoles, comme l'a souligné François Sigaut (1983). En effet, l'animal, dans les systèmes agricoles, est trop souvent vu comme un simple « pourvoyeur » de protéines animales. Dans son « tableau », Sigaut (1983) offre un panorama

² *Évolution agrotechnique contemporaine I : les transformations de la culture technique agricole*. Sous la direction de Michel J. F. DUBOIS et Loïc SAUVÉE, Pôle éditorial de l'Université de technologie de Belfort-Montbéliard, 2016.

³ *Évolution agrotechnique contemporaine II : transformations de l'agro-machinisme : fonction, puissance, information, invention*. Sous la direction de Delphine CAROUX, Michel J. F. DUBOIS et Loïc SAUVÉE, Pôle éditorial de l'Université de technologie de Belfort-Montbéliard, 2018.

⁴ Pour reprendre le titre de l'ouvrage de Noël Barbe et Jean-François Bert (2011).

saisissant de l'animal selon toutes ses formes d'utilisation :

- produits corporels, en incluant, en plus des utilisations alimentaires, les finalités non alimentaires (textile, cuir, matériaux divers...),
- énergie : pour les travaux agricoles, mais aussi non agricoles (bâtiments, routes...),
- comportements : auxiliaires de lutte contre les ravageurs, de conduite d'élevage, de cueillette, de chasse, de pêche...,
- signes : repères temporels, échanges non monétaires...

Un autre aspect de ces rapports entre animal et technique repose sur ce qu'on pourrait appeler une co-constitutivité. Cette dimension réflexive sur la technique, à la suite de Gilbert Simondon, d'André Leroi-Gourhan et d'André-Georges Haudricourt (1988), est au cœur du projet scientifique du GIS UTSH : constitutivité de l'animal par l'humain, de l'humain par l'animal. Il conviendrait donc de s'équiper, comme le montre Carole Ferret dans sa recherche sur la civilisation du cheval en Sibérie, d'une « anthropologie de l'action » : comprendre comment font les éleveurs, les agriculteurs, les praticiens au sens large, pour « s'approprier » l'un l'autre, ou pour voir comment, comme le dit François Sigaut (2003), l'homme et l'animal « *parviennent à partager quelque chose de leurs mondes respectifs au bénéfice de chacun* ». Ainsi, au-delà de la diversité des pratiques, quand il s'agit d'aborder la question de l'animal en lien à l'activité agricole, l'objectif du présent ouvrage est d'identifier ce qui, dans ces pratiques, constitue des archétypes. André-Georges Haudricourt repérait les actions directes ou indirectes, à la fois sur le milieu de l'animal et sur l'animal lui-même, obtenant par cette opération un certain nombre de « modèles d'action » ou de « schèmes opératoires ». Ce sera l'état d'esprit de cet ouvrage, avec une question directrice en tête : dans la même lignée de cette approche et compte tenu des évolutions contemporaines continuellement observées dans tous les champs de l'animal dans le domaine d'intervention agricole, devient-il possible de dégager des tendances de l'évolution agrotechnique en lien avec l'animal ? Ainsi, la place de l'éleveur, terme considéré ici dans son sens générique, n'est pas considérée comme premier dans le triptyque relationnel homme/animal/technique : c'est plutôt la nature des liens entre ces trois composantes, leur intensité, les modalités de leur exercice, leurs façons d'opérer, qui reste au centre de l'observation.

Pour paraphraser Augustin Berque (1986) qui s'interrogeait sur la place du végétal dans la culture agricole au Japon, même si c'est la nature qui apparaît comme déterminante en dernier ressort dans les rapports éleveurs/animaux, l'agent causal de l'évolution demeure le

rapport qui s'établit, via la technique, entre l'homme et l'animal. La technique, comme rapport structurant de la relation entre l'homme et l'animal, agit directement ou indirectement sur l'animal lui-même, sur son milieu ou sur les deux : tel est l'intérêt d'une démarche d'observation des pratiques, des actions concrètes entre l'éleveur, l'animal et leurs milieux respectifs. Ainsi, à partir d'une démarche analogique, des ponts entre des évolutions *a priori* bien éloignées peuvent se faire jour, si l'on retient de cette notion d'analogie la question, non pas d'une comparaison immédiate (par exemple entre deux types d'élevages bovins ou ovins), mais d'une comparaison de rapports (Simondon, inédit, cité par Bontems, 2008). C'est le cas par exemple des similitudes qui existent entre l'utilisation de techniques de contrôle pour l'élevage de brebis et l'élevage d'insectes. Il devient possible d'établir des correspondances entre des modes d'action réciproques homme/animal, entre l'élevage d'insectes et l'élevage de brebis, ou entre différentes formes d'aquaponie. Nous reviendrons sur ce point pour questionner le sens des évolutions entre animal et technique à la fin de cette introduction.

S'agissant des rapports entre animal et technique, deux éléments viennent complexifier cette question de l'évolution agrotechnique.

Le premier élément est la question des échelles. Comment l'évolution agrotechnique contemporaine affecte-t-elle les échelles de l'élevage ? Ces questions de la « taille » des élevages, et de la façon dont les entités techniques innovantes intègrent le choix du dimensionnement, sont récurrentes. Dans certains cas, le recours à la technique libère le potentiel de la taille, comme on l'observe dans les exemples bien connus d'élevages bovins du type « 1 000 vaches ». Dans d'autres cas, l'intensification technique se fait plutôt par un renforcement des liens de pilotage et de contrôle des unités existantes. Pour aborder cette question, nous proposerons un détour épistémologique sur cette notion d'échelle, grâce aux travaux de Bontems (2008) soulignant l'intérêt de ce sujet pour la thématique de l'évolution technologique. Bontems précise que cette notion des échelles de grandeur permet de distinguer l'objet technique du dispositif technologique. Dans le premier cas, la médiation technique ne s'adresse qu'à deux termes d'ordre de grandeur équivalents, alors que dans le dispositif technologique, « *la chaîne de médiation s'allonge et peut instaurer une action efficace entre des types de réalité, des règnes et des ordres de grandeur différents* » (Simondon, cité par Bontems, 2008, p. 6). Le dispositif technologique devient difficilement visible, tant notre « *dépendance à l'égard du caractère technique entrave l'observation directe*

des phénomènes et entraîne une distorsion, alors qu'en réalité, c'est la prégnance du paradigme de la perception visuelle (à notre échelle) qui surdétermine notre prénotion de l'observation » (Bontems, 2008, p. 7). Cette tendance est particulièrement prégnante en matière d'observation d'élevages, constamment focalisée sur l'objet technique, mais qui peine à voir les dispositifs et leurs ramifications⁵, phénomène encore accentué par l'utilisation en plein essor des systèmes technologiques de captage d'information et de surveillance (technologie de plus en plus souvent embarquée sur l'animal lui-même). Or ce sont probablement dans ces combinaisons d'échelle, tant au niveau microtechnique que dans des réseaux macrotechniques, que se joue l'essentiel des évolutions technologiques liées à l'animal. Tendances par exemple à la singularisation des élevages à une échelle « humaine », rendue notamment possible par la standardisation des dispositifs techniques (comme en aquaponie), standardisation de certaines opérations techniques (robots de traite), mais dans le même temps, standardisation des réseaux méso, voire macrotechniques, telle qu'on l'observe dans la production aquaponique domestique ou dans les communautés de pratiques entre éleveurs.

Le second élément, conforme à notre interrogation centrale qui est celle de la compréhension du ou des sens de l'évolution agrotechnique, est celui de la notion de « lignée technique » (Boldrini, 2011). Le caractère réducteur de l'approche des lignées techniques, qui tend à focaliser l'attention sur l'objet technique au détriment de son insertion dans des systèmes techniques (technologiques), tendance déjà soulignée à propos des questions d'échelle, se retrouve ici. S'agissant d'agroécosystèmes – désormais de plus en plus considérés comme des éco-socio-techniques (McGinnis et Ostrom, 2014) –, l'insertion dans des réseaux de pratiques concrètes des acteurs est indissociable de leur évolution, comme le montre de multiples travaux de recherche en situations agricoles concrètes, avec les acteurs agricoles vus comme concepteurs ou co-concepteurs de l'innovation agro-techno-systémique (Faure *et al.*, 2018) ou dans les activités de conception de systèmes intégrant culture et élevage à l'échelle territoriale (Moraine *et al.*, 2017). Pourtant, la conception d'une systémique technologique (Aït-El-Hadj, 2015) reste encore largement à construire. Comment, dans le domaine des rapports entre animal et technique, est-il possible de faire émerger des tendances d'évolution ? Les quelques cas développés dans cet ouvrage ne permettent bien sûr pas les

⁵ Cf. par exemple les travaux de Labatut *et al.* (2011), en anthropologie des techniques, qui montrent bien cette dimension réticulaire dans le cadre des activités de sélection animale.

généralisations, mais par leur diversité et par les témoignages qu'ils apportent, ils peuvent néanmoins aider à problématiser la question. Les dimensions agroécologiques, socio-économiques et technologiques sont irrémédiablement liées, ce que montrent avec pertinence les travaux d'Ollivier *et al.* (2018) consacrés à la transition des systèmes agricoles vers la durabilité.

Il est possible, en reprenant la grille de lecture proposée par Ollivier *et al.* (2018), d'avoir à l'esprit les trois dimensions constitutives qui nous semblent à l'œuvre dans les tendances actuelles de l'évolution agrotechnique :

- une dimension socio-économique, mettant l'accent sur un aspect souvent sous-estimé qui est l'importance des relations d'agence, de pouvoir, de dynamiques sociotechniques, particulièrement centrales dans les milieux agricoles où la composante individuelle de l'action s'affirme nettement, rendant les trajectoires d'évolutions agrotechniques fondamentalement ouvertes et difficiles à prévoir, et souvent singulières,
- une dimension écologique où, s'agissant de l'animal et de sa place dans les processus agroécologiques, les multiples formes d'interactions et d'intensifications ouvrent ici aussi de multiples trajectoires possibles et une infinité de solutions,
- une dimension technologique enfin avec la place du design, de l'innovation ouverte et des réseaux sociaux qui contribuent à renouveler les pratiques des agriculteurs et de leurs accompagnants. Les notions de milieu innovant, de milieu apprenant, avec l'émergence de nouveaux locus de l'innovation, de nouvelles configurations de la conception agricole ont, comme nous le verrons dans les chapitres de cet ouvrage, un rôle crucial.

S'agissant de cette dimension technologique, qui constitue l'axe directeur de cet ouvrage en lien avec les pratiques concrètes de praticiens, la vision commune est souvent celle d'une « double constitutivité » homme/animal. Il nous semblerait utile d'étendre la notion à une « triple constitutivité » : homme/milieu technique/milieu vivant, avec l'émergence de chaînes opératoires de pratiques ayant tendance à dépasser les échelles géographiques pour inclure, comme nous l'avons vu, des ordres de grandeur étendus dans des systèmes techniques ou technologiques plus englobants.

Le séminaire : principes, organisation, participants

Fidèle à la formule du séminaire de 2015 et de 2017, ce troisième séminaire a rassemblé des agriculteurs, des ingénieurs, des chercheurs en sciences de la vie et de la terre, en sciences

humaines et sociales et des philosophes. À nouveau, une place importante a été réservée aux récits professionnels, à la fois grâce à des exposés, mais aussi par l'intermédiaire de films vidéo réalisés sur le terrain, ce qui permet d'enrichir, par des sources originales, l'observation des acteurs en situation concrète. Comme pour les précédentes éditions, a été retenu le format sous une journée avec un nombre réduit de participants, de manière à permettre l'échange de perspectives, le débat, la réflexion ainsi que la synthèse contradictoire.

Les textes présentés ci-après sont le fruit d'un travail de retranscription intégrale des présentations enregistrées en continu, des films vidéo réalisés sur le terrain ainsi que des débats tenus à l'issue de chaque présentation et en fin de séminaire. Ces retranscriptions ont été revues et corrigées sur des aspects strictement formels, parfois complétées par des références bibliographiques par les intervenants. Ils en conservent donc l'essentiel de leur style oral⁶. L'ordre de présentation ci-après, repris dans l'ouvrage, respecte également la succession chronologique des exposés de la journée. Les débats suscités par les exposés et par les films vidéo ont également été entièrement retranscrits en toute fin d'ouvrage.

Présentation des chapitres

Le chapitre de **Michel Dubois** « *La domestication* » porte sur cette notion qu'il définit comme floue car portant davantage sur un processus que sur un état défini. Ce processus résulte des actions de l'homme sur certains êtres vivants et concerne un nombre limité et défini d'espèces d'animaux et de plantes. La naturalité de ce processus peut être remise en question en particulier et au moins dans le cadre de la sélection croissante des animaux en fonction des besoins des machines. De plus, les conditions d'élevage se voient complexifiées face au besoin de production en perpétuelle hausse, tandis qu'en parallèle les surfaces disponibles ne cessent de décroître. Ce phénomène s'explique notamment par la croissance des populations et des villes, tout en sachant que le réchauffement climatique finira par y jouer un rôle également. La domestication est ici définie comme une invitation de l'animal à venir vivre et se reproduire dans le milieu sociotechnique humain et le fait, génération après génération, de conserver les animaux les plus adaptés. Ce processus peut empêcher définitivement la race ou l'espèce de retourner dans le milieu naturel, car certaines plantes ou animaux ne peuvent

⁶ Hormis les exposés de Mickaël Gandecki et de Daniel Cluzeau, empêchés à la dernière minute. La conclusion, rédigée *a posteriori*, se base sur les présentations et les débats et elle s'appuie sur un cadre de réflexion plus large.

se reproduire sans l'intervention de l'homme, ce qui pose à nouveau la question de la naturalité de ce concept. Enfin, que ce soit pour le végétal ou pour l'animal, les progrès génétiques se développent de plus en plus, en phase avec l'accroissement de la productivité. Ainsi, la technique sort de son rôle premier de milieu et de pression de sélection et s'étend en provoquant des évolutions internes aux animaux et végétaux (génomique, transgénèse...) qui transcendent probablement cette notion de domestication.

Julie Dewez, dans son intervention « *À quoi sert le numérique dans l'élevage ?* », détaille les nouvelles fonctions rendues possible par l'intrusion des nouvelles technologies et de la robotique en lien à l'animal. Toutes ces fonctions visent à limiter les charges physiques répétitives et à améliorer le suivi et le contrôle du troupeau. Le contexte économique (quotas laitiers), l'augmentation de la taille des élevages et la disponibilité de plus en plus grande de ces technologies ont fortement impulsé leur développement. S'agissant du numérique proposé par MEDRIA SOLUTION, Julie Dewez précise en quoi tout un ensemble de capteurs permettent de suivre l'animal sur plusieurs plans : physiologique, comportemental, mode d'alimentation, etc. Il est souligné que ces outils, par l'importante quantité de données qu'ils génèrent, induisent pour l'éleveur de nouvelles tâches, directes (l'exploitation et la valorisation de ces données) et aussi indirectes (maintenance des appareils, manipulation, installation). Il s'agit donc fondamentalement d'une redistribution des tâches, suppression de certaines et création de nouvelles. Au final, c'est toute la relation homme/animal qui s'en trouve modifiée et l'intérêt, tant technico-économique qu'humain, dépendra de la capacité à maîtriser ces nouveaux outils numériques au service de l'élevage.

Michaël Gandecki présente son projet « *MyFood : processus d'intégration des poissons et des plantes, et solutions standardisées pour une aquaponie urbaine et familiale interconnectée* ». Le projet se présente sous l'angle de la permaculture dans une serre high-tech et connectée : produire chez soi, toute l'année, une alimentation saine et durable, à raison d'une dizaine de kilogrammes de légumes par mois ou davantage, selon la taille de l'installation. C'est un projet hautement technologique qui propose une combinaison d'aquaponie ou bioaponie, de butte de permaculture associée à une lutte biologique intégrée. L'entreprise MyFood, créée en 2015, vise à fournir à ses clients, essentiellement des particuliers, une serre standardisée et connectée. En parallèle, MyFood a mis en place une communauté d'utilisateurs fondée sur l'échange d'expériences, les visites et la mise en commun d'expertise. Un point important du dispositif reste son pilotage, centralisé sur Internet, qui permet à tout usager d'avoir accès à

des données, à des informations ou à des conseils sur le suivi de sa serre. Il s'agit bien d'un modèle standardisé d'aquaponie et de communauté virtuelle, ensemble technique intégré autour d'un même concept.

Philippe Barthès expose son « *Itinéraire d'une exploitation innovante d'élevage ovin lait* ». Installé en 1994 dans la région du Roquefort, il s'est rapidement engagé dans un processus de sélection de ses animaux « à l'aveugle ». En parallèle, il a cherché à améliorer ses conditions d'élevage de manière incrémentale, par l'observation et l'approche empirique. Ainsi, des trémies distributrices de concentrés sont progressivement installées, avec un certain nombre d'aléas techniques qu'il a fallu solutionner sur le tas. L'amélioration génétique du troupeau s'est aussi accompagnée de problèmes prophylactiques, qu'il faut résoudre grâce à l'amélioration technique. Il apparaît néanmoins que les aspects comportementaux des brebis, qui sont des animaux fragiles, associés à des questions quantitatives, rendent difficiles, voire inadaptées, de nouvelles techniques comme le robot de traite.

Jean-Gabriel Levon, dans son récit professionnel « *Méthode de production, reproduction, sélection de l'élevage d'insectes* », présente le fonctionnement de la société Ÿnsect qui se concentre sur l'élevage et la transformation à grande échelle des larves du ténébrion, afin d'obtenir des produits alimentaires. Ce concept est notamment favorisé dans un contexte de croissance de la population pour des surfaces à peu près stables. Encouragée par la révolution numérique, l'entreprise a voulu se tourner vers la notion d'usine 4.0 interconnectée dans le but de faire interagir les collaborateurs, les machines et les produits. Ce processus se décompose en quatre niveaux : celui des senseurs (entrées et sorties sur un automate), celui de la supervision (qui permet l'interaction avec ces entrées et sorties), le MES (le système peut lancer des ordres) et enfin celui de l'ERP (systèmes globaux qui intègrent toutes les informations d'une entreprise). Pour autant, ces quatre niveaux ne représentent qu'une aide à la décision, le réseau, bien que prenant en compte les animaux, reste centré sur l'éleveur. Ainsi, le système correspond à une aide, mais il ne remplace pas l'éleveur. Ce fonctionnement permet le stock de données pertinentes afin de mieux suivre l'évolution des scarabées, tout en jouant sur ceux qui se reproduisent plus vite que les autres. Ce réseau permet d'atteindre une certaine stabilité de l'élevage et d'assurer un suivi au jour le jour.

Le récit professionnel de **Michel Welter**, « *La ferme des 1 000 vaches : changement d'échelle et systèmes d'élevage. Quelles implications pour l'homme, pour l'animal et pour les relations entre eux ?* », retrace l'histoire de la mise en place de la « ferme des 1 000 vaches ». Il s'agit

d'un parcours en trois étapes : d'abord ingénieur de recherche à l'ITCF (désormais ARVALIS), puis comme producteur de lait en Moselle où il a, avec son frère, mis en place un robot de traite, puis à partir de 2014, comme manager de la ferme dite des « 1 000 vaches ». Ce projet met en évidence les contraintes, en termes d'organisation du travail, d'un troupeau de 880 vaches : ce qui suppose une gestion du temps de travail des salariés très rigoureuse et la formation adéquate de la main-d'œuvre, et d'investissements qui parfois s'accompagnent de nouveaux besoins en main-d'œuvre. Michel Welter montre également qu'une ferme de grande taille ne modifie pas fondamentalement les équilibres homme/animal/machine, mais que de nouveaux compromis sont à trouver. La question centrale demeure la question de l'organisation et de la formation de cette main-d'œuvre alors que le recours à la machine, permis par la taille du troupeau, permettra une meilleure optimisation de la gestion des inputs (consommation d'eau, d'électricité, de carburant). Cette réduction des coûts permet au modèle d'être plus solide face à un marché du lait très volatil.

Le chapitre écrit par **Fatma Fourati-Jamoussi**, « *Les tendances de l'innovation technologique dans le domaine de l'élevage* », a pour but de déterminer les tendances de l'innovation dans le domaine de l'élevage dans différentes filières grâce à la veille stratégique et technologique. Suite à une veille des brevets sur les robots de traite, il a été constaté que, sur la période 2009-2019, les deux leaders de ce domaine étaient Lely et DeLaval. Ainsi, il a été pertinent d'établir un plan de veille sur les réseaux sociaux afin d'étudier la perception de la robotique en élevage de manière générale, mais aussi pour les deux groupes précédemment identifiés. Bien que la robotique en élevage soit globalement perçue positivement par les éleveurs, ces derniers soulignent qu'elle apporte une certaine flexibilité sans toutefois diminuer le temps global de travail. Il est également possible de mettre en évidence une tendance générale à la diversification des robots et au déploiement des applications et des outils de surveillance. Enfin, dans le domaine de l'élevage, le numérique se montre décisif pour ce qui concerne le suivi et la surveillance, la limitation de la charge mentale ou encore les gains de temps.

De formation ingénieur ESITPA et après une première expérience à Madagascar puis en fédération des CUMA, **Guillaume Schlur** relate, dans « *La production via un système aquaponique* », son parcours professionnel. Il précise son cheminement professionnel à partir de l'opportunité d'une installation sur l'exploitation de ses beaux-parents et le facteur déclenchant fortuit de l'aquaponie. Il rappelle les principes de l'aquaponie, centrés sur trois acteurs – les légumes, les truites et les bactéries –, et sur la gestion des multiples interactions

qui existent entre eux, chacune de ces populations ayant des contraintes et des besoins spécifiques. Il montre que ses choix ont été avant tout *low tech* et fondés sur une philosophie de l'autonomie et de l'adaptation progressive de son système. Ce faisant, il a pu augmenter progressivement la taille de sa ferme aquaponique, avec le souhait de conserver une taille humaine. Son activité lui semble, fondamentalement, ressembler à celle d'un « pisciculteur-maraîcher », où l'aquaponie n'est qu'un moyen qui ne doit pas masquer les objectifs humains. Le chapitre de **Daniel Cluzeau**, « *Le ver de terre : de l'ombre à la lumière* », tend à dresser un panorama de l'évolution de la reconnaissance de cette espèce. Il a été démontré que les vers de terre décomposent les débris végétaux, homogénéisent la terre et favorisent la constitution de terre végétale riche en humus, leur développement étant facilité par les activités anthropiques. L'auteur met en évidence que la reconnaissance du rôle du ver de terre n'a pas été affirmée au même moment dans tous pays. En France, celle-ci se construit en quatre phases : (I) 1980-1990 : les vers de terre ont subi l'agriculture intensive lors des deux décennies précédentes. Désormais, l'objectif est de leur permettre de coloniser les champs à nouveau. (II) 1990-1999 : une certaine désillusion du marché lié à la lombriculture et à la production de lombricompost à l'échelle mondiale transparait. (III) 1999-2011 : l'idée de mettre en œuvre de nouvelles pratiques visant à désintensifier les travaux mécaniques des sols agricoles afin de favoriser le développement des vers de terre émerge. Le ver de terre est ainsi perçu comme un animal TOTEM pour l'agriculture de conservation. (IV) 2012-2020 : le ver de terre devient un animal semi-domestique reconnu, aboutissant à l'adaptation des pratiques agricoles. Son rôle est même souligné par le ministre de l'Agriculture. Enfin, l'avenir des espèces et des populations de vers de terre souffre de nombreuses lacunes en termes de connaissances, alors qu'il semble que la nécessité de les protéger soit devenue une évidence, notamment dans une optique de reconstitution de la fertilité des sols.

Séverine Lagneaux, dans « *Lire les indices animaux et anticiper l'ouverture de la routine en élevage européen* », choisit de faire un parallèle entre un éleveur ayant décidé d'abandonner ses pratiques industrielles, se tournant vers un système « respectueux » de l'élevage, et un autre éleveur employant des machines et des robots afin de s'occuper de ses vaches. Malgré les différences en matière de pratiques déployées par ces deux éleveurs, des similarités peuvent être détectées dans leur façon d'analyser leur troupeau. Tous deux font face à une routine fragile qui nécessite une forte relativité pour affronter les problèmes du quotidien, notamment en restant attentifs, perceptifs et à l'écoute des signes émanant de leurs animaux.

En cela, ils s'éloignent d'une rationalité industrielle ou encore d'un usage rigide des animaux machinisés. La routine implique ainsi d'adapter le rythme de production en fonction des besoins recensés. Quatre éléments principaux ressortent de cette recherche. Tout d'abord, un anthropomorphisme mesuré, dans le sens où, bien que les éleveurs comparent leurs animaux aux êtres humains, ils ont conscience que les deux présentent des similitudes, mais ils ne sont pas pour autant identiques. Il faut rester présent pour l'observation de comportements internes (action, geste...) et externes (mouvements, signaux...). D'autre part, les signaux que renvoient les animaux restent un élément essentiel, car ils permettent de prévenir l'éleveur si un besoin d'intervention est nécessaire. Enfin, l'expérience est importante car, au fur et à mesure que l'éleveur observe son élevage, il va acquérir de plus en plus de savoirs sur lui-même, ce qui lui permet une meilleure adaptation aux diverses situations qu'il peut rencontrer.

Avec sa « *Synthèse de la journée : l'animal, le calcul, les machines, les hommes et l'éthique* », **Jacques Servièrre** tend à souligner que le système de production actuel est sans doute à un moment crucial de son évolution, notamment en ce qui concerne la pratique technicienne de l'élevage et sa compréhension par les citoyens. En effet, l'évolution de la société semble exiger toujours plus de production, tandis qu'un besoin de retour vers plus de « naturalité » et de mieux reconnaître le « vivant » transparaît dans la conscience collective. En termes politiques, le besoin d'accompagner les éleveurs et le monde agricole vers une transition agroécologique est une idée qui ressort également. En effet, la société semble vouloir retourner vers une vision plus traditionnelle de l'élevage. Pour autant, la nature ne suffit pas à répondre aux besoins de l'être humain, que ce soit d'un point de vue quantitatif ou qualitatif, remettant en question, par la même occasion, la notion de progrès idéalisé. Ainsi, il est possible de remarquer une certaine contradiction entre les méthodes de production actuelles qui dépeignent une évolution poussée à ses extrêmes et, de l'autre côté, une société valorisant un retour à la nature et un meilleur respect des animaux, le tout complété par l'action des ONG orientant les individus vers une consommation plus responsable, les incitant même à arrêter complètement la consommation de viande.

Plan de l'ouvrage

- I. Michel J. F. DUBOIS, La domestication.
- II. Julie DEWEZ, Récit professionnel : À quoi sert le numérique dans l'élevage ?

- iii. Michaël GANDECKI, Récit professionnel. MyFood : processus d'intégration des poissons et des plantes, et solutions techniques standardisées pour une aquaponie urbaine et familiale interconnectée.
- iv. Philippe BARTHÈS, Récit professionnel. Itinéraire d'une exploitation innovante d'élevage ovin lait.
- v. Jean-Gabriel LEVON, Récit professionnel. Méthode de production, reproduction, sélection de l'élevage d'insectes.
- vi. Michel WELTER, Récit professionnel. La ferme des 1 000 vaches : changement d'échelle et systèmes d'élevage. Quelles implications pour l'homme, pour l'animal et pour les relations entre eux ?
- vii. Fatma FOURATI-JAMOSSI, Les tendances de l'innovation technologique dans le domaine de l'élevage.
- viii. Guillaume SCHLUR, Récit professionnel. La production via un système aquaponique.
- ix. Daniel CLUZEAU, Le ver de terre : de l'ombre à la lumière.
- x. Séverine LAGNEAUX, Lire les indices animaux et anticiper l'ouverture de la routine en élevage européen.
- xi. Jacques SERVIÈRE, Synthèse de la journée : l'animal, le calcul, les machines, les hommes et l'éthique.
- xii. Marie-Asma BEN OTHMEN, Michel DUBOIS et Loïc SAUVÉE, Conclusion. Quel est l'avenir de la relation aux animaux de rente dans la nouvelle culture agricole ?
- xiii. Les débats.

Références

AÏT-EL-HADJ, S., BOLY, V. (2013). « Introduction générale. Pour une vision systémique et complexe de l'éco-conception », *Marché et Organisations*, 17, 11-15.

AÏT-EL-HADJ, S. (2015). « De la théorie du système technique à la systémique technologique. Une formalisation pertinente pour rendre compte de l'innovation technologique », *Innovations*, 1, 227-250.

AÏT-EL-HADJ, S., BOLY, V. (2009). *Les systèmes techniques : lois d'évolution et méthodologies de conception*, Paris : Lavoisier.

BENSA, A. (2011). « Notes sur la domestication des porcs, Le Portique, André-Georges

- Haudricourt (1911-1996) », *La matière du monde*. vol. 27, document 8. [en ligne].
- BARBE, N., BERT, J.-F. (2011). *Penser le concret. André Leroi-Gourhan, André-Georges Haudricourt, Charles Parain*, Paris : Créaphis éditions, coll. « Silex ».
- BECKMANN, J., CARNINO, G., HOOCK, J., & HILAIRE-PÉREZ, L. (2017). *La technologie générale : Johann Beckmann, "Entwurf der allgemeinen Technologie" Projet de technologie générale (1806)*, Rennes : Presses universitaires de Rennes.
- BERQUE, A. (1986). *Le sauvage et l'artifice. Les Japonais devant la nature*, Paris : Gallimard.
- BERQUE, A. (2000). *Écoumène. Introduction à l'étude des milieux humains*, Paris : Belin, 271p.
- BIDAUD, F., LESAGE, M., & CLAQUIN, P. (2016). « Le rapport Homme-Animal : cinq scénarios à l'horizon 2030 », *Centre d'Études et de Prospective, Analyse n° 95*, novembre, ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt.
- BOLDRINI, J.-C. (2011). *Le rythme implacable de l'innovation est-il gouverné par des lois d'évolution internes aux objets*, Paris : Institut d'Économie et de Management de Nantes – IAE.
- BONTEMS, V. (2008). « Quelques éléments pour une épistémologie des relations d'échelle chez Gilbert Simondon. Individuation, Technique, et Histoire », *Appareil*, (2).
- CAROUX, D., DUBOIS, M. J. F., & SAUVÉE, L. (Eds.) (2018). *Évolution agrotechnique contemporaine II : transformations de l'agro-machinisme : fonction, puissance, information, invention*, Belfort : Pôle éditorial de l'Université de technologie de Belfort-Montbéliard.
- DUBOIS, M. J. F., & SAUVÉE, L. (Eds.) (2016). *Évolution agrotechnique contemporaine : les transformations de la culture technique agricole*, Belfort : Pôle éditorial de l'Université de technologie de Belfort-Montbéliard.
- FAURE, G., CHIFFOLEAU, Y., GOULET, F., TEMPLE, L., & TOUZARD, J.-M. (2018). *Innovation et développement dans les systèmes agricoles et alimentaires*, Versailles : Édition Quæ.
- FERRET, C. (2012). « Vers une anthropologie de l'action. André-Georges Haudricourt et l'efficacité technique », *L'Homme. Revue française d'anthropologie*, 202, 113-139.
- GUCHET, X. (2008). « Évolution technique et objectivité technique chez Leroi-Gourhan et Simondon », *Appareil*, (2).
- HAUDRICOURT, A.-G. (1962). « Domestication des animaux, culture des plantes et traitement d'autrui », *L'homme*, 40-50.
- HAUDRICOURT, A.-G. (1988). *La technologie, science humaine : recherches d'histoire et d'ethnologie des techniques*, Paris : Les Éditions de la MSH.
- HAUDRICOURT, A.-G., DIBIE, P. (1988). « Que savons-nous des animaux domestiques ? »,

L'Homme, 72-83.

LABATUT, J., AGGERI, F., BIBÉ, B., & GIRARD, N. (2011). « Construire l'animal sélectionnable », *Revue d'anthropologie des connaissances*, 5(2), 302-336.

LAMARD, P., LENAY, C., & TRICLOT, M. (2017). « À la rencontre d'une pratique incarnée de la technologie. Regard sur les universités de technologie ». In BECKMANN *et al.* (2017), 219-227.

LENAY, C., SALEMBIER, P., LAMARD, P., LEQUIN, Y.-C., & SAUVÉE, L. (2014). « Pour une recherche technologique en sciences humaines et sociales ». In A. BERNARD, M. DELL'ANGELO, S. de MONTGOLFIER, A.-S. GODFROY, M. HUCHETTE, A. MAYRARGUE, & C. ROUX. (éds.). *SHS Web of Conference*, vol. 13, SHST 2013-UPEC : sciences humaines en sciences et techniques – Les sciences humaines dans les parcours scientifiques et techniques professionnalisants : quelles finalités et quelles modalités pratiques ? 7-8 février 2013, Paris-Est Créteil, France.

MCGINNIS, M. D., OSTROM, E. (2014). "Social-ecological system framework: initial changes and continuing challenges", *Ecology and Society* 19.2.

MORAINE, M., DURU, M., & THEROND, O. (2017). "A social-ecological framework for analyzing and designing integrated crop – livestock systems from farm to territory levels", *Renewable Agriculture and Food Systems* 32.1, 43-56.

OLLIVIER, G., MAGDA, D., MAZÉ, A., PLUMECOCQ, G., & LAMINE, C. (2018). "Agroecological transitions: What can sustainability transition frameworks teach us? An ontological and empirical analysis", *Ecology and Society* 23.2, 5.

PITROU, P. (2016). « Êtres vivants/artefacts, processus vitaux/processus techniques : remarques à propos d'un cadran analytique », *Les actes de colloques du musée du quai Branly Jacques Chirac* (6).

SIGAUT, F. (1983). « Un tableau des produits animaux et deux hypothèses qui en découlent », *Nouvelles de l'Archéologie* 11.1, 45-50.

SIGAUT, F. (2003). « Regard critique sur la notion de domestication. Dossier : Animal domestique, espèce domestique, domestication : points de vue », *Ethnozootecnie*, 71, 45-50.

SIGAUT, F. (2009) « Du progrès en agriculture – et en général ». In B. Hervieu, B. Hubert (Eds), *Sciences en campagne. Regards croisés, passés et à venir*, La Tour d'Aigues : Édition de l'Aube, collection « Société et Territoire ».

La domestication

Michel J. F. DUBOIS

Un processus qui se comprend dans la durée et dont la valeur heuristique est indéniable

La domestication peut d'abord être conçue comme un processus commun qui concerne la relation entre l'humain et un nombre limité d'espèces animales – de l'ordre de trente –, et de plantes – quelques centaines. Ces plantes et ces animaux sont dits « *domestiqués* », et les termes « *domestication, domestiqué, domestique* » s'appliquent indifféremment aux plantes et aux animaux concernés. Néanmoins, une analyse fine montre des différences aussi bien entre animaux et plantes que chez les animaux ou chez les plantes au point que, selon François Sigaut, la domestication comme concept serait sujette à critique (Sigaut, 1988).

En tant que notion empirique, il conviendrait de la déconstruire en trois plans : juridique, soit l'appropriation de l'animal ; éthologique, qui concerne la familiarisation comportementale réciproque ; et, bien sûr, économique, c'est-à-dire l'utilisation pour la production, jusqu'à la consommation. Il avançait l'idée que « *les réalités qui se situent sur ces trois plans obéissent à des logiques distinctes, sans liens nécessaires entre elles* ». Ici, nous ne suivons pas François Sigaut car, à partir du moment où la domestication est considérée comme un processus qui n'a pas nécessairement de fin, les trois plans de Sigaut concernent non pas la domestication elle-même, mais ses conséquences qui peuvent en effet être et se déployer selon différentes modalités et en fonction de chronologies variées, souvent contingentes.

S'opposant à cette analyse, Jean-Pierre Digard a proposé un tout autre point de vue⁷ et parle d'activité domesticatoire, de processus domesticatoire, et même de système domesticatoire, ce à quoi notre approche est consonnante. De même, Leroi-Gourhan accorde à la domestication un rôle civilisateur⁸. Parler de processus ou d'activité domesticatoire permet d'aborder facilement le ver de terre ou le tenebrio, ou tout vivant qui est intégré dans le milieu sociotechnique humain. Finalement, c'est un processus qui peut s'appliquer aussi aux êtres humains, et maintenant aux objets complexes qu'il est en train d'inventer.

⁷ Jean-Pierre DIGARD, *L'Homme et les animaux domestiques. Anthropologie d'une passion*. Paris, Fayard, 1990, 325 p. ; « Les voies de la domestication animale, entre tendances, hasard et nécessité ». In *La révolution néolithique dans le monde* [en ligne]. Paris : CNRS Éditions, 2010. Sur Internet : <http://books.openedition.org/editionscnrs/15671>. ISBN : 9782271129864. DOI : 10.4000/books.editionscnrs.15671.

⁸ Une de ses premières œuvres, en 1936, a été un petit livre : *La civilisation du renne*.

On peut définir la domestication à partir des trois critères fondamentaux qui conduisent au maintien et à l'évolution d'une espèce d'être vivant. L'être vivant doit pouvoir se maintenir, c'est-à-dire accéder à la quantité et la qualité d'aliment dont il a besoin. Il doit pouvoir se reproduire selon les conditions qui lui sont propres. Et il doit être soumis à une sélection conforme au cadre dans lequel il vit. La domestication a lieu quand ces trois critères sont pris en charge par les humains.

Le processus de domestication est aussi sociotechnique

Dans la durée, et selon la pression artificielle de sélection appliquée, le résultat, sur la plante ou l'animal, est visible au point que l'approche naturaliste peut conduire à décrire une nouvelle espèce, ou une sous-espèce. Mais les premiers naturalistes eux-mêmes ont reconnu dès le développement historique de la biologie, au XVIII^e siècle, que si les animaux domestiques ne pouvaient relever que des sciences naturelles, il fallait bien y voir aussi un phénomène social. Buffon (1749), dans son premier discours, *De la manière de traiter de l'histoire naturelle*, ne sépare pas spécifiquement les animaux domestiques des sauvages, mais dans son descriptif, il insiste sur l'histoire des animaux et précisément, pour les animaux domestiques, sur leurs interactions avec les humains⁹. Geoffroy Saint-Hilaire dans son *Acclimatation et domestication des animaux utiles* (1861) intègre bien la domestication comme un processus social. Darwin, dans sa définition de la sélection naturelle, la qualifie précisément par rapport à la sélection, qui devient « artificielle », construite par les humains, dans le cadre de leurs activités sociales. La domestication est bien un processus social qui se construit en utilisant les caractéristiques du vivant qui sont, dirons-nous aujourd'hui, des capacités d'évolution (Pelosse, 1991).

Ici, nous partirons simplement de la reconnaissance, devenue presque une évidence, que la domestication se montre surtout, mais pas uniquement, comme une conséquence de l'agriculture, c'est-à-dire de la révolution du néolithique. C'est un processus résultant des actions de l'homme sur le vivant (mais certaines espèces de fourmis montrent des activités similaires, et co-évoluent avec leur partenaire « domestiqué »), qu'elles soient continues ou discontinues, et plus ou moins fortes. Nous le verrons à l'œuvre dans les exposés qui suivront, focalisés uniquement sur le contexte animal. L'action domesticatoire a des caractéristiques

⁹ BUFFON, *Œuvres*, Paris : Gallimard, coll. « La Pléiade », pp. 29-66.

technologiques qui sont, de manière évidente, étroitement liées à, et en interaction avec, la culture et l'organisation des sociétés.

Quel que soit l'animal concerné, il est environné de technique et intriqué dans le système de production et ses dispositifs techniques depuis les commencements. Les XIX^e et XX^e siècles ont été le temps d'une complexification technique croissant rapidement. À la fin du XX^e siècle et au début du XXI^e siècle se développe une technicité nouvelle qui s'introduit dans le vivant lui-même : insémination artificielle, génomique, et peut-être un jour transgénèse.

Plus la domestication a commencé précocement, plus l'espèce domestiquée diffère de l'espèce d'origine, au point d'entraîner la formation d'une espèce génétiquement disjointe, non interféconde avec l'espèce originelle (Zeder, 2006). C'est dans le végétal que c'est le plus visible, car un chien peut être aujourd'hui croisé avec un loup, malgré les variations morphologiques du chien, nombreux sont les hybrides entre espèces domestiquées ou gardées en zoo. Mais le végétal est le plus transformé, jusqu'à créer des espèces : blés, triticale, maïs, etc. Chez l'animal, les croisements entre un âne et une jument datent de l'Antiquité et permettent de combiner la force du cheval et la rusticité de l'âne (mule et mulet). Mais la réalisation d'une nouvelle espèce est apparue inaccessible pour la raison de non-appariement des chromosomes lors de la méiose. Si les croisements inter-spécifiques sont assez nombreux chez les mammifères, aucun n'a connu le succès des blés, du triticale ou du colza. En revanche, la variabilité des races peut être très importante (chèvre, mouton, vache), au point que l'adaptation au changement climatique pourra conduire à créer de nouvelles races par des croisements entre races.

La séparation de l'espèce domestiquée, ou en cours de domestication, n'est pas un processus simple et continu. Des hybridations avec l'espèce originelle peuvent avoir lieu, des retours à la vie sauvage, et parfois un simple commensalisme pendant de longues périodes. Selon le stade de la domestication, la relation entre les humains et chaque espèce peut être différente. Le chien est l'être vivant domestiqué de très loin le plus ancien. Même s'il a joué un rôle très important dans la chasse, les déplacements, la protection des champs et des troupeaux, parfois même dans la guerre, il est aujourd'hui surtout un animal de compagnie. Il a acquis des compétences sociales indéniables (Hare, 2002). Il a même acquis l'aptitude à digérer l'amidon (Axelsson *et al.*, 2013). On sait depuis environ vingt ans que la trajectoire phylogénétique de sa domestication est complexe (Vila *et al.*, 1999 ; Savolainen *et al.*, 2002). Les recherches les plus récentes complexifient le tableau au point que les débats sont intenses

entre archéologues et entre généticiens. Les conséquences de cette recherche sur l'origine du chien peuvent en faire une sorte de modèle de toutes les domestications : sources multiples, croisements successifs avec l'homologue sauvage, adaptation par étapes contingentes, spécificité génétique et comportementale. La date de domestication du cheval est encore mal connue : le début pourrait remonter à 8 000 ans avant notre ère. Mais la première preuve archéologique à ce jour remonte à 3 500 avant notre ère. Le cheval a transformé le déplacement des hommes, l'art du commerce et de la guerre... et donc le développement des civilisations. Chaque domestication a une histoire propre.

Peut-on établir une classification des animaux en domestication ?

Pour les animaux, il existe plusieurs catégories classificatoires : d'un côté, en dépendance avec la taxinomie (mammifères, oiseaux, poissons, insectes), et de l'autre, dans le cadre de la fonction de l'animal dans la société humaine (rente ou compagnie).

La division entre rente et compagnie est apparue peu à peu. Elle n'était pas vraiment visible au début, le chien ayant été de très loin le premier être vivant domestiqué (probablement vers -100 000 ans) et ce, comme compagnon ou encore animal de compagnie. Or, il a toujours existé et il existe encore aujourd'hui des sociétés qui consomment du chien, autrement dit le chien, animal de compagnie par excellence, peut aussi être un animal de rente : on le mange... Je n'insisterai pas ici sur la relation possible entre cannibalisme et consommation d'animal de compagnie. Il reste que, dans les sociétés industrielles actuelles, lorsqu'un animal domestiqué acquiert le statut d'animal de compagnie, il quitte le domaine de l'élevage. On le constate, en France par exemple, avec le cheval et le lapin qui sont en train de quitter presque complètement le domaine de la production et qui sont ainsi soumis à des pressions de sélection différentes. La diversification rapide des races de lapins (géant des Flandres, nain bélier, angora, tête de lion, mini lop, etc.), alors que sa domestication date du Moyen Âge, semble s'apparenter à celle du chien.

La problématique de la domestication est un arrière-fond des séminaires sur l'évolution agrotechnique. Nous focaliserons notre attention ici sur l'animal d'élevage, de rente, objet de production et de calculs zootechniques. Même si de nombreux animaux de rente peuvent aussi tenir un rôle de compagnon – les humains post-néolithiques vivant en très grande proximité avec les bêtes pendant des millénaires –, le statut des animaux de rente a rapidement changé avec la révolution industrielle et surtout après la deuxième révolution

industrielle. Vivant de plus en plus en interaction avec des machines, les animaux sont de plus en plus sélectionnés selon des objectifs d'adéquation aux besoins des machines, même si ces machines sont conçues pour accompagner les animaux. Mesurer systématiquement une caractéristique sélective d'un animal, c'est aussi – souvent indirectement – sélectionner son adaptation à l'outil de mesure. C'est encore plus vrai d'un outil qui nourrit un animal ou qui le ponctionne (traite). Nous le verrons lors des différents exposés.

La diversité biologique, dont la diversité de taille, est considérable entre les différentes espèces animales domestiquées, pourtant en nombre réduit. Du bovin dont le poids peut dépasser la tonne, aux différentes volailles qui pèsent quelques kilogrammes, à la truite (quelques centaines de grammes) au ver à soie (3 g) ou même au ver de farine dépassant rarement 0,15 g, on a donc des écarts de l'ordre de 10^6 en poids ou de cent en dimension linéaire (le poids correspond à un volume qui croît comme le cube d'une dimension d'espace). Ainsi, l'intégration dans l'espace technique qui permet la production conduit à des rapports d'échelle très différents qui changent jusqu'à la nature de cette dernière. Par exemple, sur un hectare, l'élevage de tenebrio est une usine qui en produit des milliards par mois, alors que pour un bovin, on a le choix entre la surface minimale nécessaire par animal pour un élevage extensif, soit environ huit cents hectares pour huit cents vaches, ou la surface d'une étable pouvant contenir huit cents vaches sur un peu plus d'un hectare, nourries par une production agricole accolée ou distante. L'environnement technique mis en place pour l'élevage du vers à soie, en France, dès le XVI^e siècle, paraît très complexe. À son origine, en Chine, il y a environ 5 000 ans, la complexité de la production était probablement supérieure. Le ver à soie était à la fois produit pour la soie et pour la consommation alimentaire, les larves, tuées pour récupérer le fil de soie était un aliment de choix. Il fallait savoir maintenir la population de géniteurs et, en même temps, obtenir une grande population de chenilles nourries avec des feuilles de muriers dans des lieux protégés des prédateurs, pour ensuite tuer les larves sans détruire le cocon et récupérer ainsi le fil, à destination du filage puis du tissage. Et le « ver » était considéré comme un produit alimentaire de luxe, intégré à des pratiques culinaires raffinées. De plus les fruits du murier sont comestibles et très appréciés.

Il n'y a pas d'élevage simple dans la mesure où il faut toujours combiner la reproduction des géniteurs et la production qui a souvent deux ou trois niveaux : les animaux eux-mêmes, puis les différentes parties du corps (muscles, os, boyaux, phanères, peaux) et leur production durant leur vie (poils, lait, déjections). Néanmoins, on constate depuis deux siècles une

complexification des conditions d'élevage qui proviennent du besoin de production toujours plus élevé alors que la croissance des surfaces a été moindre, puis en déclin relatif, et désormais elle s'arrête, planétairement parlant. Dans vingt ans, la surface globale agricole sera en gros la même qu'aujourd'hui, avec quelques déplacements dans les répartitions par continents, comme conséquence de la croissance des populations et, plus intensément, des villes. Le changement climatique va aussi avoir un impact sur ces déplacements.

Une définition générale de la domestication

On utilise de plus en plus le concept de domestication pour l'humanité. Par exemple, Jacques Goody (1979) considère que l'écriture est une technique permettant de domestiquer la pensée. Il fait implicitement référence à Lévi-Strauss (domestiquer la pensée sauvage). Sloterdijk, dans *Maximes pour le parc humain* et *Le zoo humain*, considère que l'être humain est un animal domestiqué par la culture. Des auteurs de plus en plus nombreux commencent à estimer que l'espèce humaine s'est autodomestiquée (Bednarik, 2013 ; Helvenston & Bednarik, 2011). Aujourd'hui, l'hypothèse de l'autodomestication est appliquée au Bonobo (Hare *et al.*, 2012, 2015 ; Wobber *et al.*, 2010) et même au loup (Germonpré *et al.*, 2018.)

Mais on peut désormais aller encore plus loin. Dans le foisonnement moderne des technologies, on constate à la fois une sorte de débordement technique, mais aussi une complexification extraordinaire de certains objets techniques sur lesquels il semble que l'utilisateur doit avoir une action domesticatoire. S'approprier une nouvelle technique multiforme, c'est en quelque sorte l'apprivoiser et finalement la domestiquer pour qu'elle devienne conforme à la relation que nous souhaitons établir avec elle.

La proposition : la domestication est un processus qui modifie, en interaction avec la technique, le milieu de vie de l'animal « invité » dans le milieu humain, ce qui petit à petit sélectionne l'animal le mieux adapté à ce milieu sociotechnique. Bref, une logique de sélection qui est bien ce à partir de quoi Darwin a conçu son concept de sélection naturelle. C'est une invitation de l'animal à venir vivre et à se reproduire dans le milieu sociotechnique humain et, génération après génération, de ne conserver que les animaux les plus adaptés à la représentation qu'en a l'éleveur. C'est bien du darwinisme, avec une différence que la sélection est artificielle : juste retour des choses, cette sélection avait été l'objet de l'analyse darwinienne, préalablement à sa proposition de sélection naturelle.

L'analogie entre les deux types de sélection masque une différence fondamentale : la sélection naturelle n'a pas d'orientation prédéfinie alors que la sélection de l'éleveur – ou du système global d'élevage – est clairement orientée à la fois par le but recherché, à l'origine assez flou, par les moyens techniques d'évaluation et par les conditions techniques entourant l'animal. Même si les qualités recherchées paraissent approximatives et n'ont commencé historiquement à être précisées que durant les temps modernes, l'évolution des plantes et des animaux domestiques de rente montre qu'il est possible *a posteriori* de définir ce qui était recherché.

Quelques conséquences de l'amplification du processus de domestication

L'adaptation au monde humain peut conduire à des animaux qui ne peuvent plus vivre dans leur milieu naturel. Un exemple frappant est la race bovine Bleu Blanc Belge, orientée vers la production de viande, dont la conformation des cuisses empêche le vêlage. Une césarienne est nécessaire pour chaque vêlage. On retrouve les mêmes tendances chez les plantes avec le maïs comme exemple type, incapable de se reproduire sans action humaine. On pourrait définir une sorte d'échelle intégrant la pression de sélection dans la durée et qui indiquerait une sorte de niveau de domestication. Ces deux cas ci-dessus empêchent définitivement la race ou l'espèce de retourner dans le milieu naturel.

La domestication produit systématiquement de nombreuses races (ou cultivars pour les végétaux) facilement identifiables selon des critères morphologiques, physiologiques ou biochimiques. Ces races ont toute une origine régionale, même si le monde moderne réalise désormais à la fois des croisements entre races, issues de régions très différentes et des expansions géographiques de certaines. Le chien est l'animal domestiqué (le loup gris du Moyen-Orient) depuis le plus longtemps (au moins 30 000 ans pour l'archéologie, de l'ordre de 100 000 ans pour la biologie moléculaire). C'est aussi celui pour lequel nous disposons de la plus grande variabilité de types morphologiques.

Aujourd'hui, on peut se poser plusieurs questions. D'abord, quels sont les impacts de la mise en place de sélections conscientes d'adaptation aux outils nouveaux ? Quels sont également les impacts dans la longue durée d'une sélection systématiquement orientée vers des objectifs de productivité accrue ? Les progrès génétiques ont été orientés, qu'il s'agisse du végétal ou de l'animal, vers l'accroissement constant de la productivité dans un contexte technique lui aussi en évolution, conduisant indéniablement à une artificialisation croissante.

Depuis les travaux de Darwin, et avec l'accroissement des connaissances en génétique, on comprend de mieux en mieux ce qui se passe sous pression de sélection. On en arrive au sélectionneur qui prend des choix conscients pour modifier les comportements des animaux. Jean-Gabriel vous parlera de son approche du tenebrio. Lors de notre rencontre, avant même que je lui pose la question, il a reconnu que, maintenant que l'on connaît Darwin et la génétique, les méthodes de sélection ne peuvent plus être inconscientes. Il faut savoir ce que l'on est en train de faire, dans la relation entre production et reproduction. Quant au lombric, on peut apprendre par Daniel Cluzeau que nous avons procédé à sa propagation et à sa domestication, inconscientes quoique réellement orientées. Aujourd'hui, le lombric rentre dans le panthéon des animaux sacralisés, ce qui historiquement a été le sort de presque tous les animaux domestiqués à un moment et en au moins un lieu défini.

Jusqu'au XIX^e siècle, il ne semble pas que la sélection fût orientée directement et précisément sur la production de lait ou sur celle de la viande. Les animaux étaient souvent sélectionnés sur la couleur de la robe, la conformation générale, la beauté de l'animal. Le XX^e siècle, et surtout sa deuxième moitié, a vu une croissance inédite de la productivité qui, en cinquante ans, a cru davantage que durant les deux millénaires précédents. La technique de sélection, aidée par les outils d'évaluation et de mesure, les croisements, la génétique, une alimentation associée, a acquis une efficacité telle qu'elle a permis l'émergence de structures ou d'entreprises de sélection.

L'intrusion des biotechnologies

On entre maintenant dans une époque nouvelle où la technique n'agit plus uniquement comme milieu et comme pression de sélection, mais elle entre dans les processus internes du vivant et provoque des évolutions par l'intérieur de l'animal (ou du végétal) : génomique, mutagenèse, « *editing* », transgénèse. Est-ce toujours une domestication ? N'est-ce pas un nouveau monde conceptuel, scientifique et technique ? Quels peuvent en être les effets dans la longue durée (plusieurs siècles) ?

Ces questions demandent des réponses assez urgentes, car leur potentiel de transformation est considérable et relativement rapide. Sur le végétal, deux types de gènes seulement ont été utilisés (résistance à un herbicide, et résistance à deux familles d'insectes). Vingt-cinq ans après, plus de 10 % des surfaces cultivées planétaires en étaient couvertes, mais il s'agissait en fait d'un très grand nombre de variétés. Il suffirait de déployer des gammes de gènes

d'intérêt (nutrition, goût, adaptation au transport, adaptation pédoclimatique, résistance à la sécheresse, au sel ou aux inondations, résistance aux bactéries et aux virus), de manière plus ou moins contrôlée, pour accélérer le processus de domestication, c'est-à-dire pour déplacer les génomes des animaux (et aussi des plantes) par rapport au chemin d'une sélection naturelle. Si ce processus finit par s'appliquer aux faunes du sol, puis des eaux, c'est que le processus multimillénaire de modification des écosystèmes, entrepris par l'espèce humaine depuis près de 50 000 ans est en pleine accélération. Le Néolithique a été une phase d'accélération très forte, l'époque actuelle serait une nouvelle étape de transformation globale accélérée et plus profonde.

Conclusion

Le substantif « domestication » et les adjectifs « domestique » et « domestiqué » n'ont pas pour rôle de cacher l'absence d'un concept clair et précis, mais ils masquent des opérations, des interactions. Il s'agit d'un processus qui conduit à ce que l'observateur estime être une adaptation est qui est de fait une sélection. C'est bien ce processus évolutionnaire qui est commun à l'ensemble disparate comprenant le chien, le cheval, les bovins, les ovins, les caprins, le porc, le cyprin doré et la carpe, la poule, la dinde ou la pintade, ainsi que les canards, cygnes et oies, le bombyx du mûrier, le chat, le lapin, et maintenant le tenebrio ou le ver de terre... C'est la variabilité intrinsèque de ce type de processus concevable selon le terme d'individuation qui conduit à un nombre instable d'animaux dits domestiqués (de 26 – les « vrais » –, à un peu plus de 200 – incluant les commensaux proches ou distants, les associés, les parasites) qui reste néanmoins faible eu égard au nombre d'espèces sauvages. En effet, les critères de domesticabilité d'un mammifère ou d'un oiseau limitent drastiquement les possibles. Citons en particulier l'aptitude à se reproduire en captivité, un minimum de sociabilité et de sens du bipôle : domination – soumission. Nous le verrons même pour le tenebrio dont le goût pour une vie collective favorise grandement la domestication.

Il convient de rester lucide face à la tendance des entreprises et des consommateurs de parler de naturalité et de bien-être animal. La naturalité du processus de domestication peut être questionnée. N'importe quel animal domestiqué est un être vivant, quelle que soit l'importance de la marque technique sur ses caractéristiques et sur les modalités de production et de reproduction. Dans ce sens, il est naturel. Pourtant, son mode de vie, de sa naissance à sa mort, est complètement intégré dans le cadre humain artificialisé. Le concept

de naturalité est déjà ancien et remonte au moins au xvii^e siècle, et une histoire de ce concept pourrait être très utile. De même, le bien-être animal peut-il être défini en dehors d'un contexte sociotechnique ? Il pourrait être judicieux de revenir d'abord à l'histoire des attitudes culturelles, des comportements et des croyances relatives au bien-être animal (Fraser, 2008).

Références

- BEDNARIK, R. G. (2013). "The origins of modern human behavior". In *The psychology of human behavior*. Nova Science Publishers Inc, 1-58.
- FRASER, D. (2009). *Understanding Animal Welfare: The Science in its Cultural Context*. Wiley-Blackwell.
- GERMONPRÉ, M., LÁZNIČKOVÁ-GALETOVÁ, M., SABLIN, M. V., BOCHERENS, H. (2018). "Self-domestication or human control? The Upper Palaeolithic domestication of the dog". In J. D. VIGNE, C. STEPANOFF (eds.). *Rethinking Domestication: Biosocial Approaches to Hybrid Communities* (pp. 39-64), London : Routledge.
- GERMONPRÉ, M., LÁZNIČKOVÁ-GALETOVÁ, M., & SABLIN, M. V. (2012). "Palaeolithic Dog Skulls at the Gravettian Předmostí Site, the Czech Republic", *Journal of Archaeological Science*, 39(1), 184-202.
- GERMONPRÉ, M., SABLIN, M. V., & STEVENS, R. E. (2009). "Fossil Dogs and Wolves from Palaeolithic Sites in Belgium, the Ukraine and Russia: Osteometry, Ancient DNA and Stable Isotopes", *Journal of Archaeological Science* 36(2), 473-490.
- GOODY, J. (1979). *La Raison graphique. La domestication de la pensée sauvage*, trad. de l'anglais par J. Bazin et A. Bensa, Paris : Éd. de Minuit [1977], 274 p.
- HARE, B., SCHROEPFER-WALKER, K., & WOBBER, V. (2015). "Experimental evidence that grooming and play are social currency in bonobos and chimpanzees", *Behaviour*, 152(3-4), 545-562.
- HARE, B., WOBBER, V., & WRANGHAM, R. (2012). "The self-domestication hypothesis: Evolution of bonobo psychology is due to selection against aggression", *Animal Behaviour*, 83(3), 573-585.
- HELVENSTON, P. A., BEDNARIK, R. G. (2011). "Evolutionary origins of brains disorders in Homo sapiens sapiens", *Brain Research Journal*, 3(2), 113-139.
- SIGAUT, F. (1988). « Critique de la notion de domestication », *L'Homme*, 28(108), 59-71.

WOBBER, V., WRANGHAM, R. & HARE, B. (2010). "Bonobos Exhibit Delayed Development of Social Behavior and Cognition Relative to Chimpanzees", *Current Biology*, 20(3), 226-230.

Récit professionnel

À quoi sert le numérique dans l'élevage ?

Julie DEWEZ

En élevage, le numérique répond à cinq grandes fonctions : limitation des charges physiques répétitives qui peuvent épuiser l'agriculteur ; gain de temps et donc de productivité (c'est par exemple le cas des robots de traite ou d'alimentation) ; surveillance et suivi des animaux, grâce aux nombreux capteurs disponibles sur le marché ; limitation de la charge mentale de l'éleveur qui peut être rapidement épuisé par tout ce qu'il doit suivre, mémoriser et décider dans une seule journée ; et aussi aide ou assistance à la décision grâce à de nombreux indicateurs de suivi de l'évolution du troupeau. Ainsi, on ajoute du numérique ou de la robotique dans l'élevage pour permettre à l'éleveur de mieux gérer son élevage tout en abaissant sa charge de travail physique et sa charge mentale. Dans le langage informatique, on parle de monitorer une activité, une chose ou un animal, dans le sens de « maintenir un œil », de surveiller ou de suivre avec un appareil de contrôle automatique afin de pouvoir réagir sans attendre.

Pourquoi les éleveurs connectent-ils leur troupeau ? Tout d'abord, en France, on observe une évolution de la taille des fermes avec des troupeaux qui oscillent en moyenne autour de 60 à 70 vaches laitières, ce qui entraîne mécaniquement une production de lait en hausse. Par ailleurs, les changements des conditions de conduite d'élevage depuis quelques dizaines d'années ont permis d'avoir des animaux plus performants en mode de reproduction, car fortement sélectionnés pour produire davantage et mieux, ce qui peut avoir pour conséquence une plus forte sensibilité aux maladies directement associées à un niveau de reproduction plus complexe. En effet, la sélection d'un caractère peut conduire à une amélioration, mais avec la dégradation d'un autre, car il est long et difficile de tout avoir en même temps.

Parallèlement, le contexte économique a fortement changé : quotas, volatilité des prix, besoin de traçabilité des animaux (avec notamment la problématique du bien-être animal et de la *blockchain* dont on entend parler beaucoup en ce moment) et l'exigence accrue d'amélioration incessante des performances.

Pour eux-mêmes, les agriculteurs évoluent dans leurs pratiques, élargissent et approfondissent leurs compétences. Ils ont de plus en plus envie de concilier la vie de famille avec le travail. C'est bien dans ce sens que l'explosion des technologies de l'information et de la communication (TIC) est une opportunité pour l'éleveur. Cela permet d'associer une baisse des coûts à une meilleure accessibilité aux nouvelles méthodes de calcul (dont l'intelligence artificielle). Cela peut tout changer pour l'élevage en éliminant des tâches physiques épuisantes, comme la traite, tout en pouvant suivre mieux le troupeau.

On peut résumer cette évolution en quelques chiffres. Les TIC (Techniques d'Information et de Communication) en élevage laitier ont connu un très fort développement en dix ans : 67 % des éleveurs seraient équipés d'au moins un outil connecté, y compris les robots (87 % pour les troupeaux de 100 vaches et plus). Plus le nombre moyen de vaches par exploitation

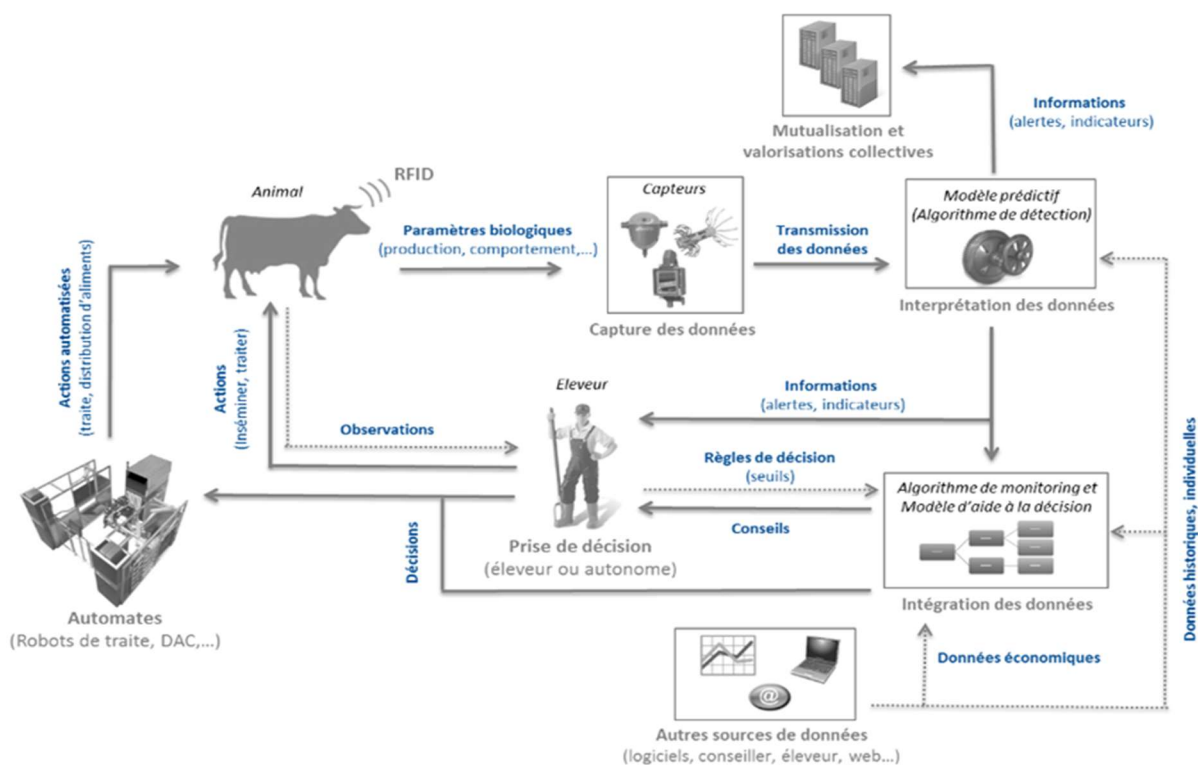


Figure 1 : Concept d'élevage de précision (adapté de Allain *et al.*, 2012 ; Rutten *et al.*, 2013b)

augmentera, plus les éleveurs auront besoin de ces outils connectés. Le nombre d'éleveurs équipés de robots de traite a été multiplié par 4 en dix ans. Aujourd'hui, de plus en plus de jeunes s'installent en incorporant directement des robots de traite.

Les animaux sont équipés de capteurs qui vont générer soit des actions soit des données (sans exclusion). Puis, les données sont transmises à un serveur et finissent stockées chez le fabricant. Grâce aux données récoltées, il est possible de développer des modèles prédictifs

qui permettront d'aider l'éleveur à prendre des décisions comme l'insémination d'une vache ou la détection d'une maladie plus rapidement avant même une détection par l'éleveur. Les informations résultantes des modélisations à partir des données brutes sont réceptionnées sur son téléphone et/ou son PC. Elles lui donnent quotidiennement les informations dont il a besoin afin de mieux gérer son élevage.

Quelles sont les mesures réalisables et utiles pour le suivi d'une vache ? Il y a des paramètres physiologiques, biologiques, morphologiques et également des paramètres comportementaux. Un procédé tout récent – l'analyse vidéo – permet la reconnaissance faciale de la tête de l'animal et, à partir de cette reconnaissance faciale, on pourra plus facilement analyser ses comportements, par exemple face à l'alimentation. La vidéo peut également permettre de suivre l'état de santé corporelle : évaluer si la vache grossit, si elle maigrit, et prendre des décisions autour de la reproduction. Dans un contexte un peu plus classique et plus ancien, on aura également les accéléromètres que l'on positionne à la patte, sur le cou ou sur la queue. Dans chaque cas, l'intérêt diffère : par exemple, le positionnement sur la queue permettra la détection du vêlage ; au niveau du cou, ce sera davantage pour détecter tout ce qui est comportemental (trouble de santé, chaleur...). Le podomètre permet également de détecter tout ce qui est trouble de santé, chaleur, avec notamment la détection des comportements de déplacement et du temps couché. On pourra également lui faire ingérer un thermomètre et/ou un pH-mètre pour pouvoir monitorer la nutrition et la santé associée. Au niveau du robot de traite, on va pouvoir monitorer tout ce qui entoure la production laitière (la température, la production de lait, les paramètres physicochimiques du lait...) ce qui va fournir des paramètres de données de reproduction, santé, nutrition, etc.

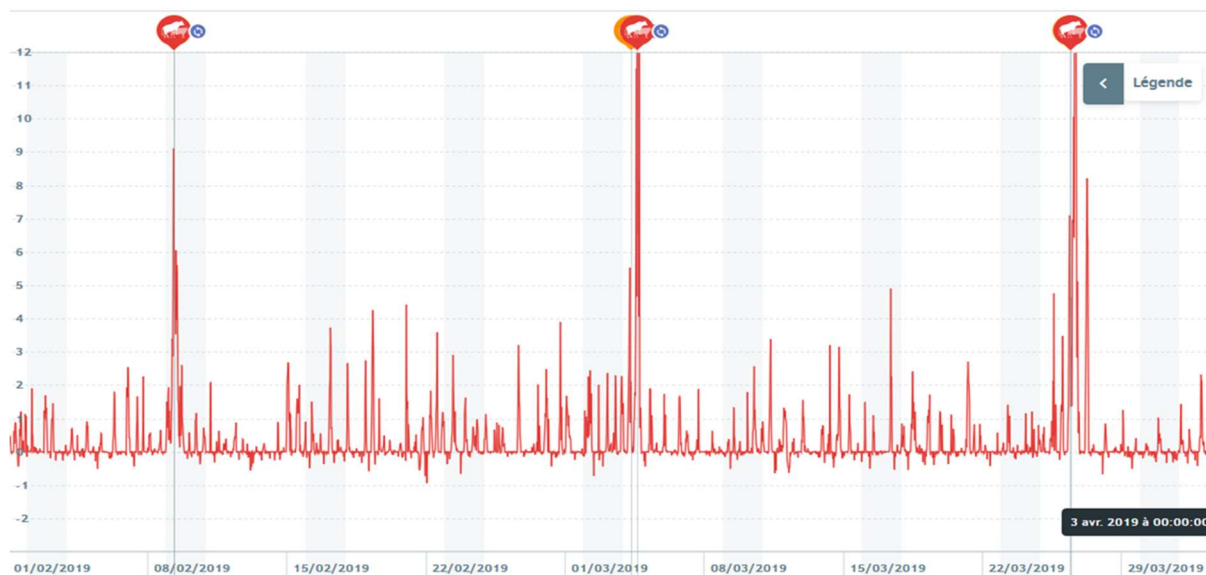
Nous allons maintenant nous focaliser sur les capteurs de MEDRIA SOLUTIONS. Au niveau mondial, MEDRIA SOLUTIONS compte 5 000 clients répartis principalement en Europe, dont la France. Il s'agit d'une technologie dite LoRa, dont la portée est d'un kilomètre et qui permet le déploiement d'un réseau d'IoT. On a donc une base radio que l'on va positionner dans l'élevage et, en équipant de capteurs les animaux, ceux-ci vont pouvoir se déplacer sur toute l'exploitation et être suivis à distance grâce à ces capteurs.

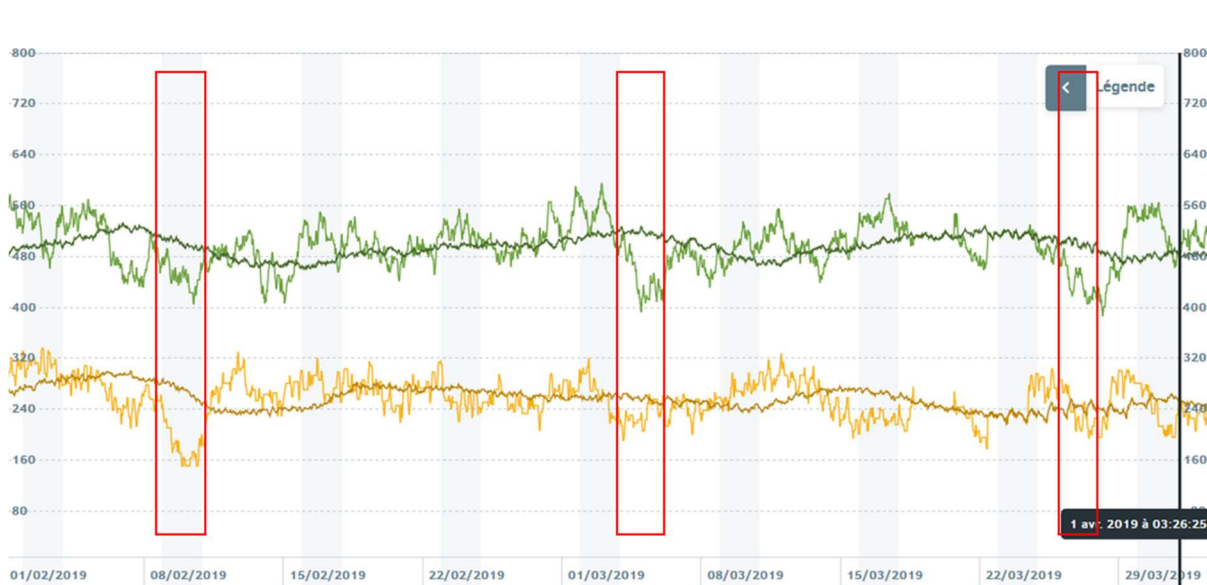
Les différents services de capteurs qui sont proposés sont :

- Le Vet'phone : thermomètre vaginal que l'on mettra dans le vagin de la vache pour détecter le vêlage lorsque le petit sera expulsé.
- Le San'phone : un capteur de température dans le bolus ruminal de chaque vache va permettre de monitorer la température des animaux pour déceler les troubles de santé.
- Le Feed'Live, Heat'Live, Time'Live : ce sont trois capteurs différents implantés sur collier axel permettant de déceler les troubles alimentaires (Feed'Live), les chaleurs (Heat'Live) et tout ce qui touche le bien-être en tenant compte des différents comportements de la vache (Time'Live).

Le schéma ci-dessous présente un descriptif du tableau de bord journalier du troupeau, où l'on retrouve les différents services proposés, à savoir par exemple les expulsions détectées de moins de 24 heures, les prédictions de vêlage, le nombre de chaleurs, le nombre de vaches sans chaleur depuis plus de trente jours. On peut voir également un animal en alerte, le temps moyen d'ingestion et de rumination du groupe, le temps couché. Ainsi, le tableau de bord journalier permet à l'éleveur de piloter son troupeau à distance et d'accéder à une vue d'ensemble.

Figure 2 : Heat'Live® Service de détection des chaleurs





Le service Heat'Live permet la détection des chaleurs. Les deux schémas ci-dessus montrent des courbes d'activité spécifique qui matérialisent l'activité de l'animal dans le détail. Les week-ends mentionnés en gris démontrent que la vache a bien une chaleur les trois semaines, ce qui permettra à l'éleveur de décider ou pas d'inséminer en fonction des différents paramètres liés à son animal, mais la courbe indique que la vache est bien cyclée. Le deuxième schéma montre deux « courbes » de rumination (en haut) et d'ingestion (en bas) de la même vache calée sur le même tableau. La courbe indique une chute d'ingestion et de rumination à chaque fois que l'animal exprime des chaleurs.

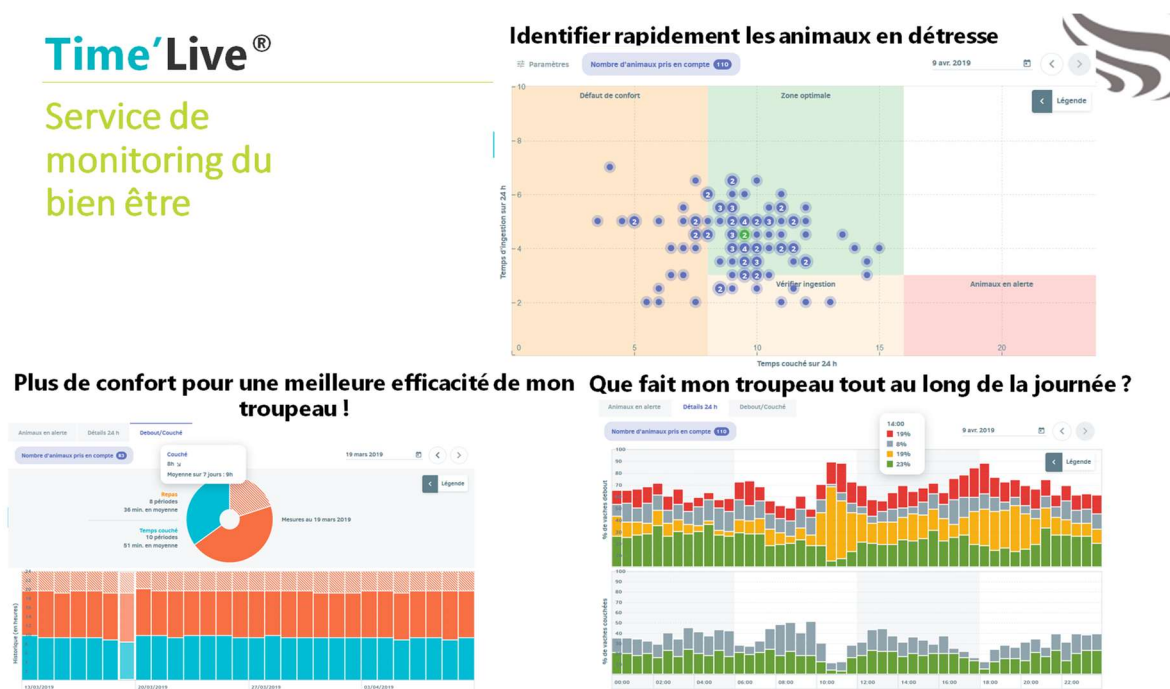


Figure 3 : Suivi de l'alimentation

Le service Feed'Live sert à monitorer l'alimentation. La figure 3 porte des représentations journalières de l'efficacité alimentaire selon différents diagrammes. En l'occurrence, sur le diagramme en haut à droite, on aperçoit différentes couleurs, le vert indiquant que tout se passe bien. En revanche, si l'on voit un point rouge ou rouge hachuré, cela indique qu'il y a peut-être un souci et donc il va falloir aller vérifier. En bas à gauche, chaque point bleu correspond à chaque vache, et un point vert la moyenne pour le troupeau. En regardant les différents points sur le diagramme, on peut positionner des animaux et voir si la ration est plus ou moins bien adaptée (l'appétence, le niveau de quantité...), voir ceux qui sortent du lot et comment se comporte le lot au niveau du troupeau.

L'interprétation des courbes montre ici qu'il y a eu un souci au niveau du troupeau et on va pouvoir dans un premier temps déceler le souci et plus tard s'assurer que l'on revient bien à la normale au bout de quelques jours après l'action corrective.

Figure 4 : Évaluation en continu du bien-être animal



Time'Live est le service du monitoring du bien-être qui était toujours en test lors du séminaire et maintenant commercialisé depuis fin 2019. Il mesure toutes les 5 minutes la position (debout/couché) des bovins et l'activité associée (ingestion à l'auge, ingestion au pâturage, repos, suractivité, inactivité, rumination...). Il décrit l'emploi du temps d'un animal ou d'un groupe d'animaux, de jour comme de nuit, à partir d'enregistrements de la fréquence et de

l'enchaînement des différentes activités. Cela met en évidence des points à améliorer dans la conduite des animaux (vaches trop longtemps debout, ingestion trop faible la nuit...). Les études scientifiques démontrent qu'un « emploi du temps » respecté est synonyme de bien-être, mais aussi de rentabilité tout en permettant de détecter rapidement les animaux en détresse. Le diagramme indique le temps d'ingestion en 24 heures et le temps couché. Comme pour la figure précédente, en haut à droite, un point vert indique la moyenne du troupeau. On va regarder les animaux les plus extrêmes avec notamment ceux qui se situent dans la zone rouge, ceux qui par exemple se couchent longtemps, qui ingèrent trop longtemps, et qui sont donc *a priori* plutôt des animaux malades.

En bas à gauche, on peut suivre le monitoring du confort : en bleu, le temps couché ; en rouge, le temps debout ; et en hachuré-orange, le temps d'ingestion. Ainsi, d'un seul coup d'œil, on observe le troupeau et on peut savoir s'il y a un décroché ou quelque anomalie qui s'est produite. Et si jamais quelque chose s'est passé, on va pouvoir zoomer sur ce qui s'est déroulé dans le troupeau tout au long de la journée. Sur une durée de 24 heures, nous avons le temps couché en bas, le temps debout en haut, avec la répartition des différentes activités que va avoir le troupeau.

Par exemple, on peut examiner la zone de distribution de l'alimentation : en bas à droite, on voit en jaune l'ingestion. On remarque bien qu'il y a de l'aliment tout au long de la journée et même la nuit. Grâce à ce suivi, on va pouvoir ajuster des conduites et améliorer, par exemple, la production laitière avec plus d'ingestion, ou mieux répartie.

Nous allons revenir maintenant vers des notions plus générales, à savoir quels impacts ont ces outils connectés sur le travail de l'éleveur. Les impacts des nouveaux outils laissent apparaître notamment de nouvelles tâches. En effet, l'éleveur doit faire face à de nouvelles informations, des interfaces à gérer, la maintenance des repas à consulter et à régir, la gestion du matériel (collier, boucles...) et l'entretien des appareils à effectuer.

L'éleveur tient compte de ces informations, car il a investi dans ces objets. Il va donc falloir qu'il s'en serve pour les rentabiliser. Et il aura à gérer le matériel, car bien souvent les éleveurs n'équipent pas à 100 % leur troupeau : ces outils coûtent encore assez cher et ils « tournent » sur les différents animaux suivant l'intérêt et la période d'élevage.

Il faut aussi s'occuper de la maintenance et de l'entretien des appareils, ainsi que des robots. Quand un éleveur installe un robot, il ne peut pas dire : « *Je ne m'occupe plus de la traite.* » Ce raisonnement est complètement faux, car il ne va pas forcément gagner du temps. Le

temps se déporte sur d'autres tâches. Il peut gagner en souplesse, en fatigue physique, mais il sera obligé de s'occuper malgré tout de ses animaux de façon un peu différente. Il y a également une modification des tâches avec une surveillance plus accrue. En général, la vigilance décroît quand l'éleveur prend de l'expérience avec l'outil. En effet, au départ, il est un peu sceptique vis-à-vis de ces nouveaux outils mais, avec le temps, il s'approprie l'outil et quand il s'aperçoit qu'il peut lui faire confiance, sa vigilance recule.

Il peut y avoir parfois suppression de certaines tâches, notamment avec les robots et les DAC (distributeur automatique d'alimentation concentrée). Cette suppression s'observe davantage pour le DAC que pour le robot, car l'éleveur s'occupera d'une manière différente de ses bêtes. Mais l'éleveur rencontre du stress à l'installation par méconnaissance, ce qui s'estompe là aussi avec l'expérience et également grâce aux alarmes. En effet, les outils ne sont jamais sûrs à 100 %. Il y a parfois de fausses alarmes qui conduisent l'éleveur à aller voir son animal, mais il ne verra pas forcément que l'animal a quelque chose. Le stress dépend aussi du tempérament de l'éleveur.

En 2015, une enquête a été effectuée pour étudier les impacts de l'élevage de précision sur le travail de l'éleveur. Il en est ressorti que les éleveurs sont tous d'accord pour dire qu'il y a un gain de temps et une amélioration de confort du travail, que l'aide à la prise de décision est simplifiée par la fourniture d'indicateurs différents, et qu'il y a un allègement de la charge mentale. Par exemple pour la détection des vêlages, un éleveur qui va positionner un détecteur de vêlage sera plus serein, car il va avoir la position du vêlage, etc. Il sait qu'il peut faire confiance à son outil. De même, il y aura une amélioration des performances techniques, une réduction de l'intervalle du temps de vêlage par le détecteur de chaleurs.

On utilise beaucoup l'informatique et une formation est nécessaire pour s'approprier les différents outils. Les anciennes générations ont un peu plus de mal à s'y habituer, les plus jeunes s'adaptant mieux, mais un investissement est évidemment

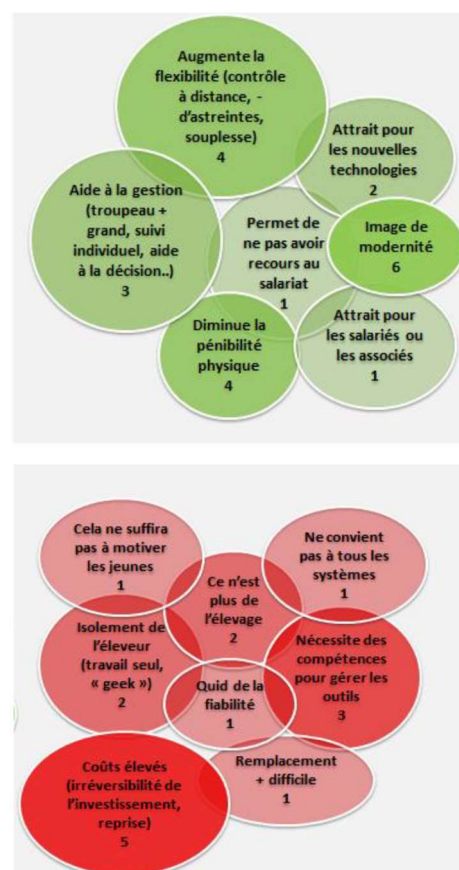


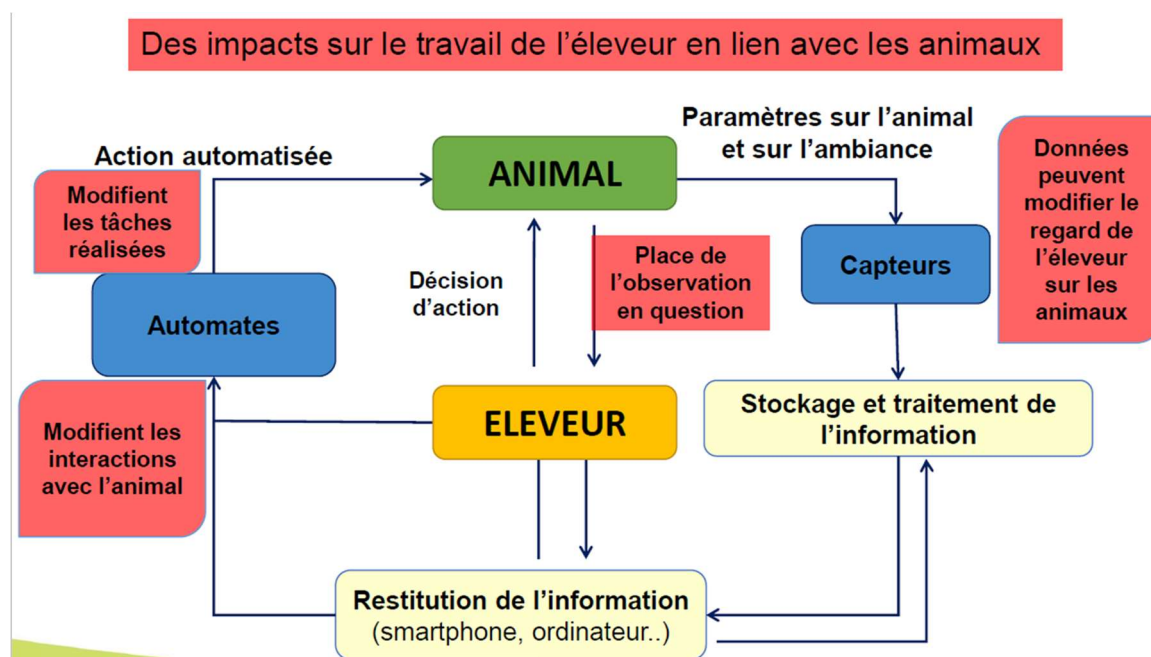
Figure 5 : Impacts sur le travail de l'éleveur

Enquête de Désiré et Hostiou, 4^e Rencontre Nationale du Travail en Élevage, 2015.

nécessaire. Sur les résultats de l'enquête, il ressort également un attrait pour les salariés, une image de modernité, une diminution de la pénibilité physique notamment pour tout ce qui est robots et DAC. Ces outils permettent aussi d'éviter le recours au salariat selon la taille de l'exploitation. Parallèlement, certains sont plus pessimistes et doutent de la fiabilité. De plus, le remplacement se fera plus difficilement, car un éleveur non formé ne pourra pas forcément remplacer l'éleveur doté de tout l'équipement numérique.

Nous reprenons ici de manière un peu simplifiée le schéma qui été présenté plus haut. On retrouve les impacts en rouge avec notamment une modification des interactions avec l'animal. On observe une modification des tâches et de l'observation : par exemple pour la surveillance des chaleurs, il est préconisé de les surveiller 3 fois pendant 20 minutes chaque jour. Ainsi, grâce aux capteurs, l'éleveur consacra moins de temps à la surveillance et le gain de temps permettra d'observer d'autres choses sur les animaux.

Figure 6 : Impacts sur la relation éleveur/animal



Les données peuvent modifier le regard de l'éleveur sur ses animaux, avec notamment le service Time'Live concernant l'emploi du temps des vaches. Quand les éleveurs matérialisent pour la première fois le temps de couchage des animaux, il a été constaté que l'éleveur avait un regard différent sur le comportement de ses animaux.

Je me souviens, il y a quelques années, d'une réunion sur l'élevage de précision qui s'est déroulée à Clermont-Ferrand dans le cadre du Sommet de l'élevage où il y a eu diverses réactions sur l'élevage de précision. Dans l'Ouest globalement, l'élevage de précision est très

bien accepté. À l'inverse, au Sommet de l'élevage, il y a eu certaines réactions un peu plus étonnantes, affirmant que l'on transformait les animaux en robot, qu'on ne verrait plus les vaches, etc. On remarque que dans les zones avec davantage de pâturages, ce système est moins bien accepté que dans les zones comme la Bretagne où les éleveurs sont plus habitués à l'élevage « intensif ».

Concernant l'impact de l'élevage précision, on ne dira pas à l'éleveur ce qu'il faut qu'il fasse (mettre les capteurs, ne plus aller voir les vaches, etc.). Au contraire, c'est à lui d'avoir un regard différent sur les animaux : l'éleveur sera plus flexible au niveau des différentes tâches, il va pouvoir déléguer certaines tâches aux automates, mais pas toutes, et cela ne l'empêchera pas de toute façon d'aller vérifier ce que l'automate va détecter. Il ressort également le fait que l'éleveur a plus de temps pour avoir des relations positives avec ses animaux. Les animaux sont plus libres : par exemple dans le cas de la traite par les robots, il n'y a pas une attente des vaches pour être traitées à 6 h du matin ou le soir à 17 h. Si la vache a besoin d'aller à la traite trois fois et bien elle choisira de se faire traire trois fois.

Ainsi, la relation homme/animal sera différente. Comme conséquence, entre autres, l'animal prend des libertés avec le robot, sans pour autant avoir plus de distance. L'éleveur sera davantage épanoui dans son métier et il aura une relation plus positive et moins stressée avec ses animaux.

L'élevage de précision permet de collecter énormément de données notamment des données nouvelles, des données standardisées, ce qui ouvre des perspectives pour la sélection génétique des animaux. Le temps de traite est évalué aujourd'hui par les éleveurs et ce sont, les éleveurs qui donnent un avis sur le temps de traite (longueur de traite car, en fonction de chacun, le temps passé peut être biaisé). Mais avec le robot, on connaît précisément le temps que va durer la traite, car on le répète plusieurs fois par jour pour chaque vache. Il est mesuré, moyenné, etc. Il en découle une information plus précise. On obtiendra également tout ce qui est multiplexage de données et plus particulièrement des données pour l'intelligence artificielle, notamment avec le croisement de données issues d'automates et d'autres données de l'élevage, comme des données de contrôle de performance... Et grâce à cette nouvelle technique de l'intelligence artificielle, on pourra déterminer en temps réel des déviations au niveau régional ou d'autres groupes et, par conséquent, améliorer la performance des élevages.

Récit professionnel

MyFood : processus d'intégration des poissons et des plantes, et solutions techniques standardisées pour une aquaponie urbaine et familiale interconnectée

Michaël GANDECKI

Synthèse réalisée par **Michel DUBOIS**

Synthèse du projet MyFood

Les données fournies sur le site (<https://myfood.eu/fr/>), en trois langues, donnent une idée claire du projet. Les photos présentées ci-après sont celles de MyFood, dont la publication est libre et sans droit.

Michaël Gandecki, fondateur et dirigeant de l'entreprise MyFood, n'a pas pu venir au séminaire pour des raisons personnelles de dernière minute. Mais comme nous avons étudié son entreprise avec intérêt, rencontré son fondateur et reçu de la documentation de sa part, il nous a semblé qu'un aperçu sur ce projet était utile pour l'ensemble des invités – participants à cette journée –, car il intégrait à l'origine une production animale et son projet se situait en accord avec une tendance sociétale actuelle.

MyFood est une start-up alsacienne installée à Molsheim depuis 2016, avec 12 employés en début 2020. Près de 200 serres connectées déployées sur 14 pays chez les particuliers et les entreprises. Durant l'année 2009, il a pu sembler que le projet animal était mis de côté, mais dès le début de l'année 2020, qui commence juste après une augmentation de capital de deux millions d'euros, le projet d'élevage est remis en évidence.

MyFood se donne comme mission de :

- Fournir à l'humanité des outils pour produire une alimentation saine, riche, durable et ultra-fraîche.
- Unifier les efforts des acteurs du changement pour créer un futur limitant les émissions de CO₂, sans plastique à usage unique, sans pesticides ou OGM.
- Partager librement la connaissance afin d'accomplir ensemble une réelle transition écologique.

Comme il s'agit d'une entreprise qui doit aussi apporter une plus-value et pouvoir se rétribuer, l'objectif concret consiste à permettre aux personnes sans expérience de rentrer dans l'autoproduction tout en limitant le temps de maintenance. L'entreprise doit donc pouvoir suivre le système à distance, s'adapter aux différentes conditions et proposer une expérience plaisante.

Le projet se présente sous l'angle de la permaculture dans une serre high-tech et connectée : produire chez soi, toute l'année, une alimentation saine et durable, à raison d'une dizaine de kilogrammes de légumes par mois ou davantage selon la taille de l'installation. C'est un projet hautement technologique qui propose une combinaison d'aquaponie ou bioponie et de buttes de permaculture préconstruites associée à une lutte biologique intégrée et ceci dans le cadre d'un calendrier annuel de cultures intégré et proposé avec une connectivité et des notifications intelligentes en temps réel. Le système est entièrement modélisé.

Il n'y a pas de doute que ce projet a frappé les participants par son originalité et son adéquation avec l'esprit du temps, même si cette agriculture citadine s'oppose aux tendances encore fortes de l'élevage, de rester loin des villes. Aussi, comme il y sera fait référence dans cet ouvrage, nous présentons ce projet de l'extérieur, en fonction des informations obtenues même si les informations ne peuvent atteindre la précision qu'aurait fourni le créateur de l'entreprise. L'objectif de pisciculture apparaît dans le logo de MyFood ci-après qui montre deux poissons dans un fruit qui ressemble à une tomate.



Michaël Gandecki a créé MyFood en 2015. Cette entreprise vend matériel, consommables et logiciels pour une production aquaponique à l'échelle familiale. Chaque serre est connectée à MyFood qui peut aussi monitorer les différentes productions, apprendre des expériences de ses clients et peu à peu modifier son offre en fonction des problèmes rencontrés par les utilisateurs. Cette start-up semble capable de maintenir une croissance depuis sa fondation sans doute grâce à un choix fondamental de création d'une communauté fondée sur des échanges, partages, témoignages, visites, contributions. Les données sont anonymisées. Les résultats sont publiés, partagés et donnent lieu à des recommandations.

Dès l'origine, l'entreprise s'est construite avec un réseau de pionniers, tous connectés au central et partageant les résultats des données produites. L'esprit de communauté semble réel et créer une base qui permet d'accroître les connaissances et, en conséquence, les produits proposés. Elle participe aussi au capital, devenant un soutien d'appel à des investisseurs, ce qui permet de poursuivre la croissance en Europe et même maintenant aux États-Unis où elle a été présente pour la première fois au CES de Las Vegas (7 au 10 janvier 2020) sur le pavillon FrenchTech/Business France pour exposer ses dernières innovations.



Un

exemple de serre connectée dite « famille »

Tout le discours (mais aussi l'accompagnement technique) est orienté par la promotion d'un système pour la production familiale en aquaponie à petite échelle, intégrant culture de plantes et pisciculture dans une serre calibrée d'une dizaine de mètres carrés. Le but affiché était et reste toujours de répondre à une demande d'autonomie de production alimentaire, même partielle ou symbolique en l'intégrant dans la vie personnelle et familiale des gens. Deux systèmes de cultures sont proposés, dits aquaponie et bioaponie, l'un des deux incorporant clairement la pisciculture (montré dans le schéma ci-après, tiré de leur site web). Autoproduction familiale et ludique pour la consommation familiale ; production horticole et maraîchère en serre et poissons en aquarium à petite échelle. C'est un système complètement fermé, pensé dès l'origine pour minimiser les intrants et favoriser le maximum de recyclage. Ce système économique serait globalement à l'équilibre, pour la famille, sans économiser d'argent sur le budget alimentaire pour autant. En effet, c'est aussi un équilibre entre un espace de loisir gratifiant et finalement non coûteux. C'est un espace de consommation qui peut être lui aussi gratifiant (goût, fraîcheur) et au coût semblable à celui d'un achat à l'extérieur, un espace de convivialité (réseau, choix de développement durable...) et une forme de retour de citadins en recherche de relation avec la nature et l'agriculture.



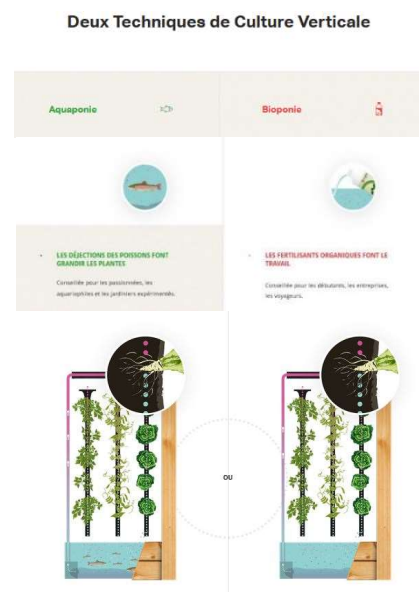
Serres de type « city »

Une agriculture urbaine : compatible avec la pisciculture ?

L'approche de MyFood est citadine, avec ou sans jardin, et non agricole. Le sous-titre de leur brochure est « *serre connectée et jardin urbain* ». Pour les geeks, c'est très « excitant ». En effet, chaque site est connecté, ce qui permet au personnel de l'entreprise (12 salariés à ce jour) à la fois d'assister ses clients et d'apprendre avec eux par comparaison des différents résultats. Plus de 100 familles étaient connectées en fin 2017. Au printemps 2019, il était annoncé 125 familles, et 187 début 2020 selon les données publiées sur le site web. Les animateurs de MyFood sont non seulement les animateurs du réseau mais, surtout, ils collectent les données de tous les producteurs pour avancer dans la connaissance du système et proposer des solutions adaptées aux problèmes rencontrés, et même de nouveaux produits comme le « jardin bioponique » pour terrasse ou appartement. Chaque famille n'est pas seule face aux difficultés de production. Elle reçoit une assistance, des conseils et donc aussi des propositions de nouveaux produits.

Globalement, le projet est ambitieux, mais il ne semble plus avoir grand-chose à voir avec l'agriculture ou l'élevage. Il vise des particuliers, mais aussi des entreprises, même toutes petites, et des collectivités. Il se présente comme une solution durable pour l'alimentation citadine, même s'il paraît évident que le marché a des caractéristiques très spécifiques. Il est surtout composé de familles disposant de ressources et déjà très orientées technologie. Pour les familles, cela a peu de chance d'être financièrement intéressant, sauf si le calcul incorpore cette activité dans un temps de loisir, voire de développement personnel, d'apprentissage... Le retour sur investissement serait de huit ans, ce qui est peu compatible avec l'activité d'une PME. La visée semble collective, et ne peut être comprise que dans une approche globale, intégrée, dépassant celle des clients/adhérents au réseau. Ce serait une participation au verdissement des villes et à l'éducation des citoyens. On peut imaginer aussi des clients qui soient des associations, des collectivités, des écoles... Il serait intéressant de connaître le taux de serres aquaponiques (élevage de poissons) par rapport aux serres bioponiques. Il semble de toute façon encore très faible.

Le plus important : le pilotage centralisé sur le site Internet. Le client a accès immédiatement à tous les produits permettant le fonctionnement du système. Produits payants, mais adaptés



grâce à maintenant plus de quatre ans d'expérience. Quel que soit le problème, il peut l'exposer et la mise en partage permet d'en étudier l'origine. Il peut y avoir parfois des proliférations d'insectes, des maladies, etc. Mickaël Gandecki compte sur l'intégration progressive de toutes les données pour proposer des modèles. MyFood construit ses modèles avec ses clients, et propose régulièrement de nouveaux produits (support des plantes, solutions adaptées aux différentes conditions rencontrées). Mais le modèle est construit avec les clients, un modèle à suivre, révélateur des temps actuels. En effet, l'une des conséquences est le renouvellement permanent et la proposition annuelle d'innovations. La présence de MyFood au CES 2020 à Las Vegas est un indicateur fort que la cible de cette entreprise est bien en relation, non seulement avec les changements de l'alimentation, mais aussi avec la problématique plus profonde du rapport entre ville et campagne, et cela, dans un contexte de promotion des hautes technologies.

L'entreprise se développe aussi avec des entreprises pionnières qui portent aussi son message, telles qu'hôtels, chambres d'hôtes, restaurants, cuisiniers, EHPAD. Par ailleurs, des partenaires institutionnels collaborent sur des projets pilotes : aménagement du territoire, centre de recherche, école d'ingénieurs.

Récit professionnel

Itinéraire d'une exploitation innovante d'élevage ovin lait

Philippe BARTHÈS

Introduction générale

Le monde ovin domestiqué représente environ 372 millions de moutons (béliers, brebis, agneaux, agnelles). Il s'agit d'une seule espèce, *Ovis aries*, mammifère herbivore ruminant de la sous-famille des caprinés et de la grande famille des bovidés (qui compte donc aussi la vache, le buffle, le yack, le zébu, le gayal, le banteng).

Le genre *Ovis* est représenté aussi par six espèces sauvages aux populations limitées. Le mouton est l'un des premiers animaux à avoir été domestiqués par l'humain à la fin du VII^e millénaire av. J.-C. à partir d'*Ovis orientalis*, originaire du sud-est de l'Anatolie ou du mont Zagros. Il est élevé pour son lait (fabrication de fromages), sa viande, sa peau (cuir), et sa laine. C'est la fibre d'origine animale la plus utilisée, bien avant et davantage que la soie, issue d'un lépidoptère, à partir du cocon produit par le ver à soie, avant sa métamorphose en adulte.

Les moutons sont désormais élevés dans le monde entier. Ils ont joué un rôle central dans de nombreuses civilisations. À l'heure actuelle, les principales régions sont la Chine, l'Australie, l'Europe, la Nouvelle-Zélande, la Turquie, l'Argentine et l'Uruguay. Il peut y avoir de fortes différences entre la taille du troupeau global et les capacités de production.

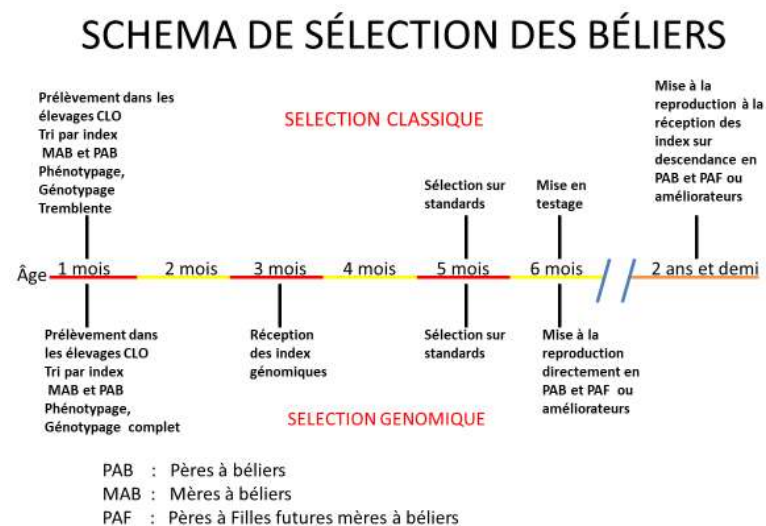
La France, le Roquefort, la Lacaune Lait

En Europe, la France est le sixième pays pour la taille de son troupeau (1 576 000), mais le troisième fournisseur de viande ovine et un des premiers pour la production de lait. Il y a quatre bassins de production avec trois AOP (Fromage) : le Roquefort avec la brebis Lacaune ; le Pays basque, avec deux races, Manech tête noire et Basquo-Béarnaise pour l'Ossau-Iraty, et la Brebis corse pour le Brocciu. La Lacaune représente environ la moitié de la population avec 890 000 brebis.

La race obligatoire pour le Roquefort est la Brebis Lacaune. L'index synthétique pour la sélection est basé sur des caractéristiques phénotypiques supposées génotypiques et il se décompose en quatre parties à poids relatifs identiques : en premier, la quantité liée à la

productivité ; ensuite, la matière sèche utile, grasse et protéique (caillage du lait) ; puis, la conformation de la mamelle pour l'adaptation aux machines à traire et le positionnement vis-à-vis des agneaux (éviter la mamelle trop basse) ; et en quatrième, la recherche des cellules dans le lait. Les données sont saisies et traitées par informatique grâce au logiciel SIEOL (Système d'Information en Élevage Ovin Lait). C'est un outil collectif développé au plan national dans le cadre des orientations données par le Comité National Brebis Laitières (CNBL), fédérateur dans la définition des orientations nationales de recherche et développement et de partage des outils collectifs.

Il y a des gènes à éradiquer comme l'allèle en cause dans la tremblante ou la tendance aux mammites. La génomique permet d'identifier de nouveaux gènes impliqués dans la résistance aux parasites (vers plats, coccidies, mouches, poux, pucerons, acariens) présents dans les climats un peu chauds et humides, la composition fine du lait (caséine, acides, STEC...), la résistance à E. coli, la vitesse de traite (liée à la conformation de la mamelle), le comportement en salle de traite (coups de pieds, agitation). L'entrée de la génomique, en brebis Lacaune, a commencé en 2015, à partir de l'enregistrement de toutes les cartes ADN des meilleurs pédigrées (béliers élités) dans les centres d'insémination. La Lacaune est la première race de brebis à utiliser la génomique. La brebis Lacaune Lait est donc entrée dans le club fermé des races dont la sélection se construit désormais sur la génomique (après les vaches Prim'Holstein, Montbéliarde, Normande).



La génomique est entrée dans la sélection bovine française en 2009. En 2012, 60 % des vaches des trois principales races laitières françaises (Prim'Holstein : 1,687 million ; Montbéliarde : 415 000 ; Normande : 229 000) étaient nées de taureaux évalués grâce à la génomique. Alors qu'auparavant, le choix d'un

reproducteur reposait sur les performances de sa descendance. On est capable aujourd'hui de prédire la valeur génétique d'un animal à l'aide d'un test réalisé sur une puce à ADN

contenant plusieurs dizaines de milliers de marqueurs. La sélection génomique permet donc de sélectionner des reproducteurs sur la base de leur valeur génétique prédite à partir de marqueurs génétiques répartis sur tout le génome. Cette approche est rendue possible par la disponibilité, pour un nombre croissant d'espèces, de puces de 50 000 à 60 000 marqueurs SNP.

En population et en tenant compte du poids et de la production, la brebis Lacaune se situe juste après la vache Normande. La sélection combine encore le suivi d'une sélection classique de référence et le suivi d'une sélection génomique beaucoup plus rapide, car on compare la carte ADN des petits agneaux entrant en organisme de sélection, à des élites qui sont déjà génotypés. On a désormais pour 2016 dans le schéma de sélection : 175 590 mises bas dans 364 troupeaux sélectionneurs pour 148 000 inséminations artificielles, 2 376 béliers génotypés, 2 247 indexés, 8 812 béliers en « population de référence » et 8 000 doses exportées pour la plus grande partie en Nouvelle-Zélande.

Mon démarrage

Pour ma part, je me suis installé en 1994. Puis, je suis rapidement entré en contrôle laitier, pour améliorer mon troupeau qui venait de mon père. J'ai très vite mis en place l'insémination artificielle de toutes mes brebis à partir de béliers dits « améliorateurs ». J'ai commencé la sélection en gardant les filles des meilleures de ces brebis que j'avais déjà sélectionnées, et toutes celles des primipares. Ces filles ont été gardées à l'aveugle, car leur production n'était pas connue. Ensuite, ma sélection se faisait plus rapidement, car ces petites-là étaient sélectionnées directement dès la première année.

En 2010, j'ai installé des trémies distributrices de concentrés sur les tapis qui me donnent la possibilité de distribuer à plusieurs moments de la journée ces concentrés mélangés (pour éviter le tri) après ingestion de grossier qui facilite la rumination et permet de donner plus de concentrés. Ceci m'a permis de devenir sélectionneur en 2011.



J'étais déjà au-dessus de la moyenne des producteurs sélectionneurs en production par brebis et en qualité en tant que non-sélectionneur. Cela a été assez rapide. Ces trémies sont programmables pour des quantités, des lots et des départs différés. Elles m'ont aussi réduit la pénibilité et ont eu un effet très positif sur les brebis qui cinq minutes avant un départ sont déjà en



train de bêler à côté des machines. Mais j'ai rencontré quand même des problèmes. En une année, dès le début, j'ai constaté la mort de six brebis par ces appareils. Chaque appareil fait l'aller et le retour dans le sens de la longueur de la bergerie. En bout de course, il est chargé électriquement par des batteries pendant que les brebis mangent. À l'autre bout, en retour, les cuves de l'appareil en mouvement sont chargées en aliment. Il y avait parfois une brebis qui se mettait à un bout, entre la machine et le poteau. Et elle se faisait écraser. Mais rapidement cela s'est arrêté. Je ne sais pas d'une manière précise comment s'est passé cet arrêt rapide. Se sont-elles transmises l'information ? Ont-elles compris ? En tout cas, c'est terminé. Elles avaient acquis une information cruciale. Il y a encore quelques petits accidents – oreilles arrachées, parfois de petits chocs –, sans plus de gravité. Mais il a eu aussi des pannes et là, c'est autre chose, à cause des rongeurs, mais les brebis elles-mêmes peuvent en faire partie (rires)... Et là, du coup, il faut dépanner. Ce sont des appareils qui, durant l'hiver, passent quatre fois dans la journée (avec recharge des batteries à l'une des extrémités, dépôt des aliments sur le tapis, remplissage d'aliments à l'autre bout puis retour au point de départ de recharge des batteries). Lors d'une panne, en notre absence, elles crient, elles bêlent. Il faut réparer rapidement, avec les moyens du bord. Nous avons généralement des pièces de rechange, mais la panne conduit à un capharnaüm complet dans la bergerie. Les brebis ont l'habitude d'être alimentées régulièrement et la faim conduit à une agitation croissante. Cette agitation peut nous empêcher de dépanner et le problème, c'est qu'il faut les nourrir au plus vite, sachant que les services après-vente s'éloignent ou réagissent lentement. Il faut alors réaliser un travail à l'ancienne pendant quelque temps...

Développement de mon activité

Augmenter la production, donc la productivité, était mon objectif, car la surface de



l'exploitation est faible et il y a la règle des 200 kg de MS d'achat par brebis et par an à ne pas dépasser. Cela dit la production a augmenté chaque année, grâce en partie au progrès génétique. Les brebis les plus performantes sont amenées à être plus fragiles que les autres. Et un problème récurrent est apparu : les mammites à

staphylocoques qui entraînent la perte des brebis atteintes. Une année, j'en ai eu trop et j'en ai parlé à mon vétérinaire. Il m'a dit : « *Il faut changer les manchons trayeurs.* » Je le fais, mais cela ne change rien... J'ai été plus radical par la suite. J'ai changé la marque des griffes pour en avoir qui aspiraient beaucoup plus vite le lait et j'ai monté les pulsations au maximum. Les problèmes se sont arrêtés. Ils venaient probablement d'un temps de traite trop long. L'amélioration génétique conduit à des brebis plus productrices, ce qui conduit à devoir utiliser du matériel de traite plus efficient, sinon, apparaissent des symptômes négatifs. On voit à nouveau une interaction entre génétique et matériel technique.

Je suis à ce jour au maximum possible. Pour la machine à traire, le plus difficile est d'habituer les jeunes aux manchons. Elles sont très brutales les quinze premiers jours et excitées à l'entrée de la salle de traite. L'installation de la salle de traite a demandé un temps important de mise au point. Les brebis rentrent par lot et lors des premières traites, elles se bousculaient en désordre, puis peu à peu, cela s'est calmé. Il y avait un problème avec les jeunes brebis qui donnaient des coups de pied. Dans le Roquefort, on doit laisser l'agneau avec la mère le premier mois, et je pense qu'elles sont habituées à avoir l'agneau et elles ne veulent pas laisser le lait à la machine à traire et cela pendant quinze jours. Il est alors difficile de les brancher pour une traite.

Il y a deux ans, j'ai changé les stalles pour installer un robot. Le but, c'est qu'il fasse rentrer et sortir les brebis sans mon intervention. Mais le gros souci est de les habituer. Au début, elles ne veulent même pas entrer dans la salle de traite. Le changement les perturbe. Elles ne comprennent absolument pas ce qu'elles doivent faire. Résultat : cinq jours de galère à cinq personnes pour les emmener une par une à leur place au milieu d'un robot bourré de sécurité qui se déclenche au moindre faux pas. L'enfer ! Une fois ces cinq jours passés, un autre

phénomène se produit : elles se sont rendu compte que le robot donnait de la ration et cela a produit l'effet inverse. Elles rentraient comme des sauvages et il fallait les canaliser. Maintenant, il y en a encore qui font n'importe quoi et il faut donc avoir toujours un œil sur les entrées et sorties. En fait, on a bien compris que c'est la gourmandise qui les guide.

Brebis et Robots

Nous avons commencé à étudier comment optimiser le système de traite. Le robot de traite en brebis ? Trois raisons pourquoi il n'est pas mis en construction : la première, les brebis bougent énormément, le robot ne pourra pas y être adapté ; la deuxième, les trayons ne sont pas verticaux et si on les sélectionnait verticaux, les agneaux ne pourraient pas téter, car ils seraient coincés dans les cuisses de la mère (règle AOP) – de nouveau, interaction génétique-technique – ; la troisième raison est économique, le nombre de robots serait insuffisant pour lancer leur commercialisation. Peut-être faudrait-il développer un robot « AgriLab » en *open source*, capable de traite en biais et d'adaptation aux mouvements des brebis... ?

Pour l'adaptation au robot, les trayons droits seraient préférables, mais pour les agneaux, le trayon en biais est plus adapté, sinon ils ne pourront pas les téter entre les cuisses. On voit qu'il y a de la co-adaptation machines – brebis/agneaux. Mais ces animaux fragiles et très gourmands posent des problèmes justement.

Par ailleurs, le développement de ces nouvelles machines, dont précisément tout le système de récupération de données, ne semble pas être fait pour nous. Nous n'avons aucune maîtrise de ces données et nous ne les utilisons pas.

La brebis est un animal très têtu et gourmand. Elles ont « *le cerveau dans la panse* ». La machine à traire, pour elles, signifie aller manger. En fait, elles pensent tellement à manger que, quelques fois, elles se retrouvent dans des positions inconfortables (coincées dans des barrières ou elles ferment le cornadis avec le museau...). Ensuite, l'effet de nombre fait qu'il y a souvent de la bousculade, même dans un couloir qui canalise. Il suffit d'une qui chute et c'est un enchevêtrement de brebis. On sait que ce problème collectif dans les couloirs existe aussi chez les humains !

Pour parler des agneaux qui doivent rester avec leur mère un mois, leur fragilité oblige une présence humaine de tous les instants. J'avais pensé à installer une pompe qui enverrait le lait de la traite à des louves, mais peut-être qu'il y aurait d'autres maladies contagieuses par les tétines. En tout cas, l'idée m'est toujours restée... Les mises bas aussi nécessitent la présence

humaine, car elles sont rapides et les brebis sont mélangées. Pour la sélection, il faut surtout que les petits soient affiliés à leur mère. Donc la famille est mise en casier dès la mise bas et ensuite les différents soins sont fournis, puis l'identification et l'enregistrement.

Le pâturage est géré en pâturage dit tournant. J'ai effectué un temps un suivi de mesures d'herbe et d'évaluation des stocks avec des enregistrements. Mais au final, il suffit de le faire trois ans de suite pour évaluer les parcelles et maintenant, je suis capable de le gérer à l'œil. Les brebis sont clôturées en grillage pour les grandes parcelles qui sont, quant à elles, recoupées au fil électrique. Il serait peut-être judicieux dans le futur de s'équiper d'appareils pour la surveillance comme des drones autonomes qui protégeraient les troupeaux, à cause des prédateurs que l'on nous impose. Mais au vu de l'autonomie qu'il faut pour tenir la journée et la morphologie du terrain, cela paraît encore compliqué. L'éleveur doit être de plus en plus vigilant.

Mon approche sur la robotisation me conduit à dire que cela simplifie énormément le travail. On devient plus gestionnaire, mais il faut rester très proche des brebis et des agneaux pour les problèmes de santé et de stress, car ce sont des animaux très fragiles. Aussi, on a toujours le stress des pannes et les risques que cela encourt. On ne peut pas avoir une confiance absolue dans les machines. Pour moi, le but de l'éleveur n'est pas de s'adapter, mais de faire évoluer son outil de travail en gardant une bonne maîtrise sur son efficacité, ce qui n'est pas toujours le cas du matériel proposé. Je pense plutôt que les outils « logiciélisés » sont faits pour nous « surveiller ».

Conclusion

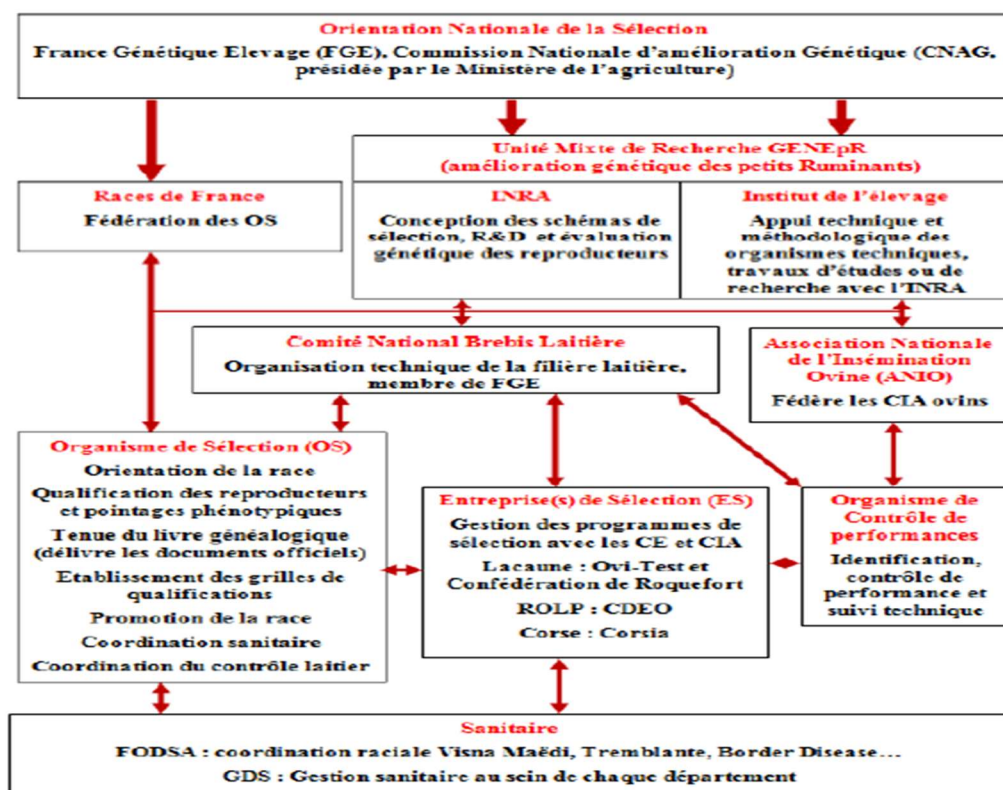
Si l'on veut avancer sur la relation animal/éleveur/machine, il faut régler un problème politique qui empêche le développement des fermes d'élevage innovantes et progressistes au profit de celles qui ne cherchent qu'à « s'agrandir » pour avoir des primes. Chez moi en terre d'élevage, on voit du sarrasin et on doit faire venir de la luzerne déshydratée de champagne ! ? Les études qui sont faites par l'Institut de l'élevage, financées par FranceAgriMer ou autres, pour la plupart, ne servent à rien et finissent juste par un constat. Il faudrait que ces études soient individualisées sur des fermes où l'éleveur travaille comme un chercheur (ingénieur) innovant qui connaît parfaitement son troupeau au lieu de se faire imposer des techniques par des firmes qui sont très loin de la réalité : par exemple sur le semis direct en montagne, la gestion de l'humidité, des mauvaises herbes, les chemins de brebis, les marques des roues

dans les pentes... ou la machine à traire en relation avec la génétique comme j'ai expliqué ci-dessus.

Un éleveur doit savoir faire « 50 métiers » avec beaucoup d'heures mal payées. Il doit mobiliser de nombreuses compétences : c'est un développeur. Il doit être un ingénieur développeur, mais un ingénieur qui doit aller traire matin et soir 7 jours sur 7. Pourtant, il n'est pas reconnu comme tel. Il suffit d'analyser l'organisation officielle de la Génétique Ovin Lait. On cherche dans ce diagramme où est l'éleveur... (cf. Annexe I). Il est absent alors qu'il fait une grande part du travail : c'est lui qui fournit les références. De plus, certains éleveurs sont réellement impliqués dans la sélection des béliers élites et des brebis. Nous faisons au mieux pour remonter les informations, mais le retour ne suit pas. Et pour en ajouter, l'éleveur est malmené par l'opinion publique.

J'ai été en visite à la ferme expérimentale INRA, en brebis laitière. Le chercheur, ingénieur, déclare 3 litres par brebis en début de traite avec deux traites à 8h et 16h30. Je lui dis : « *Je fais 4 litres par brebis, au départ.* » Il me regarde avec surprise en m'affirmant que ce n'est pas possible. La différence ? Il faut traire à 6h et 18h. Il fait donc sa recherche dans un contexte en décalage par rapport aux conditions qui permettent d'exprimer le maximum du potentiel...

ANNEXE I : ORGANISATION DE LA GENETIQUE OVIN LAIT



Récit professionnel

Méthode de production, reproduction, sélection de l'élevage d'insectes

Jean Gabriel LEVON

La société Ÿnsect, sa production, ses produits

Je travaille chez Ÿnsect depuis la création de l'entreprise en 2011. J'ai participé au développement de l'entreprise dès son origine. Je vous parlerai d'abord de ce que nous faisons et de la façon dont nous concevons notre activité. Nous nous voyons comme des « fermillières », concept innovant de ferme verticale développée par Ÿnsect qui permet l'élevage et la transformation à grande échelle des larves du ténébrion (*tenebrio molitor*), mieux connu sous le nom de « ver de farine », car il se nourrit de farine ou de son de blé. C'est un insecte coléoptère de la famille des ténébrionidés, que j'ai tendance à appeler scarabée, nom commun qui, sans être taxinomique, regroupe des insectes coléoptères dont le ténébrion est proche et dont l'adulte a bien l'allure. Je vous parlerai aussi de SYlvia, un logiciel que nous avons développé pour faire du « monitoring » de l'économie de la production du ténébrion. Je voudrais aussi vous faire un retour sur les fermes verticales. En effet, c'est bien ce que nous faisons. Le principe de fonctionnement de notre fermillière est fondé dessus. Et le dernier point concernera l'usage des déjections : le « frass », équivalent du *guano* pour les oiseaux, commercialisé sous le nom de ŸnFrass, comme engrais agricole très riche en azote immédiatement disponible.

Notre production a lieu en usine et non pas dans des champs. Nos élevages se font totalement à l'intérieur de nos bâtiments. Nous élevons nos scarabées dans des bacs, principalement la larve qui est le produit final recherché. Que ce soit au niveau adulte ou larvaire, l'insecte se comporte comme des sardines : il vit en banc. Il préfère chercher ses congénères qu'aller manger. C'est leur stratégie de défense. C'est un gros avantage pour l'éleveur, car ils se rassemblent spontanément. Pour d'autres espèces, c'est exactement l'inverse et l'élevage serait beaucoup plus difficile. On pourrait dire que la domestication du ténébrion est déjà réalisée en partie, car son comportement naturel se prête à une domestication. Mais ce comportement est lui-même issu d'une sélection non consciente dans les stocks de grains, de son ou de farine, produits historiquement par la culture du blé.

Le *tenebrio molitor* est un coléoptère, de la classe des insectes, de l'embranchement des arthropodes et du clade des protostomiens. Il est donc très éloigné des vertébrés actuels, dont les mammifères (embranchement des cordés, clade des deutérostomiens), et séparé par près de 600 millions d'années d'évolution. Je parle souvent de scarabée, mais c'est un abus de langage : tout le monde « sait » ce qu'est un scarabée et non un ténébrion.

Comme pour presque tous les insectes, mais très précisément les insectes holométaboles, il existe sous deux formes : la larve ou « ver de farine » et l'adulte qui ressemble un peu à un scarabée. C'est la forme larvée que nous allons transformer en produit alimentaire. Nous serions dans un élevage de poules, ce serait du poulet. L'adulte, sous la forme de l'insecte dit « parfait », est l'animal qui se reproduit en pondant des œufs à partir desquels les larves vont se développer.

Ynsect est une start-up, entreprise purement capitalistique et qui doit présenter des chiffres prévisionnels pour accéder au financement. En termes de volume de ventes, le chiffre d'affaires atteint aujourd'hui 154 millions d'euros avec une centaine de salariés. Nous avons aujourd'hui 30 personnes en R&D, 30-40 personnes en engineering et production, et une vingtaine de personnes dans tout ce qui est support, conseil, RH, juridique, administration, entre autres.

L'installation est un concentré de technologies qu'il nous a fallu développer et nous possédons 25 brevets dans une quinzaine de familles de brevets. Nous en déposerons encore 5 ou 6 cette année. Ce n'est pas une stratégie agressive, mais plutôt défensive. Nous ne voulons pas courir le risque d'être bloqués par un brevet qui pourrait nous arrêter dans notre production. Tous les points techniques innovants sont brevetés. Notre marché cible est l'alimentation animale, un marché très internationalisé dont la masse a atteint un milliard de tonnes en 2016 pour une valeur de 490 milliards de dollars. Dans ce volume, il n'y a pas d'insectes. Notre prochaine usine fera, dans le meilleur des cas, 20 000 tonnes soit, au mieux, un peu plus d'un dix-millième du marché total. Donc nous avons de la place.

Vous parliez tout à l'heure [Philippe Barthès] de ventes de paillettes en Nouvelle-Zélande. Et une question concernait le risque concurrentiel. Dans notre cas, de toute façon, nous considérons qu'il n'y a pas de risque de cette nature : nous sommes tellement nombreux sur Terre avec une population encore en croissance que, de toute façon, il y aura une place pour des projets comme les nôtres aux dimensions encore très réduites. Les projections prévoient une croissance globale de l'ordre de 70 % dans les trente ans à venir.

La protéine du ténébrion est considérée comme « très haut de gamme », ce qui n'est pas vrai de tous les insectes. Par exemple certains concurrents vendent de la protéine de mouche dont la qualité est moindre. En particulier, elle a très peu de cendres (2-3 %), ce qui simplifie la construction de l'alimentation pour les animaux. C'est une protéine « pure ». C'est réellement de la qualité. Nous avons par ailleurs beaucoup de succès auprès des oiseaux, alentour de l'usine, qui nettoient la totalité des insectes qui « débordent ».

Schéma global de la production

L'alimentation des ténébrions est surtout composée de coproduits céréaliers soit, typiquement en France, le son de blé. Nous avons trois piliers dans notre système : le premier est l'élevage ; le deuxième est la transformation ; et le troisième, l'automatisation. L'élevage d'insectes est entièrement automatisé. Et à la question : « *Que se passe-t-il quand l'électricité est coupée ?* » La réponse est : « *Plus rien.* » Nous dépendons entièrement de la fourniture d'électricité.

Nous avons trois familles de produits en sortie : d'abord, toutes les protéines ; ensuite, toutes les huiles qui correspondent au gras ; et finalement, toutes les déjections (le « frass »).

Pour l'élevage, la succession comporte les œufs, les jeunes larves, les larves qui muent, les larves matures qui vont sortir que nous appelons les CFL pour *clean fresh larvae* ou larves propres et fraîches. À ce stade-là, celles qui vont commencer à entrer dans le procès de nymphose (métamorphose en nymphe qui émergera à son tour en adulte) s'immobilisent complètement. D'un point de vue vétérinaire, il est très difficile de détecter si elles sont vivantes ou pas... Aussi utilisons-nous le terme de « frais ». Après la nymphose vient l'émergence de l'adulte, puis l'adulte qui pond, ce qui nous permet de fermer le cercle. Le circuit est homogène car, parmi les avantages du ténébrion, il y a aussi le fait que même l'adulte ne vole pas. Il n'est pas nécessaire d'élaborer des fermetures pour l'empêcher de sortir du circuit.

Nous suivons très précisément le bilan matière durant tout le cours du procès. En entrée, il y a l'eau et le son de blé. En sortie, il y a le « frass », ce qui part en évaporation et en aspiration, puis les protéines et les huiles. C'est un problème connu des responsables de production : il faut être capable de suivre la production au quotidien à partir d'indicateurs comme le FCR (*Feed Conversion Ratio*) ou le taux d'utilisation des moteurs.

Que nous apporte le pilotage automatique dans le pilotage de l'usine ?

L'infrastructure de base de l'usine 4.0, ou industrie 4.0, désigne une nouvelle génération d'usines connectées, robotisées et intelligentes. Avec la révolution numérique, les frontières entre le monde physique et digital s'amenuisent pour donner vie à une usine 4.0 interconnectée dans laquelle les collaborateurs, les machines et les produits interagissent. L'industrie 4.0 est l'automatisation complète qui fonctionne selon un schéma industriel classique déployé en trois étapes (cf. Note en fin de chapitre).

Un système qui apprend à partir de zéro, ou d'une page blanche, fonctionne d'abord de manière très schématique, c'est-à-dire qu'il a fallu avoir le maximum de recul possible, donc d'abstraction, étape par étape, par rapport aux opérations concrètes pour atteindre cette approche thématique, et la présentation que je vais vous faire suit cette trajectoire inverse.

La première étape du schéma industriel correspond à tout ce qui se passe en temps réel. Une minute de perdue n'est pas rattrapable. Cela fonctionne selon « des niveaux d'abstraction ». On a d'abord le premier niveau qui concerne le traitement en temps réel. Il comprend le niveau de base, celui des senseurs, lequel correspond aux entrées et sorties sur un automate. Ce sont des 0 et des 1 : une programmation robuste très résiliente.

Ensuite le deuxième niveau, lequel concerne la supervision qui nous permet d'interagir avec les entrées – sorties. C'est le début d'une cinétique qui nous permet de modéliser toute la chaîne. Le tableau de commande du robot de l'élevage que nous avons vu dans la présentation de Philippe Barthès est l'outil de supervision. Après, avec le troisième niveau, le MES (*Manufacturing Executive System*) est un niveau d'abstraction supplémentaire. On peut entrer des outils de pilotage dirigeant des ordres de fabrication. À ce niveau-là, le système peut lancer des ordres, et peut « dire » : « *Je m'arrête.* » Il peut aller vérifier si une chaîne est opérationnelle avant de lancer des opérations. Enfin, le quatrième niveau, c'est celui de l'ERP qui intègre jusqu'au business plan. Les ERP (*Entreprise Resource Planning*) sont des systèmes globaux d'intégration de toutes les informations d'une entreprise.

Ces quatre niveaux intégrés correspondent à des outils d'aide à la décision pour l'éleveur qui reste le décideur et l'interpréteur final. Tout ce qu'on rentre dans le logiciel est le fait de l'éleveur/la main de l'homme. Le réseau présenté par Julie Dewez montre bien cette logique. Tout le réseau intègre les animaux, mais finalement il reste centré sur l'éleveur. Le système l'aide, sans prendre sa place.

Ce bloc contient énormément de données, mais tout n'est pas intéressant à garder. Certaines données sont intéressantes uniquement quand elles sont produites, au moment où elles le

sont, mais après, elles n'offrent plus d'intérêt. Par exemple un bac sur le convoyeur est suivi grâce à des capteurs. Dès le lendemain, c'est une information sans importance : savoir que le bac était là, à telle heure, tel jour. En revanche, l'analyse qualité de l'éleveur, sur ce bac qui est passé devant lui, est plus intéressante et peut être conservée plus longtemps.

On arrive ainsi à la deuxième étape. Cette matière à transformer, ou données, sera traitée à plusieurs reprises. Nous l'appelons « l'usine à données ». Cette transformation produira les données qui nous seront utiles. Elles seront stockées dans ce que nous appelons le « *Data Lake* ». De quoi s'agit-il ? D'une place centrale qui stocke les informations qui nous sont utiles : les données structurées intéressantes. Ces données seront stockées dans la durée, selon des protocoles bien définis. D'abord sur un mois, puis trois mois plus tard, elles seront condensées et regroupées par semaine, ensuite, étape par étape, elles seront de plus en plus concentrées, pour finalement ne garder qu'une seule donnée pour une journée. Garder de la donnée coûte très cher, de l'ordre de 20 à 100 € par unité de data par an. Le coût du stockage de la donnée n'est pas neutre dans le coût global du système de production.

Puis, à la fin du processus de production, la troisième grande étape, le fonctionnement des outils de l'intelligence du business qui vont traiter l'ensemble à partir d'algorithmes. Ce sont des outils d'aide à la décision, mais aussi des processus de mise en forme, de présentation. Il est très important d'avoir des logiciels de présentation des informations à partir desquelles nous pouvons échanger. Nous ne sommes pas, en tant qu'êtres humains, « câblés » pour interpréter des tableaux de données, mais bien davantage pour interpréter des images. Un tableau de données ne parle à personne, mais une image est immédiatement comprise. C'est à cet usage que les logiciels d'interprétation nous servent, pour la production d'images qui peuvent être comprises par nos différents interlocuteurs.

Le logiciel SYLVIA est de cette nature. L'ensemble de ses services peut être décrit en une diapositive présentant cinq schémas comprenant chacun sept fonctions décrites par des rectangles. La compréhension de l'ensemble n'est accessible que par l'équipe qui l'utilise, mais les tableaux dynamiques de chiffres ont été remplacés par des dessins, des images codifiées, nommées, ce qui nous permet de faire de la simulation et de l'aide à la décision. La simulation nous permet de définir que nous avons, par exemple, besoin d'une nouvelle ligne de production pour 15 à 20 000 tonnes de protéines par an, à quoi elle va ressembler, combien nous devons avoir de stock, quel outil de production réaliser. Tout ceci nous permet de prendre des décisions.

Il y a ensuite les opérations. Je peux faire un tour d'observation dans l'usine et voir qu'il y a quelque chose qui ne va pas dans un lot, par exemple plus ou moins de production qu'attendu, etc. Comme vous l'avez compris, l'usine a sa cadence de production à la seconde près : la production ne va-t-elle pas vers de gros problèmes, surproduction ou pertes ? Comment compenser ? Y a-t-il une maladie ? Que dois-je relancer en production, par exemple ensemercer une colonie pour atteindre l'objectif fixé ? Il y a une dynamique à respecter. Pour y répondre, que doit-on regarder ?

Notre indicateur principal pour suivre notre élevage, soit notre outil de pilotage appelé Gamma (γ) est la quantité de larves qu'on va lancer en transformation *versus* la quantité qu'on va lancer dans le cycle de reproduction. C'est un ratio classique pour tout éleveur. C'est un taux de récolte. Il faut maintenir la taille du troupeau : une partie de la descendance sera affectée à la reproduction du troupeau, l'autre part en transformation. Dans le principe, c'est un ratio très facile à calculer. Quelques pourcentages ne sont pas récoltés pour la transformation, mais ils sont « recyclés » pour la reproduction. Dans la pratique, cela change tous les jours. Certains jours, cela va être plus, et d'autres moins : on travaille avec du vivant. Et nous constatons que notre scarabée, ou mieux notre population de scarabées, s'adapte à l'outil qu'on utilise, face auquel il se trouve. Le fait de créer un outil et de créer des process qui s'occupent de l'outil et le modifient change aussi les réponses des ténébrions. Philippe Barthès disait qu'il avait eu des morts de brebis lors de l'installation de l'automatisme, puis cela avait disparu parce qu'elles s'adaptaient à l'outil. Nous le voyons aussi avec le scarabée. C'est complètement différent des chaînes de production classique « inerte ». Une voiture ne va pas changer en fonction de l'outil qui la manipule. L'objet voiture ne change pas parce qu'on a automatisé la production, c'est un objet inerte. Avec le scarabée, il faut adapter l'outil à l'adaptation du scarabée à l'outil. Nous sommes donc obligés de concevoir notre usine pour qu'elle soit adaptative. On a néanmoins une équation de maintien connue qui correspond à ce qu'on a mis dans le système.

Comment fonctionne le système (SYLVIA) ? On travaille à partir de « l'espace » qui correspond à l'ensemble des données conservées sur notre colonie. On peut avoir un événement qualité, par exemple un bac qui s'est retourné et qui tombe par terre : on doit nettoyer, sauver un maximum d'individus, etc. Comment rattrapons-nous l'écart de production créé ? C'est comme pour une population. On ne peut obtenir un remplacement sur l'instant. Il faut attendre quelques semaines. Cela ressemble au trou d'une population, correspondant à des

tranches d'âge, tel qu'observé chez les humains après une guerre. Après que l'événement a eu lieu, ce n'est pas immédiatement rattrapable, car il modifie dans la durée les populations par génération en fonction de la durée de vie de l'animal. Ici, cela va relativement rapidement, car le cycle de vie est inférieur à un an. Tout l'intérêt de SYLVIA sera de suivre les scarabées qui se reproduisent plus vite que d'autres, de suivre les différentes populations qui se développent plus ou moins vite afin de combler peu à peu la ride dans la succession des générations et de rétablir la stabilité sans devoir remettre en route un processus différent.

Nous avons eu une importante collaboration avec un laboratoire des Mines, qui fait de la modélisation de population pour les jeux vidéo. Comment peupler en animaux des espaces virtuels ? C'est un modèle très lourd, des calculs matriciels à partir de 250 paramètres qui permettent de suivre l'élevage. Cet outil nous a permis de modéliser l'usine, les procès, la physiologie des insectes. À la fin, cela produit un « petit schéma » qui nous aide beaucoup pour le suivi au jour le jour. Concrètement, nous obtenons des scénarios de rattrapage de la population en élevage en cas d'incident qualité. Le système ne va pas décider à la place de l'éleveur, mais il propose des scénarios. L'éleveur reste indispensable. Il passe sur les lieux tous les jours. Il a besoin de sentir, percevoir, où la population en est. Des adultes prêts à pondre ont une odeur spécifique détectable, même s'il faut quelques années pour en acquérir la fine perception. Le système sera toujours aveugle sur des données qu'il ne peut récolter, sur celles qu'on n'a pas pu lui fournir. Il y a toujours des décisions à prendre qui peuvent s'appuyer sur des perceptions de toute nature qu'on acquiert peu à peu et auxquelles le système n'a pas accès.

Conclusion

Je voudrais, pour conclure et en guise d'ouverture, faire une remarque sur les fermes verticales. La problématique fondamentale de ce système de production n'est pas ce qu'on élève à l'intérieur, que ce soit des carottes, des laitues, des scarabées, des lapins ou des vaches, etc. C'est d'abord une problématique d'atmosphère : comment contrôle-t-on l'atmosphère à l'intérieur des fermes verticales ? Tous ceux qui développent des fermes verticales butent sur cette problématique : comment arriver à reconstituer une atmosphère stable à l'intérieur sachant que tout être vivant, par son activité biologique, modifie sans cesse les équilibres atmosphériques. C'est aujourd'hui le problème le plus difficile, bien avant celui des choix de substrat.

Annexe au chapitre de Jean-Gabriel LEVON

De l'usine 4.0 à l'agriculture 4.0 ?

L'usine 4.0 est souvent présentée comme la quatrième révolution industrielle, après la mécanisation au XVIII^e siècle, la production de masse au XIX^e siècle et l'automatisation de la production au XX^e siècle. Elle est définie comme le résultat de l'intégration des technologies numériques dans les processus de fabrication, en incluant tous les outils de stockage de données, les différents algorithmes de traitement des données, et aussi tous les capteurs et tous les outils de connexion.

Ce concept d'usine 4.0 est fondé sur l'idée que l'usine connectée pourra permettre de rebattre les cartes de la mondialisation. C'est sur cette analyse que le gouvernement français a lancé en 2013 ses 34 plans de reconquête industrielle. L'usine 4.0, définie par la convergence entre l'industrie et le monde du numérique, devient un moyen de relancer l'industrie française.

Ce qu'il y a d'extrêmement intéressant ici, c'est qu'il s'agit du descriptif d'une usine 4.0 nouvelle, fondée sur un principe de base qui est celui de l'élevage. C'est parce que le *tenebrio* est petit que cela devient presque évident. Mais finalement, les descriptifs des élevages de tout volume relèvent de la même logique générale...

On voit bien que les nouveaux gains de compétitivité viennent de la robotique et de la capacité à optimiser des consommations par l'efficacité énergétique. Cette convergence numérique/industrie ressemble fortement à la convergence numérique/élevage et ne présente pas d'obstacles majeurs puisqu'elle repose, en bonne part, sur des outils déjà existants : capteurs, automates, Big data, Internet des objets, Cloud Computing...

Pour l'industrie, comme pour l'élevage, le challenge implique la mise en place d'une nouvelle organisation du mode de production qui donne une plus grande importance au réseau (cf. Évolution Agrotechnique Contemporaine II).

Nul doute que même sans se référer à l'industrie 4.0, les acteurs de l'agriculture et de l'élevage suivent une évolution convergente avec celle de l'industrie. La production d'insectes devient, avec la méthanisation, laquelle est aussi une sorte d'élevage¹⁰, le modèle d'une réalisation qui se situe juste dans cette zone frontière floue entre activité agricole et activité industrielle.

¹⁰ Voir Évolution agrotechnique contemporaine I, chapitre V. Presse de l'UTBM, 2016.

Récit professionnel

Ferme des 1 000 vaches : changement d'échelle et systèmes d'élevage. Quelles implications pour l'homme, pour l'animal et pour les relations entre eux ?

Michel WELTER

La ferme des 1 000 vaches

Les producteurs de lait sont les catégories socioprofessionnelles au taux de célibat le plus important après les curés ! Ce sont des personnes qui vivent souvent seules et isolées du reste du monde. Cette tendance est si lourde... Dans cette ferme, ce que nous avons inventé, c'est surtout un système où nous travaillons à plusieurs.

Nous aurions pu adhérer à une CUMA mais, personnellement, je n'y crois pas trop. Le problème avec la création d'un GAEC, c'est qu'au départ, on capitalise tous ensemble. Souvent, quand un associé décide de se retirer, il part avec une partie des outils de production et les associés qui restent ne peuvent pas forcément continuer à maintenir une activité viable. En revanche, quand le fondateur d'une entreprise familiale prend sa retraite, celle-ci ne meurt pas. Les héritiers éventuellement la dirigent, renouvellent les salariés, organisent le travail, et l'activité perdure dans le temps. Le statut juridique est donc une SCEA.

La ferme des 1 000 vaches est l'une des fermes les plus médiatisées de France. Je dis toujours que le drame de notre ferme, c'est qu'elle est considérée comme les succès en librairie de certains best-



sellers à l'image de « Martine à la ferme ». Ce que nous avons tendance à oublier, c'est qu'en France, tout le monde a un grand-père ou un arrière-grand-père qui était autrefois agriculteur. Tout le monde ou presque se souvient quand il avait 3 ans et qu'il accompagnait son grand-père pour voir les animaux. C'était beau ! Mais tout cela est devenu de l'histoire ancienne, car aujourd'hui, le prix du lait en franc constant est bien moins cher qu'il y a cinquante ans. En France, on se targue d'être les champions du monde en matière de gestion d'une vache. On sait tout sur la vache ! Ailleurs dans le monde, quand on veut améliorer des moyens de

gestion des vaches, individuellement, on vient chercher des conseils chez les Français. Notre problème demeure l'optimisation de la gestion de grands troupeaux.

Tous les robots que vous voyez ici fonctionnent en fournissant des données à l'éleveur qui passe un temps fou à les analyser. Le cerveau humain est mieux que toutes les machines qui soient. La force du travail collectif est importante aussi. Ensemble, on est plus fort ! Personnellement, je crois que le robot est un outil adapté à un agriculteur qui gère une exploitation familiale et qui souhaite conserver une taille relativement petite. L'automatisation s'impose au fur et à mesure de l'augmentation de la taille de l'exploitation. Je crois à la robotisation comme un moyen de réduire et de lever la pénibilité au travail, et non pas un moyen pour remplacer l'homme. Rien ne peut remplacer le cerveau humain qui est à la fois un grand avantage et une fierté.

L'industrialisation de l'agriculture est une grossièreté dans le langage français. Pour moi, elle signifie surtout de nouvelles formes d'organisation et de rationalisation du travail agricole qui font que nous gérons aujourd'hui une ferme de 80 vaches, mais avec un zéro de plus. Selon moi, la véritable confusion que l'on fait lorsqu'on parle de la robotisation de l'agriculture française, c'est que les agriculteurs adoptent le robot faute de main-d'œuvre. Cela est totalement faux, car la main-d'œuvre existe. Encore faut-il la chercher et la former...

Mon parcours

Mon parcours professionnel est marqué par trois étapes différentes, mais toutes les trois ont en commun l'élevage bovin et la gestion de données. Ce qui peut se révéler surprenant, c'est qu'au cours de ces trois étapes, j'ai pu mobiliser des approches différentes.

J'avais occupé le métier d'ingénieur-chercheur en pâturage chez l'ITCF qui est devenu l'actuel ARVALIS pendant six ans de 1990 à 1996. Cela me fait toujours sourire de dire que mon premier métier était ingénieur-chercheur en pâturage, alors que je gère aujourd'hui 1 000 vaches qui vivent dans un bâtiment. À l'époque, ma problématique d'intérêt était celle de l'étude du potentiel de l'automatisation pour aider à l'optimisation de la gestion des pâturages par les éleveurs. L'acquisition des données s'est très rapidement révélée indispensable pour amener des réponses et des moyens de mesure de croissance du pâturage. L'automatisation est un outil incontournable de l'acquisition des données pour informer l'agriculteur à la fois pour prendre des décisions et pour approcher son environnement.

L'expérience qui consistait à mobiliser et à traiter des données afin de comprendre ce qui se passe réellement a beaucoup contribué à changer ma façon de penser.

Durant une deuxième période de 1996 à 2008, j'avais été producteur de lait en Moselle, où je gérais une exploitation assez conséquente en termes de superficie, puisque celle-ci s'étendait sur 250 ha sur deux sites distants de 30 km et abritait 90 vaches laitières. La configuration de cet élevage est assez inédite puisque les vaches laitières et les génisses étaient séparées entre les deux sites tout en circulant d'un lieu à l'autre.

Nous étions deux associés, mon frère et moi-même, basés sur chaque site. En trois ans, nous étions passés de 40 à quasiment 100 vaches laitières. C'est à ce moment-là que des contraintes liées à la traite de ces animaux ont commencé à émerger. En effet, la traite est une contrainte lourde et chronophage qui laissait très peu de temps dédié à la gestion de la ferme. C'est ainsi qu'est venu le déclic de la robotisation de la ferme.

L'année 1998 marquait la mise sur le marché du treizième robot de traite commercialisé en France. Cela dit, à l'époque de notre initiation à la robotisation de la ferme, nous avons dû faire face à des réactions très décourageantes de la part des autres agriculteurs que nous connaissions et qui se traduisaient par des propos du type : « *Si tu n'es pas capable de te lever pour traire tes vaches, ne fais pas d'élevage laitier !* »

La place de la robotisation

Le robot de traite est un outil efficace pour lever la contrainte horaire de la traite et dégager du temps supplémentaire pour l'éleveur qu'il peut utiliser pour effectuer d'autres activités à l'instar des moissons, des ensilages, des semis, et je l'ai dit, à la gestion. Le gain de temps et la collecte des données, devenus possibles grâce à la robotisation, permettent à l'agriculteur de pousser son analyse et de mieux comprendre les spécificités de son activité, tout en contribuant à son confort en mettant fin aux longues journées à la ferme qui commencent à 6 h du matin et se terminent à 20 h le soir. Le robot permet tout simplement de vivre différemment et de mieux organiser ses journées. L'avantage le plus considérable d'une salle de traite réside dans le fait que quand vous avez fini de traire les animaux, vous appuyez sur le bouton, vous éteignez la lumière et vous dormez tranquillement.

Toutefois, avoir un robot n'affranchit pas totalement de quelques épisodes de stress. En effet, à partir du moment où on met en œuvre un outil qui permet en même temps d'acquérir des données en permanence et qu'on se retrouve seul au bout de la chaîne, dès que le téléphone

sonne, on est submergé par une vague de stress. Cela remonte à 2008 quand j'avais développé une certaine phobie vis-à-vis de mon téléphone dans le sens où quand je ne l'avais pas entre les mains, je paniquais, et quand il sonnait, c'était un moment de stress incroyable. La question immédiate était : « *Qu'est-ce qui se passe ?* » Cela n'était pas du tout de bon augure.

Cette expérience est assez intéressante dans le sens où quand on fait référence au confort de l'éleveur et qu'il n'aura plus la même charge de travail à exécuter grâce au robot, on oublie de dire qu'il aura à gérer d'autres choses.

En 2009, j'avais vendu ma ferme. J'étais chercheur à l'époque, puis agriculteur et, maintenant, je suis devenu chef d'entreprise. Je dois avouer qu'en démarrant mon activité en tant qu'agriculteur, je n'avais jamais eu l'idée de me lancer dans un élevage de 1 000 vaches. L'idée du départ était de monter un troupeau de 300 vaches laitières, autrement dit d'agrandir « un peu » mon élevage laitier.

C'est en allant visiter des fermes à l'étranger, notamment aux États-Unis et en Allemagne que nous avons rencontré des éleveurs qui nous ont dit qu'il ne faut jamais organiser un troupeau entre 200 et 500 vaches. La vraie question de la gestion ne se pose que dès qu'on franchit le seuil de 500 par troupeau. En effet, au-delà de 500 vaches, on rentre dans une organisation industrielle du travail alors qu'en deçà de 200 vaches, on est dans une organisation familiale du travail, une petite entreprise où tous les acteurs sont reconnus comme polycompétents et polyvalents, quoique remplaçables ! Un homme peut faire le travail tout seul et tous les jours, même si cela ne s'avère pas simple, mais il peut le faire. Quand le troupeau croît à 500 vaches, il devient inenvisageable qu'un homme fasse le boulot tout seul.

Je fais souvent le parallèle avec d'autres métiers, comme les artisans. Considérons l'exemple d'un plombier qui embauche un ouvrier, puis deux. Ensemble, ils font du chiffre d'affaires. Ensuite, il en prend un troisième, puis un quatrième et ainsi de suite. Le risque se pose quand il n'arrive pas à gérer la croissance de ses équipes, alors il se rend compte qu'il vaut mieux passer à quinze employés tout en mettant en place une certaine hiérarchisation. C'est à ce moment-là qu'il pourra remplir efficacement son rôle de chef d'entreprise. Les effets de seuils se sont révélés nouveaux pour moi. Je ne les connaissais pas auparavant et je me suis rendu compte de leur importance tout au long de mon expérience.

Une ferme robotisée, mais responsable

De nos jours, le discours dominant s'est beaucoup imprégné de notions traduisant des acronymes divers et variés comme la RSE par exemple. L'automatisation trouve un écho dans le rôle social que joue l'entreprise agricole aujourd'hui. Au travers de l'automatisation, on accepte un tas de machines comme les biocapteurs, les colliers d'activité, les calculateurs de données qui sont ultraperformants ainsi que les mélangeurs d'aliments pour le bétail qui permettent à la fois de monitorer et de contrôler plusieurs aspects. Collecter toutes les données rendues disponibles grâce à ces machines et surtout les utiliser est un véritable défi. Cela dit, le principe sous-tendant l'usage de ces mécanismes est d'améliorer la connaissance de ce qu'on fait sans pour autant remplacer l'homme par la machine.

À titre d'exemple, grâce aux machines, on peut mesurer la distance parcourue par une vache et non pas le nombre de mouvements qu'elle aurait tendance à effectuer. Cela traduit un indicateur sur son état de santé, étant donné qu'une vache à l'habitude de circuler dans un bâtiment, si elle ne bouge pas bien, c'est qu'il y a un souci quelque part.

L'enjeu avec l'automatisation et l'utilisation des machines est qu'il faut archiver en permanence et ce, pendant de longues périodes.

Dans ces lieux, vous pouvez constater qu'il n'y a quasiment rien d'exceptionnel par rapport à une ferme traditionnelle. Vous pouvez voir que les vaches sont libres de se promener dans ce bâtiment. Elles *sont même plus libres que les vaches de montagne* (rire). C'est donc comme partout où l'on pratique une activité d'élevage laitier. Il n'y a strictement rien d'exceptionnel dans notre schéma.

Pourtant, notre activité surprend et interpelle beaucoup de gens. Je trouve cela un brin provocant dans le sens où tout le monde me parle du pâturage des vaches en montagne qui s'avère très efficace du mois de juin au mois d'octobre. En revanche, durant certaines périodes de l'année, celles-ci portent une chaîne autour du cou, sont attachées et ne bougent pas. On est bien au mois de mars et vous pouvez constater par vous-même que les vaches ici sont libres de circuler, et ce toute l'année. Dans notre ferme, tout est affaire de volume qui peut, si on simplifie le raisonnement, se réduire à une simple règle de trois.

Quels étaient les objectifs de la ferme des 1 000 vaches ?

Dans un premier temps, les objectifs de la ferme des 1 000 vaches étaient d'apprendre à gérer les grands effectifs. J'ai encore le souvenir d'une rencontre que j'avais faite avec un Israélien qui nous avait accueillis avec beaucoup de joie et d'enthousiasme : « *Je suis si heureux*

d'accueillir des Français, les champions du monde de la production laitière, les champions du monde de la nutrition animale, les champions du monde de la génétique ! Grâce à cela, vous êtes en moyenne à 8 500 kg de contrôle laitier, chapeau ! Nous, les Israéliens, peu sommes considérés par rapport à vous, mais nous sommes à 13 000 kg ! »

Le monsieur vient de nous dire qu'en France, nous sommes les champions du monde de la vache, mais implicitement il sous-entend que nous ne savons pas gérer des troupeaux et c'est en partie vrai. La plupart des éleveurs laitiers sont des agriculteurs qui gèrent 40 vaches, 50 ou encore 60 vaches, mais ne gèrent pas de troupeau, car la culture de troupeau est quasiment absente en France.

La gestion et la formation du personnel sont le vrai deuxième défi auquel nous sommes confrontés à la ferme des 1 000 vaches. En France, on sait former des chefs d'élevage de porcs. En revanche, on ne sait pas former des chefs d'élevage bovins laitiers. Je suis assez sensibilisé à cette question, car nous avons actuellement une jeune fille en apprentissage à la ferme pour un bac pro conduite d'élevage et de troupeaux laitiers et j'ai pu constater de près que sa formation correspond beaucoup plus à une formation de chef d'exploitation polyculture-élevage généraliste qu'à celle d'un chef d'élevage laitier.

Avec le temps, nous nous sommes rendu compte que la vraie problématique à résoudre en premier lieu n'était pas celle de gérer les grands troupeaux, mais d'assurer la perpétuité de la main-d'œuvre et la force du travail humain.

Comme vous avez pu le constater, dans la salle de traite, nous pratiquons la traite rotative. Du point de vue des trayeurs, je pense que ce n'est pas la meilleure technique. C'est de l'abattage qui consiste à traire 270 vaches à l'heure. Toutes les 13 secondes, il y a une vache qui passe et il faut maintenir ce rythme pendant 3 heures et demie. Ce travail mono geste est assez épuisant. Si la configuration de la salle de traite était à refaire, je ne suis pas sûr d'opter pour ce même système industriel encore une fois ; plutôt une salle de traite TPA de grande taille.

Le manager d'équipe en moi me disait que j'étais en train de perdre mes ressources humaines. Donner envie de rester et garder mes collaborateurs le plus longtemps possible au sein de l'entreprise est un autre défi à relever. Trouver des gens pour venir travailler est assez simple, mais il faut leur donner envie de rester, et leur proposer une perspective qui ne soit pas du travail d'usine. Proposer un plan de carrière et un plan de progression à ses collaborateurs est l'une des clés de réussite de la gestion des troupeaux.

Grâce aux machines, nous savons quelle vache est passée et à quelle heure de la journée. Plusieurs données sont captées à l'instar de la conductivité, le temps d'attachement, etc. Un travail laborieux est ensuite fait sur toutes ces données individuelles. Hier par exemple, nous avons enregistré le passage de 849 vaches et 772 traites. Nous avons ainsi récolté 27,1 litres de lait par vache et par jour et enregistré trois vêlages dans la journée. À partir de ces données, il est possible de caractériser la trajectoire normale d'une vache.

Ici, les vaches sont 100 % de croisement de race. Le croisement est composé d'un tiers *Prime Holstein*, un tiers *Rouge de Suède* et un tiers *Montbéliarde*. Au lancement de notre activité, c'était simple de reconnaître les races, mais maintenant, c'est devenu un peu plus compliqué. Vous pouvez voir que dans ce bâtiment qui fait quasiment un hectare de superficie, y compris les couloirs de circulation, nous n'utilisons pas de robot, mais beaucoup de machines sont équipées de capteurs électroniques et les vaches portent des colliers d'activité par exemple. La robotisation dans l'élevage laitier n'est pas cantonnée à l'activité de traite. En effet, celle-ci intervient aussi à la phase de nutrition. Les robots sont aussi utilisés pour mélanger les aliments et les distribuer au bétail et le tout est exécuté d'une façon incroyablement efficace. Lorsque nous avons démarré notre activité en 2014, nous devions consacrer 7 heures par jour pour nourrir 500 vaches. Aujourd'hui, il nous faut 2 heures et demie pour nourrir un troupeau de 900 vaches. Entre ces deux périodes, il n'y a pas grand-chose qui a changé. Nous utilisons les mêmes machines et les mêmes moyens. Ce sont l'intelligence humaine et notre capacité d'adaptation qui ont fait toute la différence.

Les machines sont aussi utilisées pour racler les déjections animales. Les racleurs automatiques raclent des couloirs de 240 m de long toutes les 4 heures. Ils collectent jusqu'à 100 m³ de lisier par jour. De plus, les robots permettent la gestion robotisée de troupeaux moyennant des logiciels « pseudo-expert » qui permettent d'identifier les épisodes de chaleur chez les vaches ainsi que d'autres problèmes. Tous ces usages de la machine dans l'optimisation et la gestion des troupeaux sont incroyables.

Nous avons fait le choix de ne pas faire appel à certains usages, couramment déployés dans d'autres fermes à l'instar des brosses. J'avais demandé à l'équipe chargée de l'étude de notre projet et qui était basée en Allemagne, quel était l'emplacement le plus pertinent à choisir pour mettre en place ces brosses. On m'avait tout simplement répondu qu'il n'y avait pas de justification scientifique sous-tendant l'usage de celles-ci-, Pis encore, certaines publications scientifiques mettaient en avant la dangerosité de celles-ci-. Nous avons ainsi décidé

d'abandonner l'idée. Quelles sont, selon vous, les causes déclenchant un inconfort cutané chez l'animal pour qu'il se gratte ? Les causes sont semblables à celles des humains. Nous avons les mêmes réactions. 99 % des problèmes de peau sont liés à des problèmes d'alimentation. Une alimentation équilibrée et saine est le meilleur moyen de prévention de ces réactions.

Les contraintes techniques et financières de la robotisation

Avant de lancer le projet de la robotisation de la ferme, nous étions persuadés de devoir faire face à un problème d'investissement. Dans la ferme, nous n'avons pas 1 000 vaches. Nous en avons uniquement 880. Mille vaches, c'est le nom que nos opposants nous ont donné. En revanche, ce projet de 1 000 vaches signifie aussi que nous pouvions installer 15 robots de traite, ce qui représentait un investissement de 1,5 million d'euros. Je pense que l'on m'avait offert deux ou trois robots au cours des négociations, mais les coûts restaient assez conséquents quand même.

Installer un robot de traite signifie aussi la présence permanente de quelqu'un sur l'exploitation. Très souvent, l'éleveur vit en astreinte et doit être disponible pour répondre à des appels téléphoniques – assurer la maintenance en interne, pouvoir mobiliser du personnel 24 heures sur 24. Encore une fois, ces contraintes soulèvent le problème du travailleur isolé, comme évoqué précédemment.

Par ailleurs, le robot soulève la question de la gestion du temps de travail, mais surtout quelle est la formation adaptée pour un personnel dédié à sa mise en œuvre ? Dans ma ferme, le personnel est composé de personnes qui ont eu envie de venir travailler et qui ne sont pas des experts en matière d'élevage. Ce sont juste des personnes qui ont eu le courage de venir et d'être formées pour gérer un robot de traite. 80 % des personnes que nous employons n'ont pas de formation diplômante. En revanche, ils détiennent tous un diplôme de courageux !

L'alimentation robotisée peut aussi se révéler contraignante d'un point de vue investissement. À une certaine époque, on m'avait proposé d'acheter un robot qui se charge de distribuer des cubes d'ensilage, alors que je ne fais plus rien. La ferme des 1 000 vaches, ce sont 60 tonnes de nourriture à distribuer quotidiennement aux animaux. Le choix d'investir dans des robots signifiait consacrer les 2 heures et demie dédiées habituellement à l'alimentation du troupeau, à alimenter les robots qui vont à leur tour alimenter les vaches. Dans ce cas de

figure, l'investissement en matière d'achat de robots dédiés à la distribution des aliments ne signifie pas systématiquement des économies en matière de main-d'œuvre.

Ce que la robotisation ne règle pas toute seule

De vrais problèmes que la robotisation ne peut régler toute seule persistent. Cela est le cas notamment en cas de gel. Les robots de raclage commencent à patiner et les robots de traite ne fonctionnent plus en raison des gouttes d'eau qui gèlent à l'intérieur des petites cuves. L'année dernière, toute notre salle de traite avait gelé et nous nous sommes retrouvés en panne pendant un moment.

Aussi, un robot ne peut pas aider à assurer un bâchage de silo. Je dis cela, car nous sommes situés dans une région ventée. Ici, douze kilomètres nous séparent de la mer. Quand on met en place notre ensilage et qu'on doit bâcher, le robot de traite n'est d'aucune utilité pour apporter un coup de main. Cependant, nous synchronisons toujours le temps d'ouverture du silo par rapport à la fin du temps de traite, car ce sont bien les hommes et non pas la machine qui viennent fixer la bâche.

La robotisation a montré des limites en matière de détection des animaux malades. En effet, le robot de traite est capable d'identifier la vache potentiellement malade, mais il est incapable d'aller la chercher, de la soumettre à un examen et éventuellement, de proposer un traitement à sa maladie. La robotisation pose aussi la question de la gestion du planning des astreintes puisqu'une présence humaine en permanence est nécessaire pour assurer la surveillance et la gestion des imprévus lorsqu'ils ont lieu.

Dans certains cas, les animaux peuvent se révéler plus intelligents que la machine. Sur mon ancienne exploitation, j'avais dû réformer une vache qui arrivait à duper les portes du robot. Ainsi, elle évitait de passer à la traite pour pouvoir aller manger... Elle rentrait donc, se faisait identifier pour ensuite reculer et laisser la porte se refermer avant de quitter la salle sans passer par le robot de traite.

Je peux trouver encore beaucoup de cas de figure qui illustrent les limites de la robotisation lorsqu'il s'agit de gérer les grands troupeaux d'élevage laitier. Certains besoins, comme l'insémination par exemple, se posent lorsqu'il s'agit de gérer 1 000 vaches. Personne n'a encore pensé à concevoir un robot d'insémination. C'est bien dommage, car cela m'intéresserait.

Ce qui pourrait être utile pour tous

Je crois beaucoup en la robotisation comme un moyen qui permettrait d'alléger les tâches répétitives et sans vraie valeur ajoutée. Je suis convaincu que la force du travail humain, associée à un exosquelette, demeure indispensable pour la gestion de l'activité de traite. L'exosquelette est en effet équipé de biocapteurs incroyables. Il a un axe de rotation en 3D et beaucoup d'atouts qui lui permettent une parfaite compréhension et une analyse des problèmes. Il permet d'éviter la fatigue physique de la répétition d'un geste qui demande un réel effort.

Les outils d'aide à la décision, comme les capteurs d'activité et les outils de mesure des ruminants, sont des exploits intéressants. De plus, la géolocalisation aide à piloter efficacement une exploitation. Hier soir, nous avons branché ce système au niveau de notre ferme. Avec ma cheffe de troupeau, nous nous sommes posé la question si oui ou non nous allions gagner du temps grâce à ce système. La réponse est oui : on va gagner beaucoup de temps étant donné que notre bâtiment fait 230 m de long et 37 m de large. La recherche d'une seule vache peut nous prendre trois heures par jour. La géolocalisation va nous permettre un gain de temps considérable lorsqu'il s'agit de chercher notre troupeau et chaque vache du troupeau.

Même si je pense que la robotisation permet de récupérer une quantité illimitée de données et d'informations, à l'aire du Big Data, je ne suis pas tout à fait d'accord avec le principe qu'il ne faut pas systématiquement stocker toutes ces informations. La plupart des éleveurs notent ce qu'ils récupèrent sur un bout de papier sans nécessairement l'archiver.

L'année dernière, nous avons dû faire face à un problème de mortalité des veaux qui été plus important que les années précédentes. Nous nous sommes rendu compte que le problème était dû au fait que ce sont les veaux qui sont nés des vaches du premier troupeau de mise en route de la ferme des 1 000 vaches. À l'époque, nous étions très peu préparés et les animaux ont été souvent stressés. En conséquence, tous les veaux nés entre 2014 et 2015 ont souffert, voire même vécu l'enfer, ce qui expliquait le taux de mortalité supérieur à la normale. C'est important de noter tous ces faits et d'avoir une trace pour s'en souvenir et expliquer certains phénomènes.

Proposer une formation d'ouvrier spécialiste en élevage (trayeur, soigneur, etc.) devient une nécessité. La relation homme/animal doit reposer inévitablement sur des hommes formés. Je

suis profondément demandeur de changement en matière de la façon de former. Arrêtons de former des chefs d'exploitation, formons des animaliers. Nous en avons vraiment besoin.

Et les animaux dans tout ça ?

Je me considère comme un pur jus de la production agricole. J'avais depuis le début été formé dans le schéma du « *plus grand, plus beau, plus fort !* » Pour des activités comme la céréaliculture, grâce à une moissonneuse-batteuse- et à un tracteur d'une plus grande capacité, il est tout à fait possible pour un agriculteur de semer 50 hectares de plus, tout en continuant à gérer son activité tout seul. En revanche, en élevage, je suis persuadé qu'il ne faut pas dépasser les 50 vaches par UTH, car il faut penser la transformation du facteur travail résultant de l'accroissement de la taille du troupeau. Et pourtant, ce n'est pas parce qu'on gère un troupeau qu'on doit perdre de vue l'unité de base et ce qui se passe au niveau de chaque animal. En effet, il faut toujours garder à l'esprit qu'il faut trois ans pour produire une vache après le moment où l'on insémine : le temps de gestation, de la croissance, etc.

Les choses se sont un peu compliquées au niveau financier depuis un moment, car nous avons tendance à investir assez vite alors que le soutien politique ne suit pas systématiquement de façon à ce qu'on puisse atteindre les objectifs de notre business plan tels qu'initialement définis. En 2016, avec les crises laitières et céréalières, nous avons perdu autour de 600 000 euros. Cela a été pour nous une perte irrécupérable.

Un éleveur normal, en retrouvant une vache qui vèle à son arrivée le matin à la ferme, va retarder la traite et va s'occuper de la vache qui vèle. Il est hors de question pour moi de faire ça ! Il y a bien une vache qui vèle, mais il y a aussi 800 autres vaches à traire. Il faut d'abord satisfaire les besoins des autres vaches qui vont bien. Puis, dans un second temps, identifier les vaches qui ont des problèmes. Nous sommes aussi confrontés à d'autres problèmes, comme la mammite spécifique à notre activité.

Des biocapteurs aident à identifier ces maladies. Néanmoins, le problème de tous les biocapteurs que l'on connaît aujourd'hui, c'est qu'ils identifient beaucoup de « *faux positifs* ». Par exemple, souvent une vache en chaleur est identifiée comme une vache en hyperactivité. L'un de mes ouvriers qui s'occupent des vaches en chaleur avait repéré une vache en hyperactivité. Il l'a donc inséminé en oubliant de vérifier l'échographie, faite la veille, qui révélait que cette même vache était gestante.

Il est donc très important de, non seulement identifier les vrais positifs, mais aussi de ne pas perdre de vue les faux négatifs. Il ne faut pas faire complètement confiance aux biocapteurs, car plusieurs anomalies peuvent leur échapper, d'où l'importance de vérifier et de croiser les informations en permanence, et surtout d'agir en conséquence.

Quelquefois, un biocapteur signale qu'il y a un problème. À l'époque où je n'avais pas de biocapteurs, je ne me rendais même pas compte de l'existence de ces problèmes. À la fin de l'année, non seulement j'étais content du résultat que j'avais réalisé, mais j'étais aussi serein. Aujourd'hui, si j'ai des informations que mon troupeau présente des problèmes, je comprends que je dois agir au plus vite, et si je n'ai pas les moyens d'agir, je stresse.

Finalemment

Personnellement, je considère l'automatisation comme un moyen au service de l'éleveur. Il faut toutefois faire attention au choix des techniques et au nombre de personnes à engager dans la gestion de l'élevage. En effet, le choix de l'automatisation doit dépendre en premier lieu du nombre de personnes travaillant sur la ferme, puis du nombre d'animaux dans un deuxième lieu.

Il n'y a pas un seul modèle de robotisation pour tous les éleveurs. Pour moi, un éleveur qui a 60 vaches laitières et qui achète un robot est totalement cohérent. Le robot donne à l'éleveur une liberté de penser, de faire et d'organiser son activité.

La ferme des 1 000 vaches est souvent caricaturée comme « *une industrie robotisée qui détruit l'emploi* ». C'est faux, et ce serait plutôt parce que nous ne sommes pas robotisés, mais automatisés que nous maintenons de l'emploi. Mon expérience m'a appris que le vrai besoin se situe au niveau d'une main-d'œuvre qualifiée. Nous avons longuement formé des gens qui ne savaient pas comment approcher un animal. L'éleveur devient de plus en plus un formateur. Durant mes trente ans d'activité, ma vision des choses a complètement changé. La première étincelle était bien un élevage familial que nous avons voulu faire grandir et c'est à ce moment-là que nous avons songé à la machine pour soulager notre activité au quotidien. L'objectif initial était de limiter la pénibilité au travail et de dégager du temps libre en étant plusieurs. Aujourd'hui, cet objectif est atteint. Tous les employés de la ferme travaillent 35 heures, et même à mon niveau, je peux me reposer tous les week-ends.

L'équilibre est une condition importante pour instaurer une relation *animal-homme-machine*, mais je crois qu'à présent, nous n'avons pas réussi à atteindre cet équilibre.

L'agriculture est une activité économique très vulnérable face à la fluctuation des prix. Le seul moyen pour se prémunir contre cette vulnérabilité est de réduire les coûts et de faire des économies d'échelle. Je suis fier de constater que nous avons réduit durant les dernières années notre consommation énergétique (eau, électricité, carburant) dans une fourchette comprise entre 10 et 15 % par litre de lait produit.

Enfin, je me rends compte systématiquement que je suis souvent prêt à me défendre. J'ai un discours en permanence sur la défensive. C'est pour cela que nous ouvrons nos portes au public et que nous accueillons énormément de monde. Cela nous prend beaucoup de temps. Nous avons ainsi embauché quelqu'un pour organiser et guider ces visites. Vincent a un discours très similaire au mien, mais qu'il exprime d'une manière totalement différente : ce qui peut en résulter est, en soi, assez intéressant ! (*Rire*)

Les tendances de l'innovation technologique dans le domaine de l'élevage

Fatma FOURATI-JAMOSSI

Introduction

La France est un acteur majeur de l'élevage dans le monde. Elle compte parmi l'un des grands exportateurs mondiaux de bovins, porcins et volailles. Son cheptel bovin est de 18,9 millions de têtes en 2018 contre 20,5 en 2005 (IDELE et CNE, 2019). Nous observons une croissance des produits bio, labellisés ou spécifiques (cf. chèvre) avec une baisse du nombre d'exploitations, mais une croissance des productions laitières.

L'objectif de ce chapitre est de déterminer les tendances de l'innovation dans le domaine de l'élevage avec différentes filières. Pour y répondre, nous avons mis en place un système de veille stratégique et technologique. Dans un premier temps, nous présentons les tendances technologiques dans l'élevage en nous focalisant sur la robotique et en comparant les deux leaders du marché. Puis, nous présentons les résultats d'une veille « social media » réalisée par l'outil de veille « E-réputation » Sindup®, à partir de l'étude de la perception des robots en élevage par les éleveurs qui s'expriment sur les réseaux sociaux. Dans un troisième temps, nous résumons les tendances économiques qui fournissent des indications sur les stratégies des acteurs impliqués. Nous concluons ce chapitre par un questionnement sur l'évolution de ce secteur d'activité ainsi que le sens et la pertinence d'une approche de veille en ce qui le concerne.

Tendances technologiques de l'innovation en élevage

Le domaine de l'élevage, par rapport aux cultures, est connu même du grand public pour une forte diversification des robots (alimentation, traite, nettoyage, suivi de santé...) et par un intense développement des applications numériques ces dernières années. La figure 1 montre que depuis les années 2000, le nombre d'élevages équipés d'un robot (traite, alimentation et/ou nettoyage...) augmente selon une croissance exponentielle, même si l'évolution montre une légère baisse conjoncturelle due à la crise laitière de 2009 (selon l'Institut de l'élevage, 2016).

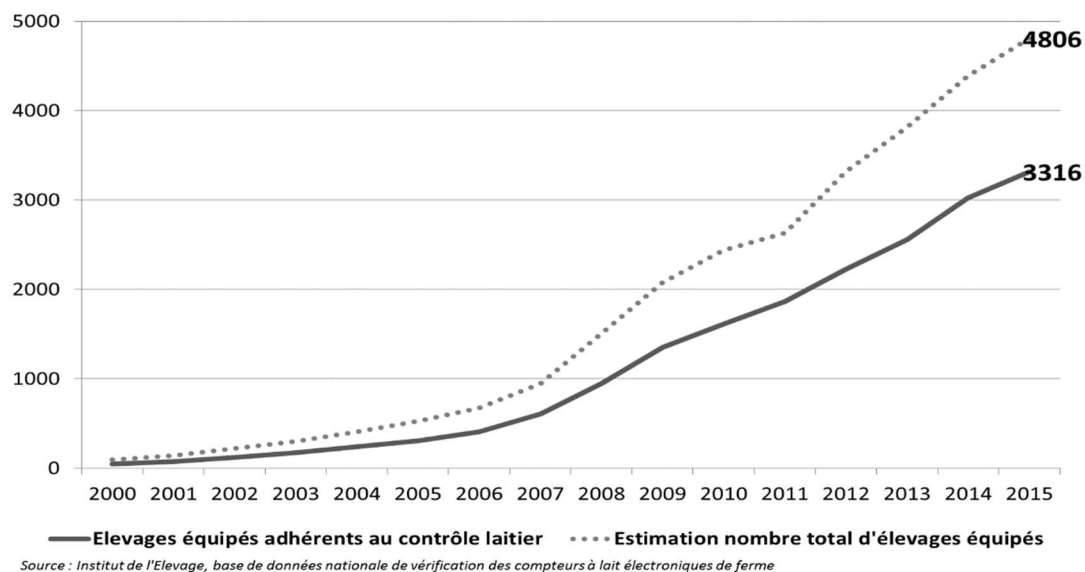


Figure 1 : Évolution des élevages équipés entre 2000-2015 (Source : IDELE, 2016)

Définitions

Avant de présenter les résultats de la veille brevets, nous définissons ces termes suivant l'INRA, l'Académie d'Agriculture de France, l'Académie française, l'Institut de l'élevage et Mercator.

- Robot de traite : « un automate constitué par un bloc de traite et par un bloc de distribution de concentrés » (Veysset et al., 2001).
- Automate : « machine automatique capable d'exécuter un programme déterminé d'opérations (Robot) » (Académie française, 1986).
- Capteurs : « servent à piloter ou activer un automatisme, à automatiser une mesure ou à mesurer de nouveaux paramètres. Par exemple la caméra, les détecteurs de chaleurs, ceux de vêlage, les analyseurs de la composition du lait, la détection des troubles de la santé, le pilotage de l'alimentation, etc. » (IDELE, 2012).
- Objets connectés : « objets qui captent, stockent, traitent et transmettent des données. Ils peuvent recevoir et donner des instructions et ils ont pour cela la capacité à se connecter à un réseau d'informations » (Mercator, 11^e édition, p. 212).

Après la définition de ces termes, nous avons utilisé Google Trends pour voir l'évolution des recherches par mots-clés sur le web et l'intérêt porté par les internautes à ces termes. Nous avons trouvé que le terme « robot de traite » est en tête par rapport aux autres termes.

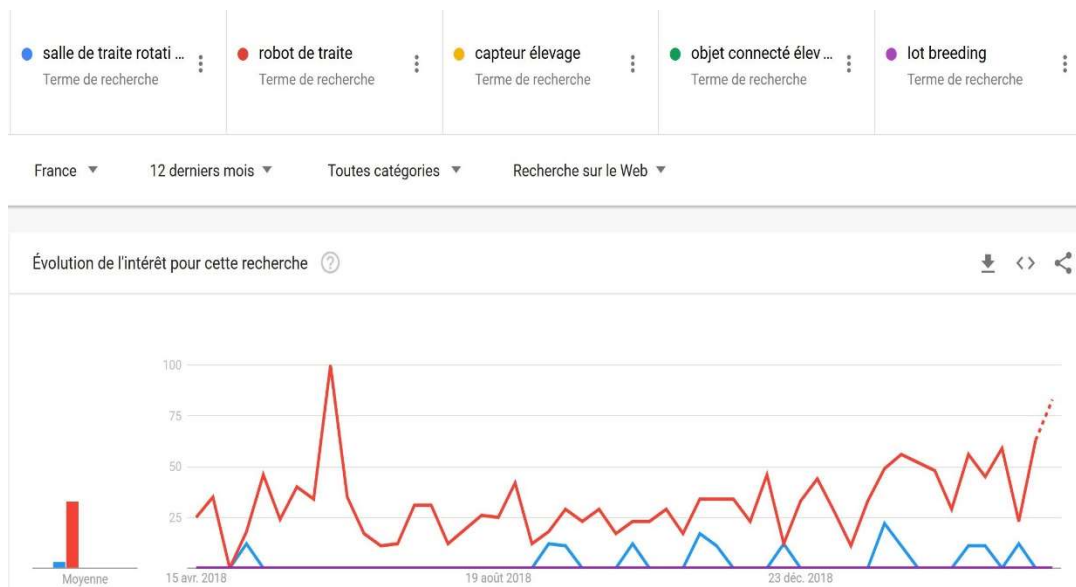


Figure 2 : Évolution des recherches par mots-clés sous Google Trends

Veille brevets

Suite aux recherches sur Google Trends, nous avons mené une veille brevets sur les robots de traite. Nous avons élargi dans un premier temps la veille sur les acteurs majeurs : Lely, DeLaval et Kubota entre 1986 et 2017. Dans un deuxième temps, nous avons centré la veille sur Lely et DeLaval entre 2009 et 2019 pour faire un zoom sur l'automatisation des traites et l'apparition des nouvelles technologies dans ce domaine. Nous avons utilisé Patent Pulse et Patentscope pour la recherche des brevets. Ces outils ont été paramétrés par le mot-clé « robot de traite » et la Classification Internationale des Brevets (CIB) A01J5. L'outil Patent Pulse est une plate-forme de veille brevets collaborative qui permet d'exploiter et d'analyser l'information technologique issue des brevets. La base de données Patentscope est conçue par l'Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle et permet d'accéder gratuitement aux demandes internationales de brevets.

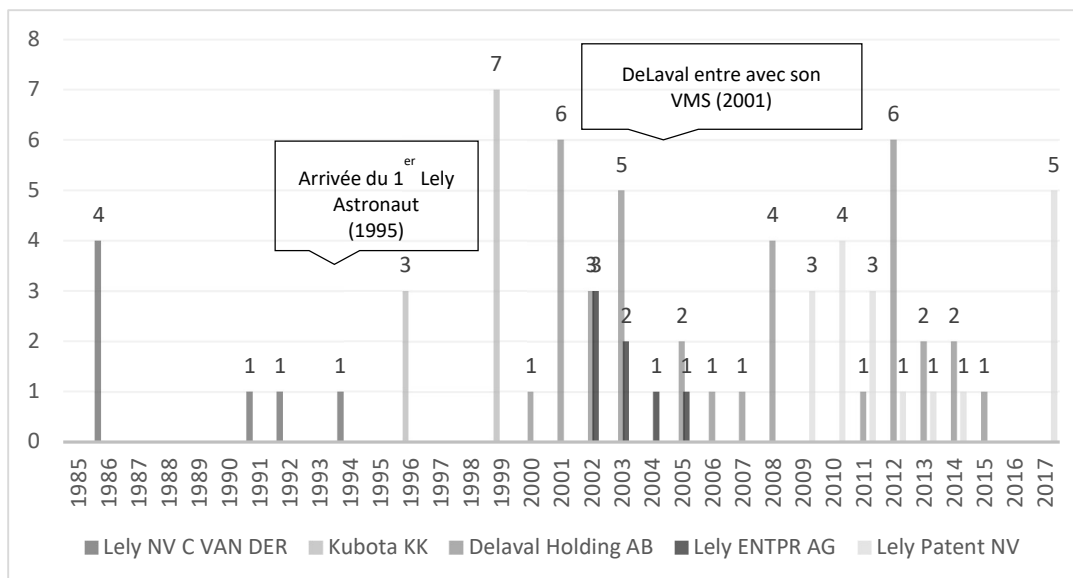


Figure 3 : Veille brevets sur les robots de traite entre 1996-2017.

La figure 3 montre que Lely a déposé son premier brevet sur les robots de traite en 1986. Le premier brevet de DeLaval a été déposé en 1999 suite au lancement du système de traite automatisée VMS™ en 1998. En 2006, cette société lance la génération suivante de VMS avec le compteur cellulaire en ligne. Cela confirme le faible nombre de brevets déposés pour GEA, FULLWOOD, CHRISTENSEN SAC et BOUMATIC.

Le tableau 1 montre que DeLaval s'est mise sur le marché des robots bien plus tard que Lely qui était déjà présente dans le domaine de la production laitière avec les machines à traire.

	DeLaval	Lely
Nombre de robots installés en France (2016)	2 500	4 000
Marché	Élevage laitier (robot de traite, robot d'alimentation, ventilateur...) Système de gestion	Élevage laitier (robot de traite, robot d'alimentation...) Culture (fauchage, fanage, ensilage...)

Tableau 1 : Présentation des deux groupes leaders

Les figures 3 et 4 montrent que Lely s'est tout de suite démarquée dans le domaine de l'innovation en agriculture et a été le premier fabricant de robots de traite.

L'objectif principal de DeLaval est de devenir n° 1 mondial du robot de traite. En 2010, elle lance la première salle de traite rotative automatisée. La capacité de traite est de 90 vaches/h, soit 540 vaches trois fois/jour ou 800 vaches deux fois/jour. En 2015, elle invente la 1^{re} caméra 3D pour mesurer l'état corporel des vaches, ainsi qu'un robot de pulvérisation sur les trayons...

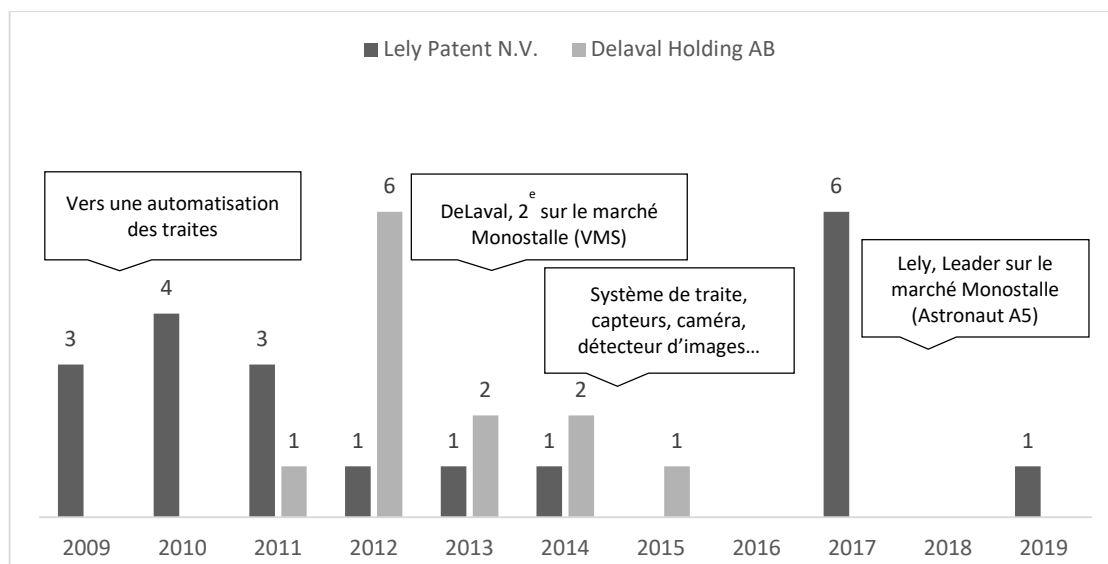


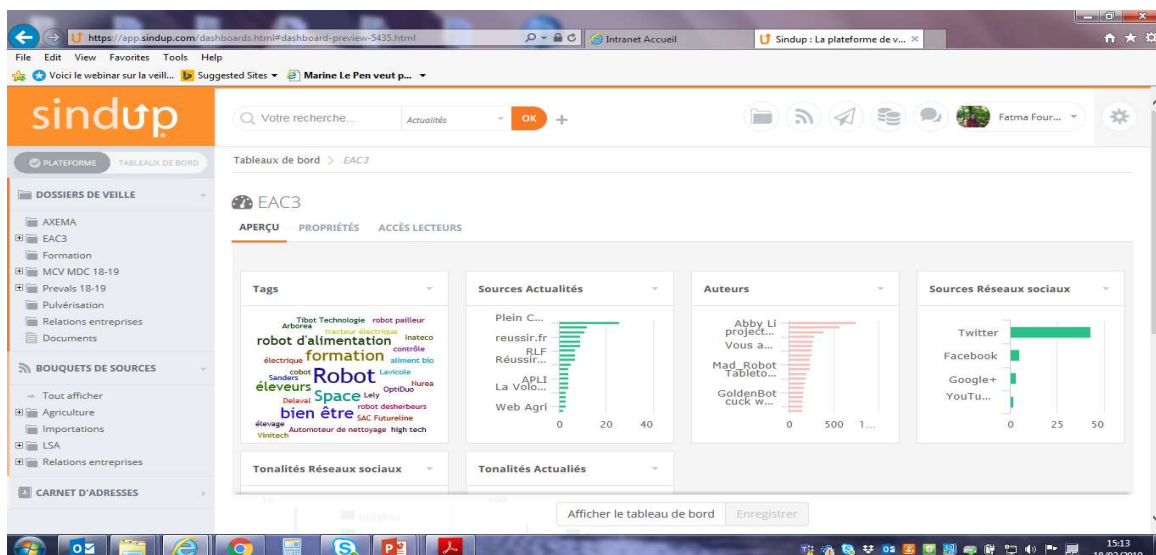
Figure 4 : Veille brevets sur les robots de traite de Lely et de DeLaval entre 2009-2019.

Tendances social - media : perception de la robotique sur les réseaux sociaux

Après avoir analysé les brevets des deux groupes leaders, nous avons réalisé une veille sur l'outil Sindup qui est une plate-forme de veille stratégique et d'e-réputation afin d'étudier à la fois la perception de la robotique en élevage et celle des deux groupes, Lely et DeLaval plus précisément, sur les réseaux sociaux. Nous avons mis en place un plan de veille intégré à la plate-forme entre octobre 2018 et mars 2019 consistant à :

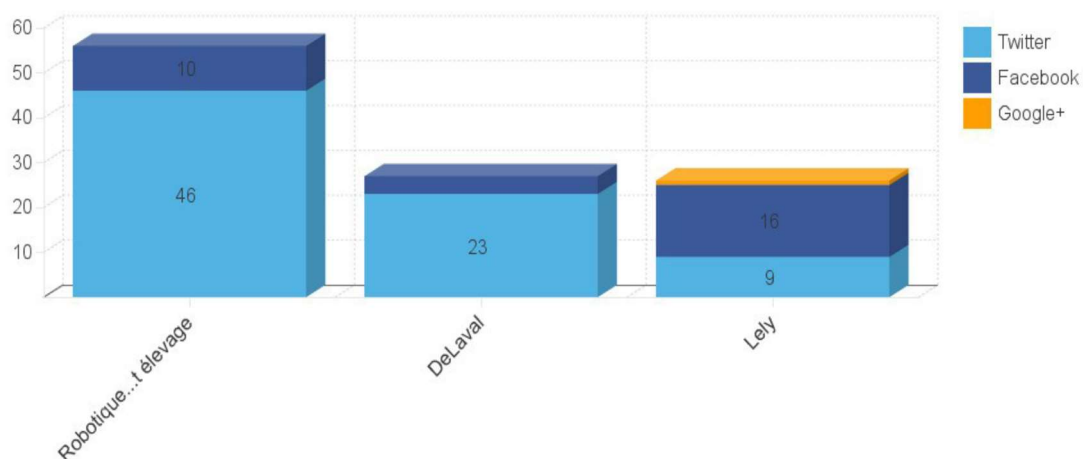
- Créer trois dossiers de veille : Robotique et élevage, Lely, DeLaval.
- Créer des bouquets de sources d'informations pour cibler les sources les plus pertinentes et paramétrer les réseaux sociaux : Twitter et Facebook par des mots-clés, comme les noms des entreprises surveillées ou leurs liens Facebook.
- Traiter les posts via Twitter et Facebook par dossier en posant des « tags » sur les informations collectées et en supprimant le bruit des informations (Figure 5).
- Poser des tonalités (négatif, positif ou neutre) et générer un rapport d'analyse sur la présence et la perception de Lely et de DeLaval sur les réseaux sociaux (Figures 6 et 7).

Figure 5 : Tableau de bord sous Sindup



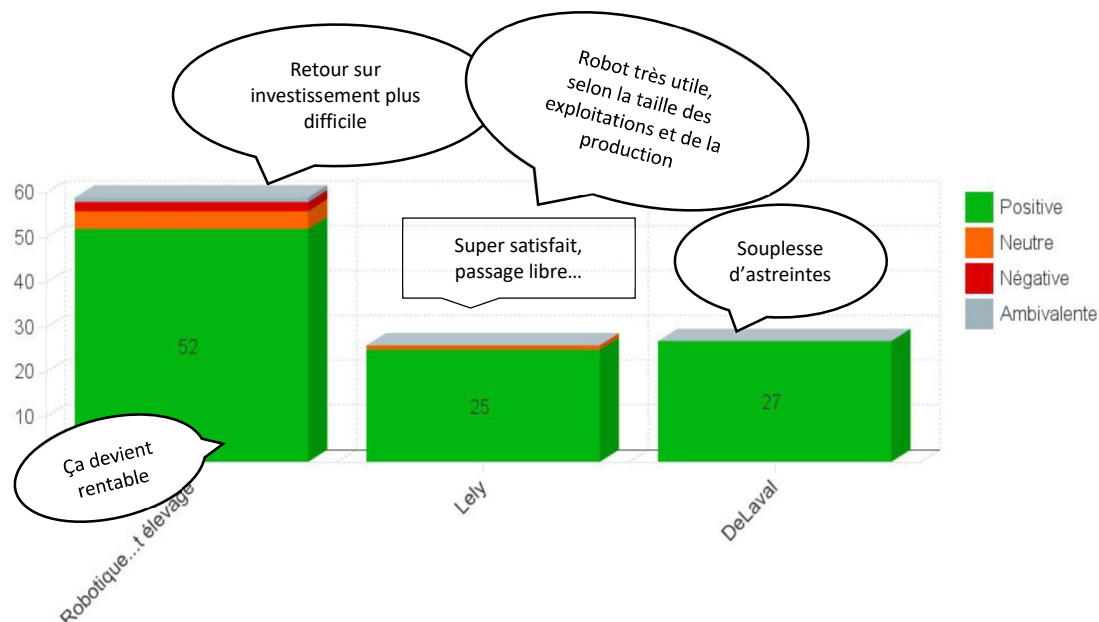
Rapport d'analyse entre octobre 2018 et mars 2019

Figure 6 : Répartition des messages par plate-forme



La figure 6 montre que Lely communique avec le monde professionnel de l'élevage par Facebook alors que DeLaval est plus présente sur Twitter.

Figure 7 : Nature des propos par dossier



Cette veille e-réputation montre que la robotique en élevage est perçue positivement par la majorité des éleveurs et des professionnels de l'élevage. Nous présentons quelques *verbatim* collectés par des organismes professionnels et deux éleveurs :

« Le robot de traite ne diminue pas le temps de travail, mais il permet davantage de souplesse et une diminution de l'astreinte », IDELE.

« Lancement du nouveau robot de traite DeLaval VMS300 », Cultivar élevage la référence technique.

« Et penses-tu qu'on réfléchit l'achat d'un robot à la surface ? Ça prend tellement peu de place... Si pour le même prix qu'un seul qui fait 70 VL, tu avais 2 robots Lely qui en font 35. S'il y en a un à l'arrêt, tu aurais toujours l'autre qui fonctionne. Au moins, je suis no stress », Productrice de lait.

« Difficile de dire quel est le meilleur entre DeLaval et Lely... Mais moi, super satisfait de mon robot (il a 20 ans cette année). Lely, c'est passage libre alors que DeLaval, il y a un tri avant », Éleveur de VL.

« Les familles d'éleveurs utilisent le robot MR pour 100 à 120 VL... », Boumatic Robotics Youtube.

Les éleveurs s'expriment librement sur leur satisfaction et leur inquiétude par rapport à leur usage des robots de traite via leur compte Twitter.

Pour le dossier de veille Robotique et élevage, nous avons collecté quelques avis sur l'impact des robots dans la vie quotidienne des éleveurs :

« Le robot est en effet très utile dans un contexte d'augmentation de la taille des exploitations et donc de la production. Mais je ne crois pas qu'il permette de remplacer une personne, car un suivi du robot est nécessaire et il faut s'occuper des animaux de plus en plus nombreux », Doctorant.

« Dans les exploitations laitières : les cheptels augmentent et le prix des robots baisse. Ça devient rentable bien avant 1 000 vaches ! Difficile en plus de trouver des vachers. À l'approche de la retraite, remplacer un membre du GAEC par un robot est parfois la solution », Éleveur laitier.

« Cette aide a permis de financer un nouveau #robot de traite, qui augmente la production de 30 %, et rénover plusieurs bâtiments et matériels d'#élevage », Politicien de la région Normandie.

« Robot de traite ou d'alimentation, détecteurs de chaleurs, colliers connectés, applications mobiles... : la plupart des éleveurs laitiers sont équipés d'outils connectés. Mais qu'en est-il des éleveurs allaitants ? Le développement des nouvelles technologies reste limité dans ces fermes, car le retour sur investissement est plus difficile. Pourtant, de nombreux outils sont actuellement testés dans des fermes expérimentales pour accompagner les éleveurs dans leur quotidien », Web Agri, 2018.

Tendances économiques dans le domaine de l'élevage

Les tendances économiques sont marquées par une diversification des robots (alimentation, nettoyage, repousse et fourrage) et l'apparition des applications et des outils de surveillance (Figure 8) auprès des différentes filières. Nous avons repéré au Salon Space de 2018, des applications de collecte et de valorisation de données comme RobotMat, Bovi'moov, Alamo, et AppliFarm... Pour les capteurs en élevage, nous citons l'exemple d'essence, présenté par SCR by Allflex, lequel permet un suivi de la reproduction, de la santé, de la nutrition et du bien-être des vaches laitières (Terre-net Media, 2018). Adventiel encourage les éleveurs à utiliser son assistant vocal Voixeo pour donner la situation des bâtiments et du troupeau en dialoguant avec un bot. Nous avons observé aussi l'utilisation des plateformes d'achat en direct de matières premières comme FEEDMARKET.FR conçue par Saipol du groupe Avril.

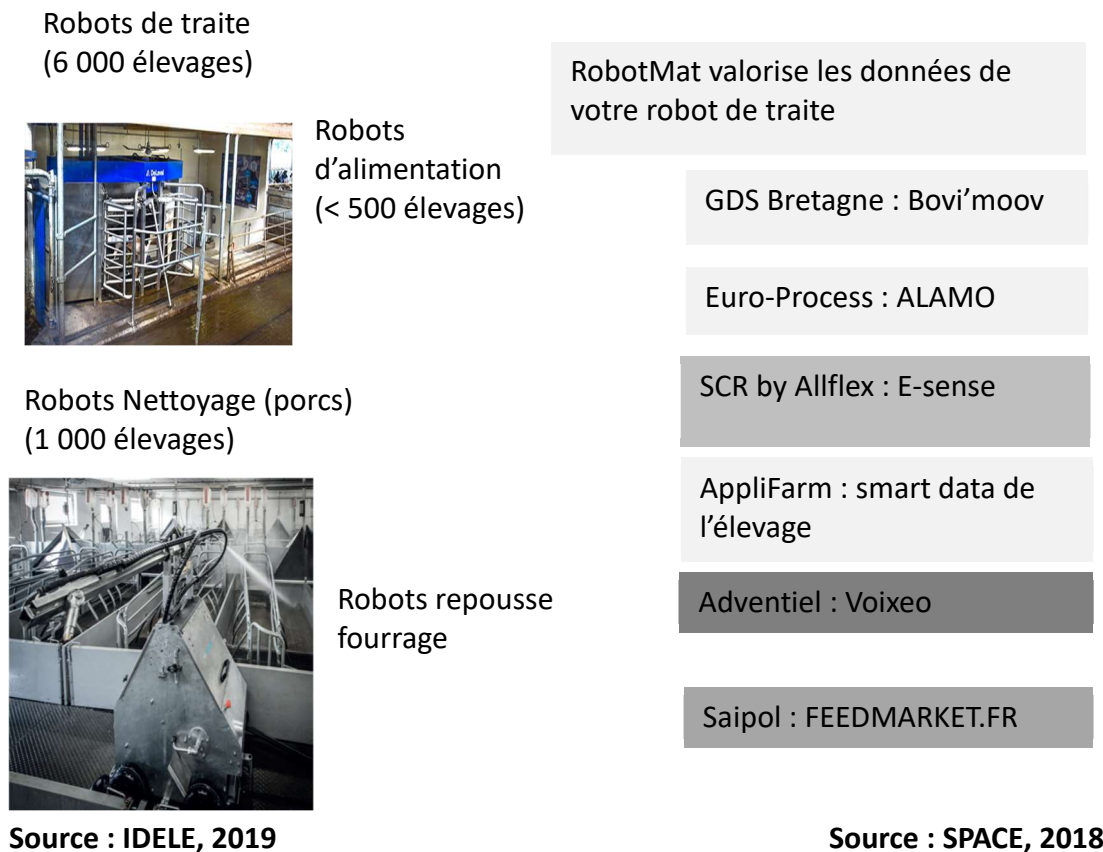


Figure 8 : Diversification des robots et des outils numériques dans l'élevage.

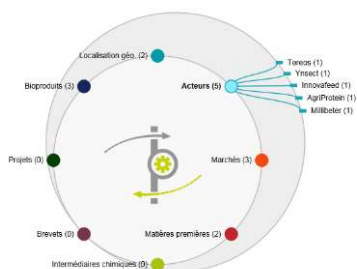
Nous avons choisi quelques exemples d'application au service des acteurs du monde de l'élevage :

- Neovia lance avec ses partenaires, APPLIFARM, une application de collecte et de valorisation de données – alimentation, santé, production, objets connectés, robots, données économiques –, afin de constituer une base de données et de proposer des services Big Data pour la filière ruminants.

- D'autres applications ont été créées pour la santé animale : Podoscope est un outil d'audit sanitaire pour la filière volaille chair. Il permet d'évaluer et de prédire le taux de pododermatites potentiel de l'élevage pour mener un plan d'action pour l'éleveur. Il est destiné aux techniciens et aux éleveurs ; Scop'Ig est un outil créé par Vitalac pour évaluer la qualité immune du colostrum de truie. Le service de cette application Web est destiné à tous les intervenants d'élevage.

Pour l'élevage de poulets, des sociétés comme Spoutic et Tibot technologies proposent de la robotique avicole (Robot Octopus multifonctionnel).

Pour l'élevage et la transformation des insectes, une veille a été réalisée sur la plate-forme Tremplin du pôle Industries Agro-Ressources. Nous avons noté la dominance des start-up qui se différencient sur plusieurs types d'insectes pour leur valorisation en protéines alternatives (Figure 9).



« Innovafeed : Une levée de fonds de 15 millions d'euros pour le déploiement de son système d'élevage d'insectes pour l'aquaculture. »

« Innoprotea : Une levée de 105 millions de dollars pour développer des produits à base d'insectes. »

« Millibeter : Une levée de 10 millions d'euros pour acquiescent Millibeter pour implanter un site de production de protéines d'insectes en Belgique. »

« Innovafeed : Une levée de fonds de 15 millions d'euros pour le déploiement de son système d'élevage d'insectes pour l'aquaculture. »

Figure 9. Actualités sur les start-up dans l'élevage des insectes (Source : Tremplin, IAR)

Innoprotea France, créée en 2012, est une association dont le siège est à Saffré. Elle élève des grillons et des vers (culture d'insectes) et veut créer des produits alimentaires, dont une farine écologique.

Pour la filière de la pisciculture, l'écosystème aquatique pousse les acteurs de cette filière à être plus durables. En effet, plus de 50 % de la consommation mondiale de poisson provient désormais de la production aquacole. Des alternatives comme les protéines d'insectes pour nourrir les poissons, sans farine et huile de poisson sauvage, voient le jour.

Conclusion

L'évolution agrotechnique en élevage est passée par la robotique, puis les outils de surveillance comme les capteurs générateurs ou non de données, ce qui a participé à l'émergence des applications. On se dirige vers un système d'objets connectés qui touche quasiment toutes les filières en élevage. Ce chapitre ouvre de nouveaux questionnements dans ce domaine :

1. Les veilles réalisées sur les brevets, les réseaux sociaux et les technologies digitales sont-elles suffisantes pour décrire l'évolution agrotechnique ?
2. Comment se développent les start-up dans la robotique en élevage, dans l'alimentation humaine et animale ?
3. Quels sont les nouveaux modèles économiques possibles dans ce secteur ?
4. Quelle posture l'éleveur entrepreneur/innovateur va-t-il adopter sur le marché de « l'élevage de précision » ?

Clément Allain de L'IDELE répond en partie : « *En élevage, le numérique sert à surveiller (grâce aux nombreux capteurs disponibles sur le marché), à limiter les charges physiques, à gagner du temps (c'est par exemple le cas pour les robots de traite ou d'alimentation), à décider grâce à de nombreux indicateurs et à limiter la charge mentale* », Web-Agri, 2018.

Références

Académie française. (1986). <http://www.la-definition.fr/definition/automate>

Institut de l'élevage. (2012). Panorama des capteurs en élevage bovin, Dossier spécial : élevage laitier de précision.

<http://idele.fr/recherche/publication/idelesolr/recommends/panorama-des-capteurs-en-elevage-bovin.html>

Institut de l'élevage et de la Confédération nationale de l'Élevage. (2019). Les chiffres clés bovins 2019 : Productions lait & viande. Groupe Économie du Bétail, 12 p.

VEYSSET P., WALLET P., & PRUGNARD, E., 2001. *Le robot de traite : pour qui ? Pourquoi ? Caractérisation des exploitations équipées, simulations économiques et éléments de réflexion avant investissement*, INRA Prod. Anim., 14, 51-61.

Sites Internet consultés :

http://idele.fr/no_cache/recherche/publication/idelesolr/recommends/inventaire-et-tests-de-capteurs.html

http://idele.fr/no_cache/recherche/publication/idelesolr/recommends/developper-des-travaux-sur-lelevage-de-precision-autour-du-programme-smrt-elevage-et-du-label-digi.html

http://idele.fr/no_cache/recherche/publication/idelesolr/recommends/lelevage-de-precision-quels-changements-dans-la-relation-homme-animal-et-dans-la-representation-d.html

http://idele.fr/no_cache/recherche/publication/idelesolr/recommends/atelier-3-lelevage-de-precision-enjeux-et-impacts-sur-le-travail-des-eleveurs-ces-technologie.html

<http://www.web-agri.fr/machinisme-batiment/batiment-traite/article/les-elevages-allaitants-en-retard-par-rapport-aux-laitiers-sur-le-digital-1157-143178.html>

<https://www.iar-tremplin.com/articles/list.html>

Récit professionnel

La production via un système aquaponique

Guillaume SCHLUR

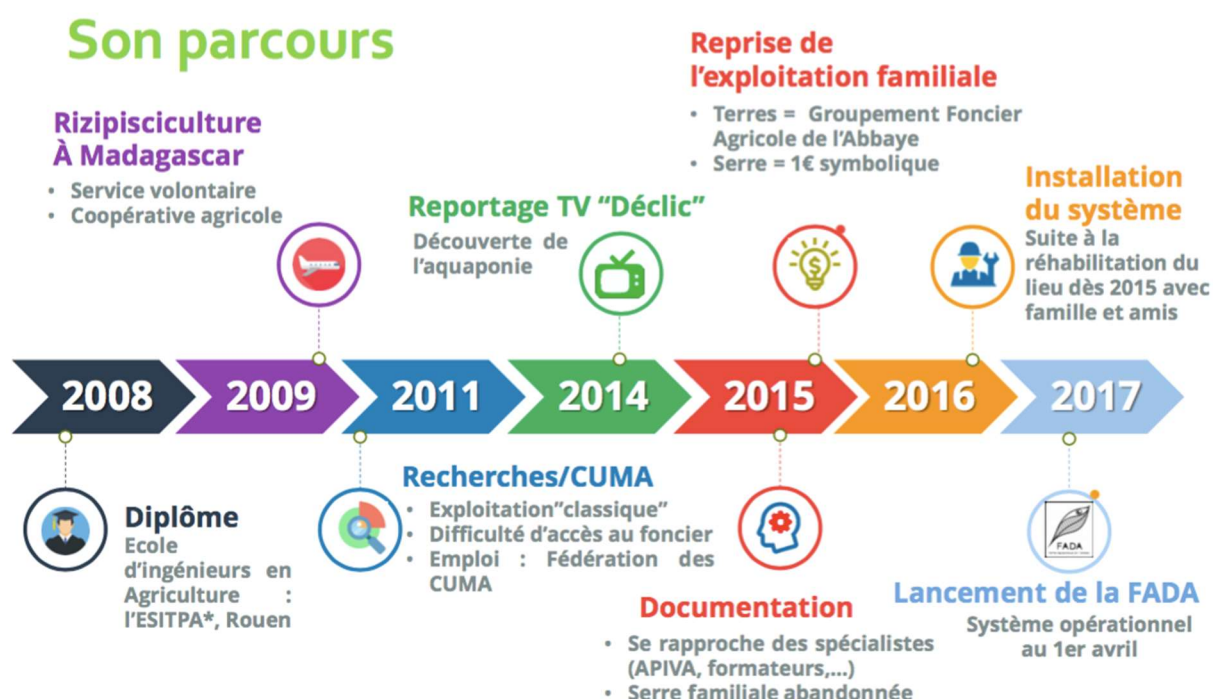
Le parcours

Je me suis installé à Saint-Victor-l'Abbaye-- (Seine-Maritime), en reprenant une ancienne serre horticole venant de mes beaux-parents. Mon parcours est résumé sur cette frise chronologique (ci-dessous) : ancien élève de l'ESITPA, quelques expériences professionnelles, la plus marquante étant deux ans et demi à Madagascar sur un projet de l'ADPRA Pisciculture Paysanne (Association Pisciculture et Développement Rural en Afrique tropicale humide). Cette expérience m'a permis, en tant qu'ingénieur, de rencontrer des gens ingénieux. J'étais embauché dans une association française qui accompagnait les paysans malgaches dans la pratique de la riz-pisciculture, afin de produire des protéines animales et, en même temps, augmenter les productions végétales. De retour en 2013, je cherche à m'installer, avec un modèle d'agriculture venu de mes beaux-parents et de mes beaux-frères, sur 120-130 hectares – blé, lin, pommes de terre, betteraves, sur limons profonds, avec gros équipements, etc. N'étant pas issu du milieu agricole, l'accès au foncier est pour moi un facteur bloquant, malgré le dépôt de quelques dossiers. Puis, j'ai une première expérience dans le réseau des CUMA.

Mes beaux-parents ont une vieille serre horticole abandonnée de 1 350 m². Avec mes quelques connaissances acquises à Madagascar, en riz-pisciculture, je fais des recherches bibliographiques sur l'aquaponie dès 2015 : c'est le début en France mais, à l'étranger, c'est déjà plus développé. Je visite la ferme de l'INRA à Brindas près de Lyon, ainsi que la ferme aquacole d'Anjou. En 2016, je passe à mi-temps- à la Fédération des CUMA et je remets en état la serre. J'introduis les premiers poissons dans le système le 1^{er} avril 2017, sachant qu'auparavant, j'avais mis en place un premier couvert végétal pour absorber les déjections des poissons.

Le déclic, en tant que tel, est tout simple : un copain m'appelle pour me dire qu'il a vu un reportage sur France 2 au JT de 13 heures sur l'aquaponie. « *Regarde--le* », me dit-il-. Ce reportage de 5 minutes exposant les grands principes a été le facteur déclenchant. Je me suis dit : « *Voilà ce qu'il faut que je fasse !* » Mais, entre le déclic et la bibliographie, l'étude, etc., il

s'est passé du temps. Lors de cet événement, toutes les pièces du puzzle se sont assemblées. L'expérience de Madagascar a aussi été utile avec le « lâcher-prise », en prenant ce qui vient et en faire une valeur. L'expérience du taxi-brousse où le départ du jour est finalement reporté au lendemain, avec le réflexe des Européens de planifier toutes les réservations, oblige à penser autrement, à improviser, à ne pas subir les événements, mais plutôt apprendre à composer positivement avec eux. Au final, la formation initiale d'ingénieur, la formation à l'étranger (Madagascar), l'existence d'un outil de production potentiel et l'envie d'entreprendre sont autant de pièces d'un puzzle qui ont abouti au projet.



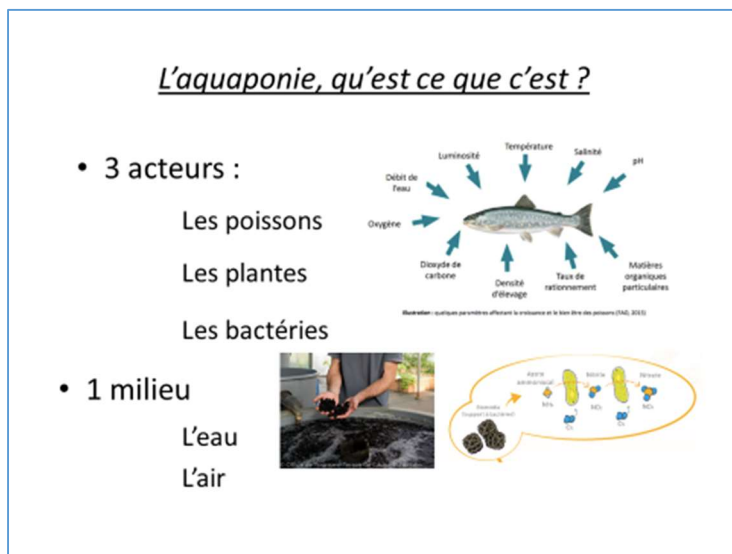
L'aquaponie : rappel de quelques grands principes

Le circuit est quasiment fermé. Il y a juste une entrée d'eau neuve pour compenser l'évapotranspiration des plantes (200 litres par jour l'été, rien l'hiver). L'intrant du système est l'alimentation pour les poissons.

Accompagné par l'ITAVI, je suis en train de mesurer quelle quantité d'eau j'utilise avec les poissons, mais j'ai globalement besoin de 10 fois moins d'eau qu'un pisciculteur en système classique.

Il y a trois acteurs : les poissons, les plantes, les bactéries. Pour chacun de ces trois acteurs, il faut prendre en compte toute une série de paramètres et d'interactions qu'il y a entre eux (cf.

Schéma 1 : Ph, température...). Nous avons donc trois populations différentes, trois besoins spécifiques, et une toute petite marge de manœuvre où tout le monde arrive à peu près à



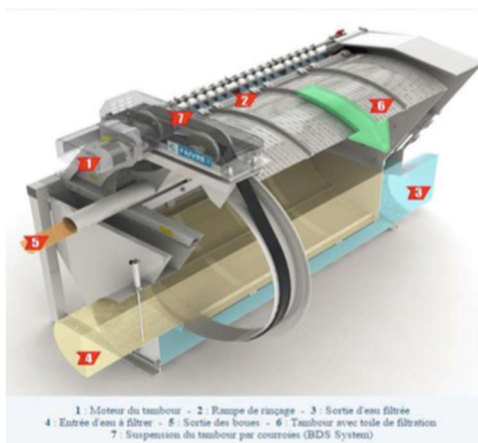
vivre. Cela va donc être le choix du producteur : vaisje plus favoriser la population de poissons en recherchant les conditions optimales pour eux, avec des plantes, des bactéries qui vont vivoter ; ou *a contrario*, si je suis davantage marâcher que pisciculteur, je m'appuierai sur des poissons plus solides qui ont des

contraintes moins intenses, avec de meilleurs rendements en végétaux. Ce sont des choix techniques, mais aussi philosophiques. Toutes ces populations évoluent dans un milieu composé d'eau et d'air, avec un relevé de tous les paramètres quotidien (température, pH), hebdomadaire (nitrites, nitrates), mensuel (analyses plus complètes pour compenser les carences des plantes).

Mes choix techniques sont aussi des choix philosophiques...

Le premier choix fondamental a concerné le choix des poissons. Mon système produit-il de l'eau chaude ou de l'eau froide ? Par exemple pour l'eau chaude, le choix du tilapia est judicieux, mais il n'y a pas d'autorisation de mise en marché en France. Le tilapia n'existe pas dans le milieu naturel français métropolitain et il ne peut être consommé que s'il est introduit, mis sous filet, prêt à consommer. À La Réunion par exemple, sa production est possible, car il existe dans le milieu naturel. Le choix de la culture associée : salade, pomme de terre, carotte, des plantes aromatiques. Puis pour produire, il faut des supports de culture. En système aquaponique à grande échelle (c'est-à-dire commercial), on fait généralement des radeaux flottants, ce qui veut dire : pas de tubercules. Donc, à chaque fois, il y a itération entre des choix techniques, des possibilités de marché et des envies de production.

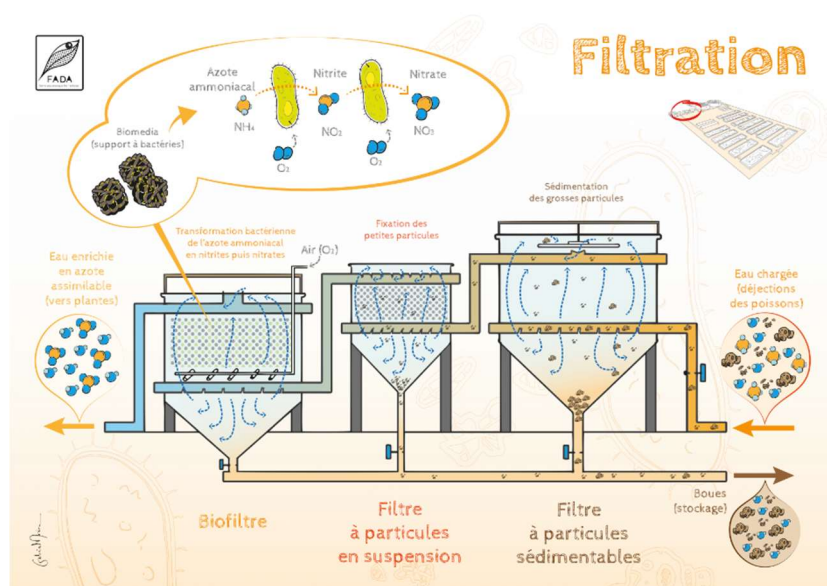
Puis viennent les choix de filtration avec trois populations, soit presque trois élevages avec l'eau qui les connectent. J'ai fait le choix d'une création d'un écosystème et il y a des réactions qui se passent que je ne maîtrise pas en tant que telles : je constate que ça pousse, que ça



croît. Dès qu'il y a un problème, je me focalise à essayer de le résoudre. Et quand ça fonctionne, je ne comprends pas forcément pourquoi ça marche bien, mais j'accepte de ne pas savoir. Je reste empirique. C'est une installation qu'on peut qualifier de *low tech*, dans le sens où j'ai très peu investi, autrement dit j'accepte de ne pas tout maîtriser.

Sur la photo ci-dessus-, on voit le filtre à sédimentation.

Le système est très simple. Il repose sur de l'hydrodynamie : les grosses particules sédimentables tombent par gravité au fond de la cuve. Il y a très peu d'investissements, les



bacs de culture reposant au sol. La serre horticole ainsi que le foncier sont d'origine familiale mis à disposition. Ils ont donc coûté très peu : si j'avais eu le même projet, mais avec l'achat d'une serre et du foncier, je n'aurais pas lancé le projet. Il y a eu un autofinancement

de 20 000 euros au départ pour un premier pilote de 400 m² et une année pour le faire fonctionner.

Du *Low Tech* avant tout...

L'aquaponie sur le papier, cela fonctionne. Mais se lancer d'emblée sur un projet de 5 000 m² ne correspondait pas à ma vision. J'ai plutôt choisi de m'orienter sur une micro ferme, avec de petits marchés et des produits de haute qualité ainsi que des plantes aromatiques. L'objectif était de valider empiriquement la théorie : peu-t-on conserver les truites l'été avec 26 °C dans l'eau ? Les plantes ne vont-elles pas être toutes chétives, toutes rachitiques ? Progressivement, l'objectif était aussi de me constituer les compétences en faisant concrètement tourner le pilote, en défrichant, en essayant les plâtres s'il le faut, et faire face à tous les problèmes techniques, réglementaires, administratifs...

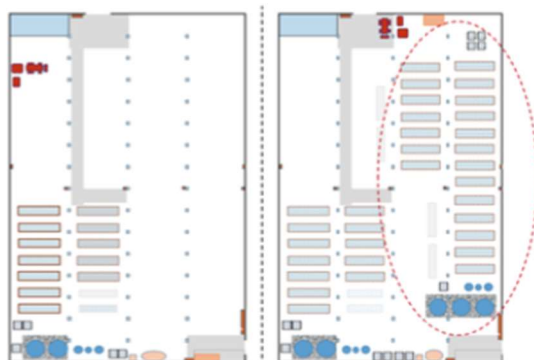
Les années 2017-2018 font face aux petits problèmes quotidiens, mais globalement le système fonctionne : les plantes poussent ; les poissons croissent ; je m'oriente vers des produits transformés (truites fumées). Mais je me heurte rapidement à un problème de volume de production : j'ai plus de demandes que d'offres sur le mesclun et les aromatiques, non produits ou insuffisamment au niveau local. Aujourd'hui, je commercialise essentiellement par le réseau des Fermes d'ici qui réclame, via leurs clients restaurateurs, de plus gros volumes.

Photos : Du low tech avant tout



Je décide d'un agrandissement en 2018 pour augmenter les volumes de production et arriver à une viabilité économique. En quasiment un an, j'étais à l'équilibre financier étant donné

que je n'ai pas de charges de structure, uniquement des charges de fonctionnement. Mon agrandissement avait pour objectif de me dégager un salaire pour rémunérer mon travail. La difficulté majeure en aquaponie est l'absence de données de références – pas d'itinéraire technique, pas de données sur les rendements, etc. –, contrairement aux



productions agricoles traditionnelles. Cet agrandissement a été permis par un financement participatif (la plate-forme MiiMOSA), qui a très bien fonctionné, ainsi que

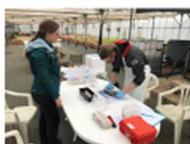
par une aide de la région Normandie à hauteur de 50 % des investissements, donc le tout sans faire appel aux banques, ce qui est un atout important. La contrepartie à ce financement régional était d'avoir un partenaire technique, l'ITAVI, qui a placé des sondes dans la serre pour pouvoir collecter tout un ensemble de données : paramètres, données d'entrée, pesées

de la production légumière et piscicole. Aujourd’hui, nous sommes une quinzaine de fermes aquaponiques en France.

En termes de changements d’échelle, je ne m’interdis rien, mais aujourd’hui, j’ai envie de rester à l’échelle humaine. Les changements d’échelle impliquent d’autres changements, par exemple de taille de commercialisation, d’investissements, qu’à l’heure actuelle, je n’envisage pas. Mon objectif à terme serait d’avoir un employé, ce qui me permettrait de déléguer et de me dégager du temps, du temps libre pour les vacances, etc. Il fallait aussi prendre le temps du recul après la phase de mise en place, ce qui commence à être le cas avec l’accueil de stagiaires. Mais des changements d’échelle radicaux, compte tenu de la conception du système tel qu’il est, seraient faisables : aujourd’hui, les boues sont réinjectées, minéralisées. Mais avec 5 000 m², est-ce- toujours faisable ? On pourrait imaginer augmenter la taille du système en accroissant la complexité (ajouts de nouvelles espèces par exemple), mais cela peut être générateur de risque, car les interactions augmentent. Mon premier système ne réagit pas du tout aujourd’hui comme il y a un an. J’essaie de ne pas jouer sur tous les

paramètres en même temps. Je joue sur un paramètre et je regarde quel est l’effet induit, quantitatif, mais aussi qualitatif. Par exemple, la question nutritionnelle devait être posée. Il apparaît qu’on ne voit aucune différence entre les truites d’élevage classique et les truites en aquaponie en termes de composition nutritive. Pour le

Analyses nutritionnelles



FADA
Analyses nutritionnelles (févier 2018/2019)

Mesclun :

Constituant	Mesclun ou salade, mélange de jeunes poissons				FADA - Mesclun	
	Énergie	Protéines	Glucides	Lipides	20/12/2018	20/12/2019
Énergie, Règlement UE N° 1168/2011 (kJ/100g)	52,5	-	-	-	59	55
Protéines brutes, N x 6,25 (g/100g)	2	-	-	-	2,4	2,2
Glucides (g/100g)	0	-	-	-	<0,1	1,2
Lipides (g/100g)	0	-	-	-	0,4	0,3
Sucres (g/100g)	0	-	-	-	<0,2	<0,2
AD saturés (g/100g)	0	-	-	-	0,05	0,09
Sat. cholestérol de sodium (g/100g)	0,048	-	-	-	0,047	0,118
Cholestérol (g/100g)	0,048	-	-	-	1,06	1,89
Fibres alimentaires (g/100g)	2	-	-	-	1,8	1,8

Truites :

Constituant	Truite d'élevage classique				FADA - Truite crue (Fév)	
	Énergie	Protéines	Glucides	Lipides	20/12/2018	20/12/2019
Énergie, Règlement UE N° 1168/2011 (kJ/100g)	108	-	-	-	478	440
Protéines brutes, N x 6,25 (g/100g)	13,9	-	-	-	14,9	15,1
Glucides (g/100g)	0	-	-	-	<0,1	<0,1
Lipides (g/100g)	0,02	0,14	0,4	-	5	3,3
Sucres (g/100g)	0	-	-	-	<0,1	<0,1
AD saturés (g/100g)	0,01	0,03	0,11	-	no data	no data
Sat. cholestérol de sodium (g/100g)	0,1	0,042	0,11	-	no data	no data
Cholestérol (g/100g)	0,4	0,04	0,11	-	48,47	10,49
Fibres (g/100g)	1,38	1,1	1,02	-	1,1	1,3

mesclun idem, ni meilleur, ni moins bon. C’est rassurant.

Concevoir, fabriquer : deux moments essentiels de la vie de l’aquaponiste

Je vois deux phases : la phase conception et la phase construction. Pour l’installation, j’ai fait appel à un bureau d’étude qui a conçu la première unité de production, c’est-à-dire calcul du débit, choix des pompes, nombre de mètres carrés de végétaux par rapport au nombre de poissons, etc. Toutes ces opérations ont été sous-traitées, d’une part parce que je ne me

voyais pas le faire, et d'autre part, cela permettait d'avoir un gain de temps. Ce bureau d'étude est « Aquaponie Développement » et j'ai été son premier client. Une relation de confiance mutuelle s'est construite entre le manager et moi et cela a très bien fonctionné.

Au départ, c'était un pari et aussi un risque mais, après-coup, je n'ai aucun regret. J'ai obtenu un très bon retour sur investissement, avec un travail très bien fait, entièrement conceptualisé et mis par écrit avec schémas sur papier. La conception du premier pilote a servi de matrice lors de l'agrandissement en reprenant exactement la même technologie, mais faite par moi-même. Cette phase d'ingénierie a donc été déléguée, avec fourniture par le bureau d'études de plans, de types de pompes, de soufflantes, de diamètres de tubes avec les pertes de charge lorsqu'il y a des coudes pour l'écoulement des fluides.

Puis, il a fallu tout construire. Ayant toujours eu l'âme du bricoleur, cette phase me plaisait. Mon expérience malgache est venue se greffer, dans un pays où avec rien, on fait tout. Donc beaucoup de récupération, beaucoup de bricolage. Ma formation d'ingénieur, au-delà de l'aspect étude et conception, a aussi apporté une dimension d'adaptabilité : on nous a appris pendant nos études d'ingénieur à réfléchir, à ne pas forcément avoir une connaissance approfondie sur un sujet précis, mais plutôt à être capable de balayer beaucoup de sujets et aussi savoir chercher l'information et faire appel à notre réseau. En combinant tous ces aspects, j'ai pu construire toute l'installation par moi-même. J'y voyais un intérêt économique, ce qui n'est pas négligeable, mais aussi un intérêt de connaissance technique notamment pour être capable d'intervenir en cas de problème dans les installations, et puis la dimension de travail manuel m'attirait.

Cette acquisition de *soft skills* s'est beaucoup faite aussi au cours de la vie étudiante, au cours des stages à l'étranger (en Bolivie, 4 semaines par exemple) ou lors le 4 L Trophy, etc. Ce sont des expériences de vie, humaines et techniques, à la fois.

Milieus techniques, sociaux, humains : ce qui aura permis au projet de prendre forme

Ces différentes expériences et formations ont fortement contribué à la constitution d'un réseau. Je suis relativement isolé dans mon travail et le secteur de l'aquaponie reste petit, aussi le réseau d'amis, de copains de promotion est essentiel pour tester des idées, comparer ou glaner des informations. La dimension de l'internat lors de ma formation d'ingénieur, avec une présence 24 heures sur 24 sur le campus, a encore accentué la richesse de cette

formation. L'essentiel du milieu qui a permis le développement du projet vient de ces expériences, mais l'apprentissage à l'aquaponie s'est fait sur le tas.

Il fallait donc progresser par étapes. La serre fait 1 350 m². J'ai fait un premier pilote sur un quart de la surface pour me faire la main, car il n'y avait pas de formation à l'aquaponie à l'époque. Aujourd'hui, on commence à avoir quelques modules qui se créent. J'ai donc appris dans le milieu dans lequel j'ai évolué, avec une production et une commercialisation dans un périmètre donné. L'objectif : arriver à produire des plantes et des poissons dans cette serre qui sera l'outil de production futur, avec le contexte climatique, économique, social, environnemental existant ici. Ce quart de surface a été le galop d'essai réussi qui a permis les agrandissements futurs, car je ne me suis pas lancé directement dans une grosse production. J'étais conscient que j'avais à apprendre : j'avais l'idée et le concept de l'aquaponie sur papier fonctionnait bien. Mais les problèmes que l'on peut avoir sur une petite unité domestique ne sont pas les mêmes que sur une unité commerciale, car on change d'échelle.

Donc mon premier galop pour faire face à la réalité, aux premières difficultés soit au niveau végétal que piscicole. Ma formation initiale étant plutôt tournée vers le végétal, la pisciculture était entièrement nouvelle pour moi. L'expérience à Madagascar avec le transport de poissons m'avait apporté un certain savoir-faire, mais pas celui de faire grossir une truite de 250 ou 350 grammes toute l'année. J'ai commencé par de petits lots au début, en augmentant progressivement la taille des lots, puis en commençant à transformer les poissons petit à petit. J'ai donc appris essentiellement par moi-même, sur le papier, puis avec des échanges avec d'autres fermes aquaponiques qui se montent, même si aujourd'hui, elles sont encore très peu nombreuses (une quinzaine de fermes en France). On se connaît tous et on s'entraide.

L'aquaponie : un système technique standardisable ?

On ne peut pas prendre mon système et le dupliquer ailleurs, car les systèmes aquaponiques sont multiples. J'ai un beau-frère qui est producteur de pommes de terre, de carottes et de betteraves biologiques, avec qui je pourrais compléter un panier potentiel, car mon système ne me permet pas de cultiver des tubercules. Je fais partie du réseau des CUMA. Tout seul, on va vite mais, à plusieurs, on va plus loin. Aussi, j'essaie d'être performant dans l'aquaponie et je cherche à m'entourer de personnes, de réseaux performants, chacun dans leur métier. On travaille avec du vivant et on ne peut pas vraiment standardiser. Certaines personnes qui viennent visiter veulent tout mesurer pour dupliquer exactement le système, mais c'est

illusoire. Chaque contexte est spécifique : la qualité de l'eau, le climat, les fournisseurs, etc. Il y a une multitude de facteurs de variation. Il faut donc s'adapter aux spécificités du contexte. Quelques aspects sont standards : les radeaux par exemple sont d'une taille unique, car il n'y a qu'un seul fournisseur pour la France. Mais la filière se structure avec l'apparition de fournisseurs de matériels aquaponiques (pisciculture, horticulture, serristes...) qui n'existaient pas il y a quelques années, car maintenant, la demande existe. Je m'interroge sur la possibilité d'automatiser certaines choses, mais je reste conscient des nécessités de décision à de nombreuses étapes. Dans ce sens, rien ne remplacera l'humain. On peut par exemple avoir des distributeurs automatiques d'aliments pour les poissons, mais le contact visuel permet de vérifier s'ils mangent bien, s'il y a des maladies, etc.

En revanche, on peut se faire accompagner par des objets connectés. Je constate que plus le système est mature, plus il acquiert, dans une certaine mesure, la capacité à s'autogérer. Tant que les équipements de base (pompes, soufflantes, etc.) fonctionnent bien, le système tourne. Bien sûr, il ne faut pas qu'un des acteurs soit défaillant. Néanmoins, quand l'équilibre est trouvé, mon travail consiste essentiellement à le maintenir. On pourrait imaginer des logiciels d'intelligence artificielle aidant à la décision, mais cela créerait des nouvelles contraintes techniques : il faudrait des sondes pour les différentes mesures de nitrates, nitrites, pH, etc., puis dans un second temps, pouvoir analyser cette lecture pour pouvoir corriger. Avec des systèmes d'électrovannes qui rajoutent des solutions, ce serait envisageable. Mais on va arriver à une question d'ordre plus philosophique : ma vision est d'interférer le moins possible sur le système, pour qu'il soit le plus autorégulé possible, avec un écosystème qui va s'autogérer, même s'il est vrai qu'on pourrait avoir un système où tout est compartimenté et contrôlé par des capteurs. Tout est imaginable, surtout qu'aujourd'hui, on a une certaine technicité qui permettrait d'avoir des choses très productives et très monitorées, mais ce n'est pas mon choix personnel aujourd'hui. Je ne m'interdis pas non plus d'utiliser des alertes via SMS en cas de coupures d'électricité par exemple.

Un colloque sur le projet APIVA, piloté par l'ITAVI et financé par l'Union européenne, a organisé un séminaire de restitution rassemblant 200 acteurs de la filière aquaponique française. Il y a un début de structuration et de constitution d'une filière avec des producteurs, des fournisseurs de matériaux, d'aliments, des acteurs spécialisés sur les aspects administratifs et législatifs.

Retours sur un parcours

Les limites du système sont avant tout personnelles : maintenir une qualité de vie, mais aussi un type de projet à échelle humaine sans objectif d'agrandissement à outrance. Il s'agit de continuer à produire des produits bons nutritionnellement parlant et éthiquement parlant. Il y a des moments de doute avec l'envie de simplifier le système, mais l'envie d'entreprendre et d'avancer reprend le dessus. C'est aussi une grande satisfaction d'avoir créé ce système. Je me dis que c'est peut-être une pierre dans l'édifice de l'agriculture de demain avec un modèle de production qui a moins d'impact sur l'environnement. L'aquaponie n'est pas la solution et je n'ai pas la volonté d'ériger le modèle comme étant LA solution, mais cela peut être une contribution utile. Il y a aussi les limites administratives qu'il faut savoir par moment dépasser et avancer malgré tout, quitte à anticiper un peu sur la décision. La réglementation est européenne et il est en train de se créer, en France et en Allemagne, toute une dynamique sur l'aquaponie. L'objectif aussi était d'être un peu pionnier et de ne pas attendre tout de la réglementation.

Avec le temps, quelques convictions ont émergé. Je souhaite rester producteur, car même si globalement, cela tourne bien, il reste beaucoup de progrès à faire et, en particulier, des gains de productivité. Il s'agit de conserver la même qualité de produit, tout en augmentant la production, car la demande est là. Autre point : je souhaite continuer à recevoir du public, car j'aime bien transmettre, même si ce n'est pas mon cœur de métier : faire un peu de formation de manière ponctuelle, accueillir des stagiaires, qu'il y ait d'autres personnes qui se servent de mon expérience afin de poursuivre le travail de ceux qui m'ont insufflé cette idée de l'aquaponie. Ainsi, je suis davantage dans le partage d'expériences, l'ouverture, d'une part, parce que la concurrence est relativement faible, et puis, tout le savoir que je délivre ne permettra pas aux visiteurs de créer une unité aquaponique concurrente demain. Actuellement, je capitalise sur de la connaissance, de l'expérience, et non financièrement, car je ne me suis pas versé de salaire depuis 2016.

Je ne me définis pas comme « aquaponiste ». Je suis pisciculteur-maraîcher. Mais on est à la fois mécanicien, comptable, commercial, car toute la filière est à construire, du côté des fournisseurs en pisciculture, en maraîchage ou pour adapter le matériel à notre milieu spécifique. Aussi, l'aquaponie ne reste qu'un mode de production. Il ne faut pas entrer dans le discours de l'aquaponie pour l'aquaponie. On produit des légumes et des poissons grâce à un mode de production spécifique qui est l'aquaponie. Avec l'aquaponie, on recrée un

système : est-il stable ? D'après la littérature, pour transformer les nitrites en nitrates, c'est assez difficile et il faut ajouter des bases pour maintenir le pH. Mais en Normandie, l'eau est très dure et le pH ne bouge pas, donc je m'adapte et je n'ai pas eu besoin de faire des réajustements. En revanche, j'ai des carences en fer qui nécessite des apports de fer chélaté. Il a fallu faire des réajustements pas forcément là où je m'y attendais. Côté aliments pour les truites, les fournisseurs sont en train de réfléchir à la formulation de nouveaux aliments pour des systèmes fermés et en recirculation d'eau avec des plantes, qui ne seraient pas faits uniquement pour la croissance des poissons, mais aussi pour faire en sorte qu'il reste, dans les déjections, un peu de zinc, un peu de bore, un peu de cuivre pour que les plantes puissent avoir une bonne croissance.

Le choix des plantes est réalisé sous les contraintes techniques (pas de racines donc pas de tubercules) et en fonction des marchés disponibles. J'ai conservé mon pilote de 400 m² qui devient progressivement plus mature : je peux y faire pousser des tomates, des concombres, des légumes-fruits qui vont avoir du goût. La seconde unité est plus jeune et a donc pour l'instant moins d'amplitude : plutôt des légumes-feuilles (mesclun) et des plantes aromatiques. Ainsi, on recrée un écosystème, comme le montrent des recherches en cours, avec la constitution de microbiotes de la racine en milieu aquaponique, ce qui expliquerait les très bons retours en termes de saveur gustative. Des recherches parues en 2018 identifient ce bénéfice du milieu aquaponique pour la constitution d'une flore bactérienne.

Un souvenir marquant de mon exploitation a été le moment de l'introduction des poissons : tout le système était en place, tous les fluides s'écoulaient bien, le dimensionnement était adéquat, et le lendemain, les poissons étaient toujours vivants... C'était l'événement charnière : être capable de les maintenir en vie, qu'ils grossissent, que les plantes poussent... La suite a été une succession d'émerveillements. Donc finalement, la Ferme FADA était au départ un projet un peu fou mais qui, pour l'instant, fonctionne !

Le ver de terre : de l'ombre à la lumière

Daniel CLUZEAU

Texte synthétisé par Michel DUBOIS

Introduction (Histoire résumée des vers de terre et usage des termes)

Les vers de terre sont des animaux primitifs dont l'origine remonte à l'ère secondaire, au Trias supérieur (- 200 millions d'années). Ils ont survécu aux quatre dernières extinctions majeures de l'histoire de la vie et sont donc parfaitement adaptés aux contextes naturels dans lesquels ils vivent depuis cette époque.

Les vers de terre font partie de la faune du sol, plus précisément de la macrofaune, car la faune du sol, c'est-à-dire celle qui vit dans le sol – même si elle en sort parfois – est constituée de quatre niveaux de communautés d'animaux. Elle comprend aussi : la microfaune, par exemple des nématodes comme *Caenorhabditis Elegans*, long d'un millimètre ; la mésofaune, par exemple des collemboles, longs de trois millimètres environ, arthropodes bien plus anciens que les insectes, déjà présents au dévonien ; la mégafaune constituée des vertébrés du sol, par exemple les taupes et les autres animaux vivant une part de leur temps dans des terriers. Avec les micro-organismes (bactéries et champignons), cette faune du sol constitue la biologie du sol. La compréhension des interactions entre ces organismes très variés, qui appartiennent au troisième pool de biodiversité planétaire et leurs interactions avec les composantes physiques et chimiques des sols constituent le socle des savoirs accumulés en Écologie du sol. Sous l'Antiquité, Aristote (-384, -322) les surnommait « *les intestins de la Terre* », reconnaissant ainsi déjà un des rôles majeurs de ces vers de terre. Cléopâtre (-69, -30) les avait institués « animal sacré », ce qui pourrait signifier qu'une connaissance de certains de leurs rôles dans la production agricole égyptienne avait déjà été acquise à cette époque, mais ce savoir a été en grande partie perdu pour plusieurs siècles.

En effet, par la suite, les vers de terre ne seront pas vraiment considérés à leur juste valeur jusqu'à Darwin, qui, dans son dernier ouvrage publié en 1881, *La formation de la terre végétale par l'action des vers de terre*, restaure l'image des vers de terre et souligne leur importance dans la formation et le fonctionnement des sols. Dans ce même ouvrage, Darwin, qui observe attentivement leur comportement, s'étonne de « l'intelligence » de ces animaux, situés si bas dans la classification (avec raison).

Les vers de terre ne retrouveront un intérêt scientifique que récemment durant la deuxième moitié du xx^e siècle, à la suite des travaux de Satchell, Lee, Edwards et Bouché, dont les publications commencent entre 1965 et 1975.

La prise en compte par la société moderne des rôles et des valeurs associées aux vers de terre se fera progressivement à partir des années 1980, et aujourd'hui, la présence d'un nombre important de vers de terre devient même l'emblème, sinon la cause, d'une bonne fertilité d'un sol.



Pourtant, ces animaux sont des commensaux de l'espèce humaine, comme la souris ou le ténébrion, depuis sa sédentarisation et le développement de l'agriculture. Il est possible que ce commensalisme ait commencé avant, dans tous les abris sédentaires ou semi-sédentaires dans lesquels s'abritaient les humains. L'ensemble des vers de terre joue un rôle important dans le développement de l'agriculture, selon un processus de co-développement ou co-évolution, les pratiques agricoles et le développement des vers de terre faisant système.

Lumbricus terrestris

Comme pour la souris dite « domestique », ou comme pour le ténébrion, la création de l'agriculture et des nouveaux espaces anthropisés, riches en matière organique décomposée, offre de nombreuses niches écologiques favorables au développement des différentes espèces de vers de terre. L'abondance et la diversité des vers de terre se sont épanouies dans les espaces progressivement mis en culture, au fur et à mesure de leur anthropisation.

Il ne semble pas qu'il y ait eu une domestication progressive, mais seulement une adaptation commensale, comme pour les souris ou le ténébrion, vous venez de l'entendre pour ce dernier. Souvenons-nous- que ces invertébrés sont très peu considérés depuis notre ère (avec le développement de la civilisation judéo-chrétienne) en regard des animaux vertébrés dont certains ont été progressivement et communément domestiqués dès les premières civilisations. Dès le premier livre, dit « La Genèse », avec le mythe de Caïn et Abel, la Bible valorise davantage le pastoralisme que l'agriculture, et brebis, chèvres ou ânes, plutôt que le sol et toutes les bêtes, impures, qui y vivent.

Pour la suite de l'exposé, les vers de terre seront écrits, soit « vers de terre » selon un usage générique, soit « lombriciens » selon un angle scientifique.

Histoire de l'acclimatation des vers de terre à proximité des sociétés humaines en zone tempérée

Avec l'apparition de l'agriculture sédentaire et de ses besoins en terres cultivables, les forêts sont remplacées progressivement par des milieux ouverts, permettant aux lombriciens d'augmenter en nombre et en diversité – car les matières organiques mortes (fumiers, lisiers, litières) sont plus facilement décomposables que les feuilles des arbres forestiers et plus riches en énergie facilement accessible. De plus, ces sols agricoles sont amendés par des générations humaines, ce qui participe à la stimulation de leur développement.



Anécisque strict

Les vers de terre deviennent des animaux commensaux de l'humanité, aussi bien dans les latrines, les fumiers agricoles ou les gadoues urbaines que dans les champs et les prairies. Cette dernière occupation du sol favorise à la fois l'accroissement quantitatif des populations et le développement de la diversité des vers de terre. Avant cette expansion, associée à celles des hommes, les vers de terre ne dépendaient à l'origine que des filtres environnementaux naturels variés selon le climat, les types particuliers de sol et de roche-mère, l'épaisseur et le pH du sol, les types de végétaux s'y développant.

Étant partout autour de l'Homme, dans tous les environnements transformés par les activités anthropiques, ils profitent des transports de terre, d'amendements et de fumiers, dans lesquels ils vivent, pour coloniser de nouveaux territoires.

Par exemple, localement, ils colonisent progressivement les zones de pâturage montagnard de plus en plus hautes, au fur et à mesure que l'Homme amende ces sols. Les seuls vers de terre qui existaient naturellement dans ces montagnes étaient des espèces qui avaient pris de l'altitude avec la poussée de ces montagnes ! En effet, les vers de terre restent là où ils sont et ils ne se déplacent que très lentement.

À l'échelle historique et planétaire, les vers de terre européens ont suivi les pérégrinations des colons, avec un succès plus marqué des Anglais vis-à-vis des Espagnols et des Français. Les

colons utilisaient des terres hétérogènes pour remplir les ballasts des bateaux. De plus, les plantes à acclimater dans les pays qu'ils colonisaient étaient transportées dans des pots contenant une quantité de terre suffisante pour contenir des vers de terre. Ce qui démarque les Anglais vient aussi de leur habitude à développer de véritables jardins à bord produisant des aliments frais afin de mieux lutter contre diverses carences. Et qui dit jardin, dit terre végétale, la terre la plus riche en vers de terre. Le résultat aujourd'hui, c'est que ces espèces européennes sont souvent considérées comme des espèces invasives, pouvant mettre à mal les espèces locales, que ce soit en Amérique du Nord, Nouvelle-Zélande, Australie ou Afrique du Sud, essentiellement dans les biomes tempérés à méditerranéens.

Quelles connaissances sur les vers de terre dans les pays anglo-saxons il y a vingt-cinq ans ?

Publié en 1881 en anglais et peu après en français, le dernier livre de Darwin, *Le rôle des vers de terre dans la formation de la terre végétale* avait plusieurs objectifs. Le premier était la volonté de montrer, par des exemples, que de petites modifications cumulées et incessantes peuvent conduire à des changements importants dans la durée. Dans son ouvrage *The structure and distribution of coral reef*, publié en 1942, et extrait du *Voyage du Beagle* (décembre 1831 à octobre 1836), il avait proposé une théorie unique pour la formation d'îles lagunaires, d'atolls et de récifs, à partir de la croissance des coraux. L'objet de ces deux études est bien de montrer la constitution de structures de grandes dimensions, à partir de l'activité d'êtres vivants de petite taille, sur une longue durée : d'abord, l'émergence des atolls qui résulte du développement des coraux dans le cadre d'un effondrement progressif des reliefs volcaniques, ensuite la formation de la terre végétale par l'action des vers de terre. Ces deux textes encadrent ses livres sur la théorie de l'évolution et montrent sa préoccupation constante de faire comprendre que des changements considérables peuvent avoir lieu comme conséquence de petites variations, accumulées et sélectionnées naturellement pour conduire sur une longue durée à des lourdes modifications du fonctionnement de ces écosystèmes (correspondant à la notion actuelle d'ingénieur de l'écosystème). L'étude sur les vers de terre montre qu'en quelques dizaines d'années, ils décomposent les débris végétaux, homogénéisent la terre et favorisent la constitution de la terre végétale riche en humus. Il estime à moins de cinquante ans le temps nécessaire pour que toute la terre d'un jardin ou d'un champ passe une fois dans le tube des lombrics pour être restituée à la surface. C'est

donc un labourage fin et constant. Le troisième aspect concerne les aptitudes des vers de terre, leur capacité à rassembler ce qui leur sert d'aliments et aussi de fermeture de leurs galeries. Darwin « s'étonne » de leur intelligence. En revanche, il pouvait difficilement comprendre que les vers de terre aient été favorisés par l'activité humaine et qu'ils soient des commensaux.

Ce rôle reconnu des vers de terre dans la formation de la terre végétale et toutes les connaissances correspondantes ont été diffusés dans l'enseignement agricole anglo-saxon à partir de la fin du XIX^e siècle. En conséquence, la reconnaissance de l'importance des vers de terre dans l'agriculture a imprégné le monde agricole anglo-saxon et cela a fini par se traduire par des actions de développement agricole : Par exemple, entre 1950 et 1960, les Néo-Zélandais inoculent des vers de terre dans les terrains éloignés de la ferme à l'aide de blocs de sol prélevés dans les terrains circumvoisins de la ferme. Cela a des conséquences visibles et positives sur la production des prairies...

Dans les années 1990, un petit livret de quatre pages sur les vers de terre, distribué aux agriculteurs, leur permet de connaître la diversité des vers de terre de leurs sols et de les prendre en compte dans les règles de décision. Aucun retour n'a été étudié sur la réalité de cette prise en compte ou non, mais il reste que la culture agricole anglo-saxonne n'ignore pas l'importance des vers de terre pour l'activité agricole.

Quelles connaissances sur les vers de terre en France il y a vingt-cinq ans ?

Les **agriculteurs** ne les connaissaient pas ou sinon selon l'adage suivant : « *un ver de terre coupé en deux donne deux vers de terre* », ce qui pourrait justifier les préparations de sol intensives !... La protection phytosanitaire de l'époque n'est pas raisonnée vis-à-vis des risques d'écotoxicité des produits utilisés, ni sur les vers de terre, ni sur les autres animaux du sol ou champignons et bactéries.

Les **jardiniers** sont aussi conventionnels, ne raisonnant qu'en termes d'intensification de la mécanisation (motoculture) et d'augmentation de la protection phytosanitaire classique, en utilisant ainsi de nombreux produits chimiques néfastes aux vers de terre dont la bouillie bordelaise.

L'enseignement aussi bien dans les écoles primaires ou secondaires que dans les formations agricoles n'aborde pas ce pan de la biologie.

Le **grand public** ne connaît pas les vers de terre, si ce n'est sous leur aspect répulsif : animaux serpentiformes et gluants-visqueux.

Tout le monde associe en un même ensemble indifférencié tous les vers du sol, qu'ils soient vers de terre ou vers blancs, lombriciens ou larves d'insectes... et donc nous ne sommes pas loin d'une association inconsciente avec toutes les pestes (*ça grouille !*) qui menacent la fertilité des sols et leur productivité...

Que connaît Wikipedia en 2019 sur les vers de terre ?

D'abord, de manière générale, cet article présente l'ensemble des vers de terre. Le sous-ordre des Lumbricina regroupe l'ensemble des vers de terre (ou lombrics), soit treize familles et, à ce jour, plus de 7 000 espèces décrites. Ainsi, cet article donne une présentation générale incluant la taxinomie, la biologie, la génétique, l'écologie, les intérêts agro-écologiques et aussi les menaces qui pèsent sur les vers de terre, des références bibliographiques et les noms des principaux spécialistes.

Plus précisément, il y a d'abord *Lumbricus terrestris*, le lombric commun, ver de terre commun ou ver de rosée, qui est l'espèce typique des vers de terre de la famille des Lumbricidae, Annelida¹¹ : « *Ce lombric préfère les terres humides et aérées. C'est une espèce hermaphrodite simultanée, puisque chaque individu possède les organes reproducteurs mâle et femelle en même temps. Ce ver de terre est apprécié par les jardiniers, car il permet à l'air et à l'eau de circuler dans les nombreuses galeries souterraines qu'il creuse. Ce procédé est bénéfique pour le maintien des sols, pour la flore et pour l'écosystème en général.* »

« *Lors des grandes averses, ils sortent pour éviter l'asphyxie au fond de leurs galeries. En effet, ils respirent par diffusion directe à travers leur peau. Or, l'eau est moins riche en dioxygène que l'air. Quand, après la pluie, le soleil revient, les lombrics risquent de mourir par dessiccation si l'humidité de leur corps n'est plus suffisante. Ils cherchent donc à repénétrer dans le sol.* »

« *Puis, il y a le ver du fumier (Eisenia fetida ou Eisenia foetida), connu sous divers noms, tels que "ver rouge" ou "ver tigré". Cette espèce de ver de terre vit de la décomposition de matières organiques. Il se développe particulièrement là où l'homme a constitué de fortes concentrations de matières organiques : fumiers, déjections animales, litières, lisiers, paille, en décomposition, etc.*¹² »

¹¹ Il est décrit sur [https://fr.wikipedia.org/wiki/Lumbricus terrestris](https://fr.wikipedia.org/wiki/Lumbricus_terrestris)

¹² https://fr.wikipedia.org/wiki/Ver_du_fumier.

En 2019, il y est écrit qu'il existe des milliers d'espèces, mais sans entrer dans les détails. Un an plus tard seulement, à Lumbricina, c'est un article complet avec la taxonomie et de nombreuses références... Le nom de la discipline qui étudie les vers de terre y est présenté : la géodrilologie.

Comment s'est faite la prise de conscience progressive de l'intérêt de prendre en compte les vers de terre et leurs actions sur les sols en France ?

En moins de quarante ans, en France, le ver de terre passe du statut d'animal inconnu, ignoré, voire rejeté, à l'animal quasi domestique, utilisable en agriculture. Néanmoins, ce mouvement est planétaire et pourrait correspondre à l'accroissement de la sensibilité écologique.

1^{re} vague : 1980-1990. On y imagine rapidement la production de vers de terre pour ensemer les champs dépouillés de leurs vers de terre par l'intensification de l'agriculture durant les deux décennies précédentes. Cet imaginaire d'un nouveau marché d'amendement a été mondial (avec des colloques internationaux qui y sont consacrés comme Dindal en 1979, Edwards en 1984...). Cela a conduit au développement de la lombriculture associée à la mise en place de règles zootechniques pour maximiser la production de vers de fumier.

2^e vague : 1990-1999. Un léger creux apparaît avec la désillusion du marché lié à la lombriculture et à la production de lombricompost à grande échelle (niveau mondial). Il y a eu certainement des erreurs d'estimation dans la spécificité de chaque type de produits. Ce genre d'erreur se retrouve dans les estimations de produits de biocontrôle et plus largement encore dans la bioéconomie. « *L'existence de milliers d'espèces le suggère pourtant.* » Mais ce creux est léger, car une approche plus spécifique se met aussi en place. Cette approche va privilégier le local, même si les échanges intellectuels continuent à être mondiaux.

Le développement de l'agriculture biologique durant cette décennie, associé à la constitution de groupes d'échange entre producteurs en agriculture bio et durable, des groupes ou syndicats de producteurs conventionnels en réflexion (CEDAPA, FN CIVAM, Agriculture paysanne...) permet de promouvoir à nouveau le sol comme socle de l'agronomie à venir – à partir de principes agronomiques oubliés (André Voisin) ou cantonnés jusqu'alors au sein des groupes fermés d'agriculteurs biologiques (GAB). Ainsi, le sol est remis au centre de la problématique agronomique via les formations au diagnostic Hérody par exemple ou via

d'autres qui s'appuient sur les sources biologiques de la fertilité des sols (par exemple, celles de Claude Bourguignon ou les miennes).

Restaurer la fertilité des sols après la production a toujours été une préoccupation agricole sauf qu'avec l'agriculture dite « conventionnelle », cette restauration est limitée à la fertilité chimique par l'apport d'engrais : nitrates, phosphates, potasse et quelques autres sels minéraux, associés à des rotations les plus simples possibles. Le but était de maximiser la productivité du travail. Avec ces « nouvelles » réflexions concentrées sur la fertilité biologique des sols, il s'agit de « *nourrir le sol pour nourrir la plante et favoriser une structure grumeleuse* », ce qui permet à d'autres groupes d'émerger à la fin du XX^e siècle qui vont promouvoir le message suivant : « *Un sol bien structuré et bien vivant est à la base de la productivité agronomique.* »

Ce premier principe issu de l'agriculture biologique va faire évoluer progressivement l'image des sols pour tous les agronomes des services de développement agricole conventionnel. Cette évolution sera plus rapide dans le monde agricole lui-même que dans des institutions de recherche en agriculture. L'enseignement agricole commence à promouvoir que le sol ne doit plus être considéré comme un simple support physique quasi inerte dont il suffit de lever les carences et auquel il suffit d'apporter la dose de fertilisants suffisante pour maximiser la production végétale voulue. Même si les connaissances ne sont pas suffisantes, le sol est reconnu comme une structure complexe, dans l'espace et dans le temps, dont il faut préserver les fertilités physique, chimique et biologique... Il est qualifié d'écosystème vivant.

3^e vague : 1999-2011. Certains groupes d'échange sur la fertilité physique des sols évoluent en mettant en œuvre de nouvelles pratiques visant à désintensifier les travaux mécaniques des sols agricoles avec comme corollaire, offrir les conditions les plus favorables pour maximiser les lombriciens anéciques, c'est-à-dire les « gros » vers de terre ! C'est donc une reconnaissance plus ou moins explicite que le bénéfice agro-pédo-biologique à prendre en compte viendrait d'une maximisation de la biodiversité lombricienne...

Ainsi, la promotion des groupes de producteurs mettant en œuvre l'Agriculture de conservation devient plus audible et visible pour l'ensemble des systèmes de production agricole, même si le citoyen-consommateur urbain en est peu conscient. Ces groupes de développement agricole « TCS-SD » se sont peu à peu multipliés en France sous l'impulsion d'associations thématiques comme BASE, APAD & IAD, puis ensuite avec une reprise progressive par le développement agricole consulaire (APCA) et la mise en place de réseaux

ruraux. Les vers de terre deviennent « *de véritables laboureurs munis d'insatiables et d'inépuisables tubes digestifs* ».

Une nouvelle image du ver de terre émerge en tant qu'**animal TOTEM** pour l'agriculture de conservation. L'agriculteur en TCS-SD va gérer ses itinéraires techniques en tenant compte de ses petits et innombrables travailleurs de l'ombre et infatigables. À l'aide de différents outils d'information et de formation plus pointus, cet agriculteur va donc chercher à maximiser les abondances et les diversités fonctionnelles lombriciennes dans ses sols.

4^e vague : 2012-2020. Avec le déploiement du plan de développement des concepts et techniques agroécologiques lancé par le ministre de l'Agriculture Stéphane Le Foll, cette approche systémique d'un fonctionnement écologique des sols se généralise à tous les acteurs du développement agricole conventionnel.

De tels groupes d'échange acceptent de s'intéresser aux vers de terre en envisageant de peut-être les prendre en compte, mais à condition que cela n'altère pas leur marge brute. Cet animal totem de la protection et de la fertilité des sols devient progressivement un animal semi domestique- reconnu. Il va être engraisé et dynamisé grâce à l'apport de différents « aliments » fournis par l'agriculteur : les effluents d'élevage, les intercultures broyées ou exportées... Cela demande un changement profond dans les itinéraires techniques et conduit à des pratiques adéquates mises en œuvre par l'agriculteur : des rotations plus longues, les incorporations de légumineuses dans l'assolement, l'espacement des pratiques connues pour



leur nocivité, mécaniques ou chimiques, la mise en place de prairies...

Échanges avec M. Le Ministre sur la faisabilité et le contenu d'une **MAE Carbone SOL**

Cette appropriation se retrouve dans les discours des décideurs syndicalistes et politiques. Le ministre

de l'Agriculture Stéphane Le Foll s'appuyait sur les vers de terre pour promouvoir ses plans de développement agricole (MAEC Sol, Plan *Produire autrement*, Plan *Agroforesterie*...). En 2014, il intégrait même dans son discours les impacts fonctionnels des vers de terre : « *Pour donner une idée, 3 tonnes de lombrics à l'hectare, ça vous remue environ 280 tonnes de terre* », (propos tenus par le ministre de l'Agriculture, Stéphane Le Foll, le 20/11/2014, lors de la conférence Environnement).

L'idée est rapidement reprise sur des sites de Chambres d'agriculture... Les vers de terre, dont la diversité commence à être reconnue et décrite, deviennent même des « architectes hors norme »¹³.

La 5^e vague prévisible. Après les sommets de la reconnaissance médiatique, tout au moins en France, on peut s'attendre à un retour à la normale, les vers de terre ayant rejoint le groupe des êtres vivants alliés des humains dans leurs activités. Attention, à nouveau, la déception pourrait être au rendez-vous, car il ne suffit pas de changer une seule pratique agricole dans une ferme pour observer un « retour » des vers de terre dans ses sols...

Les connaissances actuelles sur la biologie et l'écologie des vers de terre permettent de faire un inventaire de la distribution des communautés lombriciennes. Des lacunes et des zones blanches dans nos connaissances ne permettent pas de proposer aujourd'hui des diagnostics certifiés sur tous les sols et toutes les productions végétales ! De même ou encore plus, nous sommes encore très loin de pouvoir établir un conseil pertinent et certifié pour mieux gérer les vers de terre de tous les sols agricoles de France.

Toutes les réponses à ces lacunes sont abordées depuis 2010 au travers du déploiement d'un Observatoire Participatif des Vers de Terre par l'Université de Rennes et de sujets de recherche approfondis par les institutions académiques qui interagissent dorénavant avec ces groupes de développement agricole qui évaluent diverses innovations pour tenter d'améliorer la durabilité économique, sociale et écologique de leurs fermes.

Sans prendre en compte ces lacunes, certaines personnes n'hésitent pas aujourd'hui à faire du conseil payant sur les meilleurs itinéraires techniques et à vendre des intrants industriels (mais qualifiés « bio » !) qui permettraient « *d'optimiser le développement des vers de terre et leurs activités dans les sols* ». Mais attention, le fait qu'un produit soit bio ne garantit pas son absence d'écotoxicité. Nous le savons avec la bouillie bordelaise et plus généralement avec l'utilisation du cuivre.

Au cours de la 3^e vague (1999-2011), on a pu voir aussi le (re)développement de la lombriculture au travers des éco-techniques (ingénierie écologique) utilisant les vers de fumier pour contribuer au recyclage des ordures ménagères ou des effluents d'élevage¹⁴.

¹³ <https://hautsdefrance.chambres-agriculture.fr/publications/la-publication-en-detail/actualites/biodiversite-en-pratique-les-vers-de-terre-sous-nos-pieds-des-architectes-hors-normes/>.

¹⁴ https://ecobiosol.univ-rennes1.fr/doc_DCZ/L2-Biosol/L2-Cours%203-4%20Ingenierie%20ecologiqu&production%20porcine.pdf.

Cela se concrétise par des projets de lombrifiltres communaux en Chine et des lombricomposteurs d'appartement où les vers de terre sont rentrés dans le cercle familial et peut-être dans le pré carré des animaux de compagnie !

Conclusion... provisoire : de l'animal quasi domestique à l'animal de compagnie devenu INTOUCHABLE (à protéger de tout) ?

Partout sur le web, il est possible de trouver de nombreuses personnes (rurales ou urbaines) qui proposent de choyer les vers de terre que chacun(e) peut avoir dans son sol, sa jardinière de fleurs, son lombricomposteur sous l'évier... (en mélangeant quelquefois les espèces et leurs rôles !)

Par exemple, voici un extrait des sites web de « jardinage écologique ». Denis PEPIN (2010 - Le potager biologique et écologique intensif) : *« L'essentiel du travail de la terre est assuré par les êtres vivants du sol, surtout les bactéries, les champignons, les lombrics que nous choyons tout particulièrement en les nourrissant avec des paillis tendres et nutritifs. Autrefois dure comme du béton, notre terre limoneuse est ainsi devenue rapidement grumeleuse comme du couscous¹⁵. »* Michel CARON (2011 – Futura Planète) : *« Les vers de terre provoquent du dégoût chez un bon nombre de personnes, mais absolument pas chez les jardiniers ! Ces lombrics jouent en effet un rôle fondamental dans les espaces cultivés, grâce à leur compost naturel (le lombricompost)¹⁶. »*

Dans de nombreux groupes urbains, cette relation à l'animal domestique qui rend des services à l'humanité est aujourd'hui progressivement remplacée par la nécessité de protéger ce petit animal si besogneux et si silencieux : *« Mais quel bonheur de montrer à ses amis, son lombricompost obtenu à partir de ses déchets de cuisine. »* Cela permet aussi de montrer sa contribution active au sauvetage de la planète.

Mais la face sombre de cette reconnaissance en tant qu'animal de compagnie peut être illustrée par l'interdiction faite à la science par des citoyens membres de groupes no-kill, de tuer des vers de terre lors des campagnes d'inventaire (prélèvement de 0,25 m²/ha prospecté) permettant de mieux connaître la distribution de la diversité lombricienne selon les usages des sols et les modes de gestion, et ce pour mieux la protéger !

¹⁵ <http://www.jardindespepins.fr/le-jardin-permaculture/le-potager/>.

¹⁶ <https://www.futura-sciences.com/planete/dossiers/zoologie-ver-terre-allie-jardin-1157/page/2/>.

Ces prélèvements collaboratifs correspondent à un très faible prélèvement des vers de terre existants (1 sur 40 000 soit 0,0025 %) alors que par exemple, l'usage répété de la bouillie bordelaise, produit autorisé en ABio, en tue 1 sur 2 (soit 50 %)...

Ainsi, le principe « *mieux connaître pour mieux protéger* » pourrait devenir, dans un avenir proche, très problématique face à de telles (im)postures intellectuelles de cette forme. En effet, nous sommes loin de connaître ce qu'il en est réellement de la complémentarité des rôles de chaque espèce lombricienne et des interactions négatives avec les modes de gestion des sols agricoles autant qu'urbains... alors que l'ampleur médiatique de la reconnaissance du ver de terre a tendance à suggérer que notre société en connaîtrait suffisamment, ce qui permettrait de limiter dorénavant ces recherches sur la biologie et sur l'écologie de la biodiversité lombricienne au diktat de ces nouveaux penseurs.

Outre les différents articles sur Wikipedia qui s'enrichissent régulièrement, des informations autant scientifiques que techniques ou de formation ainsi que des propositions de collaboration sont accessibles à l'adresse Internet suivante :

<https://ecobiosoil.univ-rennes1.fr/>

Et en particulier :

<https://ecobiosoil.univ-rennes1.fr/page/communications-scientifiques>

Références

CARDINAEL, R., HOFFNER, K., CHENU, C., CHEVALLIER, T., BÉRAL, C., DEWISME, A., & CLUZEAU, D. (2019). "Spatial variation of earthworm communities and soil organic carbon in temperate agroforestry", *Biology and Fertility of Soils*, Springer Verlag, 55(2), 171-183.

HOEFFNER, K., MONARD, C., CLUZEAU, D., & SANTONJA, M. (2019). "Response of temperate anecic earthworm individual biomass to species interactions", *Applied Soil Ecology*, Elsevier, 144, 8-11.

HOEFFNER, K., SANTONJA, M., CLUZEAU, D., & MONARD, C. (2019). "Epi-anecic rather than strict-anecic earthworms enhance soil enzymatic activities", *Soil Biology and Biochemistry*, Elsevier, 132, 93-100.

CHEMIDLIN PRÉVOST-BOURÉ N., CANNAVACCIUOLO, M., D'OIRON-VERAME, E., VILLENAVE, C., CLUZEAU, D., RIOU, V., MULLIEZ, P., MARON, P.-A., & RANJARD, L. (2018). « Appréhender l'impact des pratiques agricoles sur l'état biologique et le fonctionnement du sol. Quelles

recommandations et pistes de R&D en matière de pilotage biologique des sols ? », *Innovations Agronomiques*, INRA, 69, 39-46.

HOEFFNER, K., MONARD, C., SANTONJA, M., & CLUZEAU, D. (2018). "Feeding behaviour of epi-anecic earthworm species and their impacts on soil microbial communities", *Soil Biology and Biochemistry*, Elsevier, 125, 1-9.

PIRON, D., BOIZARD, H., HEDDADJ, D., PERES, G., HALLAIRE, V., & CLUZEAU, D. (2017). "Indicators of earthworm bioturbation to improve visual assessment of soil structure", *Soil and Tillage Research*, Elsevier, 173, 53-63.

ANDRIUZZI, W. S., PULLEMAN, M. M., CLUZEAU, D., & PERES, G. (2017). "Comparison of two widely used sampling methods in assessing earthworm community responses to agricultural intensification", *Applied Soil Ecology*, Elsevier, 119, 145-151.

LEMTIRI, A., LIÉNARD, A., ALABI, T., BROSTAU, Y., CLUZEAU, D., FRANCIS, F., COLINET, G. (2016). "Earthworms *Eisenia fetida* affect the uptake of heavy metals by plants *Vicia faba* and *Zea mays* in metal-contaminated soils", *Applied Soil Ecology*, Elsevier, 104, 67-78.

PELOSI, C., PEY, B., CARO, G., CLUZEAU, D., PEIGNÉ, J., BERTRAND, M., HEDDE, M. (2016). "Dynamics of earthworm taxonomic and functional diversity in ploughed and no-tilled cropping systems", *Soil and Tillage Research*, Elsevier, 156, 25-32.

Lire les indices animaux et anticiper l'ouverture de la routine en élevage européen

Séverine LAGNEAUX

Introduction

Cette présentation est le fruit de mes travaux qui prolongent une réflexion que je mène depuis plusieurs années autour de la paysannerie, notamment en Roumanie, et du robot de traite en Europe. C'est aussi à la rencontre d'un éleveur de porcs auvergnats que je dois cette réflexion qui m'a permis à la fois de regarder d'un œil nouveau l'élevage humano-machine, et de retravailler les données que j'avais déjà collectées sur l'élevage laitier robotisé.

C'est à un parcours comparatif de deux éleveurs atypiques que je vais vous convier sans toutefois m'attarder sur la technique.

On pourrait penser, à première vue, que Jean-Marie, dont il sera ici question dans un premier temps, opère un rapprochement avec ses cochons. En effet, cet éleveur a abandonné son élevage industriel pour développer ses propres outils : des *technigîtes*. Il s'agit d'un système qu'il qualifie de « respectueux » de l'élevage, puisque conçu en plein air sur base de sa connaissance pointue de ses animaux. Ce parcours et la constitution de ce savoir forment le premier point de mon parcours.

Mon deuxième exemple se focalisera sur Marc qui, à l'inverse de Jean-Marie, pourrait faire penser à une forme de détachement par rapport à ses vaches puisqu'il a introduit toute une série de machines et de robots dans son élevage laitier. Je reviendrai donc sur les spécificités de sa pratique et ce qu'il nous dit des compétences de ses laitières.

Après avoir présenté ces deux cas d'étude, je présenterai la façon dont ces éleveurs composent, du diagnostic au pronostic, leurs connaissances de leurs bêtes. Par ce biais, je reviendrai sur les compétences qui leur sont reconnues. Je tirerai, finalement, quatre fils de cette comparaison. Il me sera également possible de proposer en conclusion un double sens de l'esthétique de la routine contenue dans l'expression : « *Faut que ça tourne.* » Les éleveurs recourent régulièrement à ces mots pour décrire leurs objectifs professionnels, mais aussi un savoir-être en élevage fondé autant sur l'anticipation grâce à leur coup d'œil que sur la prédiction contenue dans les scripts du robot de traite.

Cet exposé est une pensée en construction. Il est donc ouvert à la discussion et à la critique pour enrichir les différentes pistes ici brièvement exposées.

1) Jean-Marie, un peu cochon

Autrefois, Jean-Marie était éleveur de porcs. Il est actuellement conseiller en « *élevage respectueux* », qui est une sorte de *copyright* déposé sur le développement du système qu'il a mis au point.



Jean-Marie est installé en Auvergne. Il était l'un des producteurs de porcs les plus prolifiques de France dans les années 1980. Il me dit par exemple : « *J'avais de supers résultats en truies, alors que la moyenne nationale était de dix-huit porcelets sevrés par truie, j'en étais à vingt-sept.* » Pourtant, les pertes étaient conséquentes

puisqu'après les sevrages et en dépit des suivis des bonnes instructions zootechniques (Jean-Marie plaçait ses porcelets dans des enceintes chauffantes sous des lampes infrarouges), des animaux mouraient de maladie. « *Ce constat m'avait poussé à interroger le système* », affirme-t-il. Ainsi, le déclic s'était fait un jour d'hiver dans le parcours de stabulation de ses porcs. Ce jour-là, il n'en put plus de voir autant de porcelets morts. Il attrapa plusieurs bêtes agonisantes et les jeta, successivement, par la fenêtre dans la neige. « *Un cochon n'aime pas le froid* », lui avait-on inculqué lors de sa formation au lycée agricole. Ce faisant, il éloignait de sa vue les animaux malades et troublants, tout autant, pensait-il, qu'il abrégait leurs souffrances. Quelle ne fut pas sa surprise, au moment d'aller ramasser les cadavres, de voir la portée agonisante gambader gaiement dans la poudreuse. À ce moment-là, Jean-Marie décida de repenser le système et, du jour au lendemain, il bazarda tout son élevage ne conservant que les cochons, quand bien même il s'agissait de race sélectionnée pour l'industrie. Depuis, il s'est lancé dans une tout autre entreprise selon une tout autre approche de l'élevage.



Jean-Marie a alors décidé non pas de s'attaquer aux conséquences du problème, mais à leurs causes. Il commença ainsi à pratiquer l'homéopathie dans son élevage et à observer chaque animal de façon individuelle sur de longues périodes pendant plus de trois heures par jours, y compris les samedis et

dimanches.

Il insiste lourdement sur la précision de ce suivi et a mis en place un système de fiches qui lui permettait de tout noter. Il relate que tout était noté même les détails qui pouvaient sembler totalement anodins, voire « bêtes ». Jean-Marie exemplifie ses observations : une truie qui pisse continuellement sur la gauche, une autre qui se couche toujours du même côté. Tout était noté dans les fiches. Ceci lui permit de connaître ses animaux par cœur. *« Il s'agissait de rechercher, dans l'individu, ce qui le caractérise par rapport aux autres. À partir de là, on retire le point de caractère et on cherche le médicament qui correspond à cet individu--là »*, explique l'éleveur auvergnat. Ce suivi lui a permis d'avoir une identification assez précise des caractéristiques de chacun de ses animaux ainsi que la tendance spécifique à l'espèce. *« En ressortant tout ce qui est lié à l'espèce de porcs, il ne suffit pas de voir les symptômes ou les caractéristiques de l'individu, il faut aussi les hiérarchiser et ça aussi, c'est du travail ! »*

Ce travail a permis à Jean-Marie de soigner les animaux par homéopathie en faisant référence à des répertoires homéopathiques humains qu'il adoptait et qu'il testait sur les cochons.

2) Un élevage respectueux

Peu de temps après avoir initié des pratiques d'homéopathie sur ses cochons, Jean-Marie a ajouté l'acuponcture. Il apprit à « lire les cochons » : il dressa sa main pour cette lecture des corps des cochons par leurs points chauds et froids.

En prenant le porcelet dans sa main, tout en la plaçant à quatre ou cinq centimètres de l'échine dorsale de l'animal et en la faisant voyager sur son corps, il savait qu'il pouvait détecter à quatre ou cinq centimètres près un point chaud. Grâce à cette lecture manuelle, il faisait le lien entre ce point chaud (ou froid) et d'éventuels désordres ou pathologies internes affectant ce point. Jean-Marie explique, par exemple, qu'un point chaud situé au niveau des premières côtes indique un problème pulmonaire.

Le problème majeur demeure, à ses yeux, celui de la correspondance. Des analogies sont faites avec le corps humain. Il se réfère par exemple au répertoire de Kent pour le soin par homéopathie ou via une cartographie du corps humain pour l'ostéopathie. Selon Jean-Marie, la caractéristique la plus importante est le comportement. *« Moi, j'ai vu des truies réclamer des médicaments. Il y a aussi des truies qui aiment l'alcool. On peut faire des parallèles entre les gens et les cochons, c'est incroyable ! Ce qui est important, c'est de se dire que le corps est tout petit, tributaire de tout ce qui est autour. Cela peut être la lune ou le vent. Les cochons en général sont très petits et difficiles à manipuler par vent de midi. Il faut alors les manipuler le*

matin très tôt, quand ils ne sont pas très bien réveillés. Ou par temps orageux, cela ne se passe pas très bien non plus. J'ai compris cela au moins sur les dix dernières années », précise-t-il.

Aujourd'hui, l'éleveur explique fièrement qu'il a maintenant atteint ce qui constituait son objectif : ne plus soigner ses animaux, car « cela ne sert à rien ». « Avant tout, il faut faire en sorte que les animaux ne soient pas malades. C'est une autre démarche, c'est aller plus loin. C'est mieux de soigner par homéopathie que par allopathie... Il a fallu que je passe par là pour mieux comprendre les animaux. Pour comprendre surtout l'intérêt de la tête et du comportement. C'est capital ! »

Il faut donc anticiper chaque élément, non pas pour guérir, mais pour prévenir. C'est à travers la mise en place de ce système d'anticipation des maux par l'observation des indices comportementaux, c'est-à-dire corporels et « psychologiques » parfois corrélés, mais toujours associés au milieu que Jean-Marie a dressé les pourtours d'un système d'observation et de sauvegarde de données et d'indices. Il le fit pour chaque animal et pour chaque espèce de son élevage tout en faisant la correspondance avec le corps humain.

Jean-Marie considère par ailleurs que le corps vivant n'est qu'un tout petit élément qui vit dans un milieu beaucoup plus grand et qu'il est forcément affecté par le milieu dans lequel il évolue : c'est donc l'ensemble qu'il faut donc considérer. « On n'est pas malade par hasard. On est malade par rapport à un milieu. La maladie est donnée par le cerveau qui secrète des hormones et oriente le tout », répète-t-il souvent.



Sur base de ses observations et du savoir qu'il a ainsi accumulé, Jean-Marie a inventé son matériel, c'est-à-dire les *technigîtes* de l'élevage respectueux qu'il présente sur son site Internet « Plein air concept ».

Présentation et plan des technigîtes post-sevrage présentés sur le site Internet « Plein air concept », société créée et dirigée par J.-M.

(<http://pleinairconcept.fr/Technigite-GC-Post-Sevrage>)

(version ancienne du site aujourd'hui réactualisé).

Il produit donc le matériel nécessaire pour la mise en place de ce dispositif et l'installe en réponse à la

demande des particuliers et des professionnels de la filière. « *Il faut mettre les animaux dans*

un milieu qui leur convient tout simplement », explique Jean-Marie. « Je suis allé dans le plein air et j'ai refait des bâtiments où les animaux sont bien. C'est le respect de l'animal dans son ensemble : ses comportements, ses relations, son milieu. Le matériel que j'ai fait correspond aux besoins de l'animal et les techniques que j'ai développées respectent le comportement de l'animal, tout ça. Déjà cela a permis de voir que ce qu'on apprend à l'école – le cochon a besoin d'une alimentation, d'une température, etc. – ce n'est pas nécessairement vrai. Il y a beaucoup plus que ça. » Grâce à son incorporation des comportements animaux et aux recoupements entre les indices perçus dans leurs comportements, l'éleveur a appris que « quand on sèvre les porcelets, si on les maintient en fratrie, on évite la maladie et l'amaigrissement des porcelets. » Ceci démontrerait, aux yeux de l'ancien éleveur, que « la question relationnelle a beaucoup, beaucoup d'importance ». Il a également appris que les truies ont une mémoire de l'affectivité qui ne va pas au-delà de cinq jours. « Une mémoire de la reconnaissance entre eux, je ne sais pas ce qu'il faut dire. C'est-à-dire que si vous séparez deux truies et que vous les remettez ensemble le 5^e jour, cela va. Le 6^e, elles se battent et elles refont leur hiérarchie. Et on a la même chose au niveau des porcelets. Après six jours, les porcelets sont oubliés. C'est par observation, c'est toujours par observation et on recoupe ce qu'on sait. Quand on voit les porcelets qui réagissent de manière différente, on peut en tirer une conclusion. Je n'analyse pas à court terme, mais j'analyse à long terme. » C'est ce qu'il dénomme le respect de l'animal : « S'adapter à l'animal, c'est satisfaire l'animal, c'est coller le plus possible à l'animal. » Pour se faire, les techniques, les matériaux, l'alimentation, mais également les gestes des éleveurs doivent s'adapter aux animaux. « Il faut apprendre à travailler avec les animaux », scande-t-il. Ici se marque, selon J.-M., la distinction entre son approche et celle des « firmes zootechniques de tout poil » ainsi qu'il les désigne. « Les firmes ne prennent que le physiologique. Je ne travaille pas pour le cahier des charges bio. Je travaille pour l'animal. C'est en travaillant, en faisant des plans, en regardant comment font les truies que l'on devient éleveur. Le matériel contribue à cela, mais il n'y a pas que le matériel. Les cabanes, le fait qu'elles soient métalliques, quand on les pique dans le sol, on enlève aussi tous les champs magnétiques. Les cochons ont besoin de cela. Et pour certaines cabanes non utilisées, on a vu venir des lapins qui viennent nicher dans les cabanes. Quand on rentre dans une cabane qui est en place depuis un certain temps, on sent comme un repos. Plusieurs fois, quand ça n'allait pas bien, j'allais m'asseoir contre un arbre et je passais du temps à réfléchir au pied de l'arbre. La sève a des effets. Et donc les arbres, peut-être ont-ils des choses à dire. »

Installation d'un technigôte et élevage porcin en plein air mis au point par J.-M.

Malgré tout l'investissement personnel qu'il a mis dans le développement de son savoir et de ce dispositif, malheureusement, Jean-Marie ne rencontre pas actuellement le succès ni la reconnaissance espérée.

3) Marc, peau de vache

Marc est un éleveur laitier situé dans le sud de la Belgique. Il possède plusieurs robots dont deux qu'il utilise pour traire son troupeau de cent vingt vaches laitières. Il est l'un des premiers éleveurs à avoir installé un robot en Wallonie. Il a ainsi participé à des sessions de retour d'expérience des utilisateurs pour éclairer et orienter l'amélioration possible de cette machine. Aujourd'hui, Marc forme des éleveurs qui veulent installer le robot de traite. Cette formation concerne des aspects allant de la conception de la stabulation, à la circulation du troupeau, en passant par la gestion de l'élevage ou encore l'alimentation.

Un jour, Marc me demanda de le rejoindre dans son bureau et m'expose un problème qui le préoccupait, à savoir la chute de lactation de certaines de ses vaches. Marc m'expliqua, en pointant du doigt un graphique de la production individuelle de lait par vache, que depuis quelques jours, une dizaine de bêtes sont repérées par le système comme étant en chute de lactation. Marc m'expliqua qu'il avait beaucoup de difficulté à identifier l'origine de cette anomalie. Au début, il avait pensé que des vaches allaient téter le pis des autres. Il avait donc placé un anneau nasal à ces vaches qui avaient tendance à aller s'abreuver auprès de leurs congénères, au détriment de la production chiffrée par la machine, mais rien n'y fit.



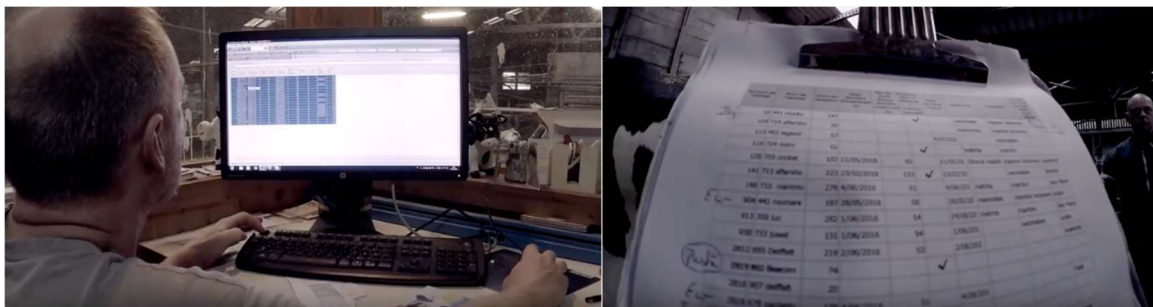
Ruser avec la machine, illustration de l'interprétation des causes et des réactions à une chute de lactation : l'œil de l'éleveur pour ruser avec la prédiction machinique.

Les dix bêtes en question demeuraient en chute de lactation et développaient même une diarrhée. Marc avait constaté par ailleurs qu'elles n'avaient pas de perte d'appétit. Il a alors fallu opérer un test sanguin des vaches concernées. Les résultats révélèrent une espèce de petit mollusque semblable à une douve qui se plaçait non pas dans le foie, mais dans les intestins des vaches et qui serait à l'origine de la chute de lactation. Les animaux infectés par la maladie ont en conséquence suivi un traitement vétérinaire. Ceci ne résolut pas totalement le problème, puisque Marc demeura confronté à la détection de chutes de la lactation par la machine elle-même. Le robot, ne reconnaissant pas les vaches atteintes de douves et en chute de lactation, continuait à les traire lors de leurs passages. Le robot assimilait ces bêtes à des traites incomplètes. Les vaches étaient donc relancées dans la circulation et, n'ayant pas d'autorisation de sortie en prairie, elles repassaient sans cesse par le robot qui tentait de traire leur pis vide quitte à engendrer une surinfection mammaire. Le robot continuait à poser sur les pis vides des gobelets qui se mettaient en action sur des trayons qui étaient déjà sensibles.

Il était donc primordial de comprendre « le langage de la machine », selon Marc. Il s'agissait de cerner le fonctionnement de son système informatique qui, à ce jour encore, opère une classification qui ne s'avère pas en adéquation avec la réalité vécue par l'éleveur et ses animaux.

Après avoir analysé l'algorithme et compris comment fonctionne l'appariement des données, Marc a dû contourner le système en introduisant une catégorie de bêtes qu'il qualifie de *vaches directes dehors*, à savoir, les dix bêtes identifiées pour une autorisation de sortie sans être traitées par le robot.

Devant l'écran de l'ordinateur de la stabulation robotisée, Marc prépare ensuite la venue du vétérinaire. Celui-ci « fouillera » certaines bêtes qu'il faut donc séparer du troupeau. Pour ce faire, l'éleveur encode dans le logiciel de direction des portes dites intelligentes de la stabulation une orientation particulière du circuit que ces vaches devront emprunter. Il crée, à cet effet, une liste idoine des gestantes à contrôler « pour voir si elles sont pleines » et des vaches « fraîches vèlées ».



Marc, derrière son ordinateur, crée la liste des vaches à séparer. Fiche de référence tenue par Marc pour le suivi vétérinaire, Gouvy, Belgique, juillet 2016.

Le lendemain, dès 4h du matin, identifiés par le logiciel sur la base de l'encodage de l'éleveur et grâce à la puce contenue dans leur collier, ces animaux ne sont pas dirigés vers le pâturage après leur traite, mais patientent dans l'aire de nourrissage. Marc affirme ainsi que le robot « fait son travail ». « Au lieu de courir après les vaches, elles sont prises d'elles-mêmes. » Le fermier peut dès lors immobiliser ces bêtes au cornadis. Marc dispose d'une fiche de suivi de chaque bête et précise au vétérinaire l'état de la vache derrière laquelle il se trouve. Pas besoin pour Marc de vérifier le numéro d'identification de l'animal (celui de son collier ou celui de sa boucle). Il les reconnaît à l'œil et sous toutes les coutures. Tout en auscultant la matrice des vaches à l'aide d'un tuyau et à la lumière de sa lampe torche ou en plongeant son bras droit ganté à l'intérieur d'une bête pour la palper, le vétérinaire détaille le suivi gynécologique des laitières. Il distingue 5 catégories de vaches à « visiter » : celles en involution utérine 3 à 6 semaines après le vêlage ; les vaches « qui ne sont pas encore revenues, dont on n'a pas vu les chaleurs », plus de 60 jours après le vêlage et dont il faut surveiller les ovaires ; les gestantes

de 25 jours à échographier ; les gestantes de plus de 60 jours à confirmer par palpation rectale ; les vaches inséminées plusieurs fois sans succès (elles ne sont toujours pas pleines). Ce suivi récurrent a pour finalité la diminution de l'intervalle moyen entre deux vêlages et donc de maximiser la performance et la rentabilité de l'exploitation laitière. Une bête qui vêle plus régulièrement va produire plus de lait de façon plus régulière. *« On produit une même quantité de lait avec moins de vaches tout en économisant sur la nourriture et sur le travail. Ou, ajoute le vétérinaire, on produit plus de lait comme c'est la mode maintenant et on gagne moins au bout du compte puisqu'il y a trop de lait. »*



Visite du vétérinaire dans la stabulation robotisée de Marc, Gouvy, Belgique, 2016.

La sémiotique médicale du diagnostic posé et des solutions proposées met en évidence la conception thermodynamique (Larrère et Larrère, 2004) des animaux dont le cycle ovarien est une routine semblable à une horloge interne. À cette perspective mécaniste du vivant peu surprenante s'ajoute une objectivation positiviste des bêtes dites « pleines ou vides » et associant l'utérus à un réservoir (Lanarès, 1870, p. 7). La finalité de la domestication transparaissant ici semble toute productiviste et tournée vers la rentabilité de l'exploitation du corps mécanisé des laitières. La vache est à adapter au milieu de la stabulation robotisée. Cependant, ce n'est pas la seule logique en place.

Marc doit contrecarrer la machine qui opère des erreurs de classification (Lagneaux, 2018). Il doit ruser et, pour cela, maîtriser le « langage de la machine ». Par l'expression « *parler le langage de la machine* », Marc signifie un double processus. Il faut, tout d'abord, connaître les lieux du programme informatique pour déceler l'information recherchée, comprendre ce que recouvre l'information transmise et, pour ce faire, saisir comment elle mesure le comportement des animaux. Ce nécessaire apprentissage nourrit la confiance de l'éleveur envers l'outil auquel il délègue la traite, car il comprend le mode opératoire de la machine. Il peut la laisser traire tout en veillant, même furtivement via l'écoute du bruit régulier des

pompes par exemple, au bon déroulement des actions. Ensuite, une fois ce langage transmis acquis, il faut pouvoir le manipuler pour encoder de façon adéquate les actions pratiquées par l'éleveur ou un autre intervenant (nutritionniste ou vétérinaire par exemple). Cet encodage quotidien enrichit les données recontextualisées. Il permet un ajustement de l'agenda de l'élevage tout autant qu'une adaptation de la machine aux animaux. Il n'est pas seulement question d'un formatage du système, mais d'une façon de le contourner ou de ruser avec lui ainsi que l'exemple de la chute de lactation nous l'a montré.

Marc dit surtout devoir comprendre ce que lui signifient ses animaux en les observant minutieusement et longuement afin d'anticiper tout « déraillement » de son système. Pour comprendre ses vaches, Marc effectue un décentrement consistant aussi en un double mouvement. La première relève de l'empathie avec ses animaux. Ainsi, Marc explique et insiste régulièrement sur son impression de partager le ressenti des bêtes. Il se souvient de situations vécues personnellement, de ses impressions du moment et des contraintes à l'origine de son mal-être, qu'il compare à la situation observée dans l'étable. D'autres événements poussent Marc à considérer que ses vaches lui ont démontré leur cohésion de troupeau et leur usage maîtrisé du système de circulation de son étable robotisée.

Le second mouvement que l'éleveur effectue consiste en une projection imaginée dans le corps des vaches en mouvement. Marc s'imagine être une vache en train d'effectuer une trajectoire par exemple. Outre les comparaisons de vécus, il essaie aussi de ne pas réfléchir comme un homme dans les limites autorisées par le déplacement du point de vue. Ce déplacement n'est pas une prétention à se mettre à la place d'autrui, mais une compréhension partielle d'un vécu autre fait de choix et de ressentis et pas seulement de réactions à un stimulus. Cette disposition pousse l'éleveur à accepter que ses laitières contribuent volontairement à la production.

L'éleveur dit devoir toujours réfléchir à la fois à l'individu et au groupe. Il tente d'éviter de faire peser des contraintes sur les animaux pour conserver leur curiosité pour le robot, leur goût pour la traite. Marc est attentif à ne pas renforcer certains comportements des animaux. Il vise bien moins à en modifier directement les habitudes qu'à agir indirectement, via la machine pour lever le maximum de contraintes pesant sur le troupeau et sur les bêtes qui le composent. Préserver les routines qui permettent à l'élevage de « tourner » nécessite d'anticiper les situations problématiques sur la base des indices décelés par Marc lors de ses observations de chaque protagoniste de l'élevage et lors de leurs interactions, pour donner

sens aux interprétations prédictives de la machine établies sur la base des traces invisibles des comportements des animaux que le robot met en data.

En opérant de la sorte, l'éleveur contourne, détourne, ruse avec la neutralisation des formes de vie individuelle des bêtes muées en profil statistique impersonnel et prédictif que le robot relie à d'autres profils impersonnels. Marc, par la conjonction du langage machine et de son œil d'éleveur, approuve ou conteste les recommandations de son outil qui ne justifie pas ses conseils. En sachant quels appariements de données sont effectués pour chaque recommandation non explicitée de la machine, Marc peut valider/invalidier le conseil et modifier le « traitement » des bêtes. Sans ce travail de compréhension rendu possible par l'acquisition du langage machine, Marc estime que l'élevage est alors laissé au robot. Il en résulterait un excès de confiance et de délégation qui mène « *tout le monde dans le trou* ». Éleveurs et animaux sombrent, car les problèmes s'engendrent mutuellement et de façon exponentielle avec une machine non adaptée à chaque stabulation particulière, à chaque système d'élevage humain/machine spécifique. En contrepartie, un déficit de confiance en la machine ne lui permet pas non plus de fonctionner de manière optimale et en contexte.

Pour anticiper les problèmes éventuels dans son troupeau, Marc explique qu'il doit également déployer une autre compétence indispensable : se mettre dans la peau d'une vache. Ce processus est double. L'empathie consiste, tout d'abord, à ramener l'animal à des émotions vécues par l'éleveur. Pour mieux expliquer cela, je vais prendre l'exemple des transports en commun, tel le métro parisien. Dans un wagon plein à craquer, les passagers se retrouvent acculés dans un tout petit espace, coincés les uns contre les autres, expérimentent le manque de vide. Marc compare cette oppression à celle que peut ressentir une vache dans l'aire d'attente avant le robot lorsque le réglage d'autorisation de l'accès à cette aire est mal compris par l'éleveur et/ou délégué à la préprogrammation de la machine.

En ressentant ce partage d'expériences comparées, Marc a commencé à réfléchir un système qui limitera la présence de vaches dans l'aire d'attente. Il a opéré des transformations de son système de circulation et conseille les autres éleveurs de procéder à des observations et de comparer à leur expérience ce qu'une vache peut vivre. D'autre part, l'éleveur opère par projection. Marc explique qu'être une vache signifie être un animal complètement tourné vers le sol, avoir ses quatre pattes attachées au sol. Penser être une vache, cela ne fait pas de lui pour autant une vache. Marc ne fait aucune confusion. Il ne suspend pas la distinction entre

l'éleveur et ses animaux. En revanche, il opère des rapprochements pour pouvoir trouver des solutions compte tenu des conditions de déplacement restreint de ses animaux.

Ces rapprochements étaient aussi opérés par Jean-Marie avec ses cochons, non pas en se mettant dans la peau d'un cochon, mais en étant attentif à tous les détails de l'environnement où son intervention a lieu. « *Comprendre ce qui se passe chez l'animal, ce n'est pas se mettre à la place. Comprendre en fonction de ce qu'on voit chez lui et de ce qu'il est. Ce n'est pas transposer comme les médecins parce qu'on est différent, mais cela forme comme des étages et un cycle permanent. Ce sont des interrelations.* » Tout comme Marc, Jean-Marie doit anticiper pour veiller au maintien de l'équilibre entre ces parties qu'il rapporte à l'équilibre interne des corps en perpétuel changement. Marc pointe aussi cette instabilité lui imposant d'être vigilant et d'anticiper pour maintenir les routines dans son étable et qu'ainsi le « système tourne ». Pour ce faire, les éleveurs s'appuient sur ce savoir particulier qu'est « l'œil de l'éleveur ». Avoir l'œil signifie tout autant la détection des indices de tout événement perturbateur des routines que la vigilance anticipative par adaptation. Avoir l'œil est une affaire d'incorporation, un savoir pré-propositionnel difficile à transmettre et associé, par Marc, à la magie de l'automatisme de la routine « qui tourne ».

Du diagnostic au pronostic, quatre fils à tirer

Un anthropomorphisme mesuré

Les démarches effectuées par Jean-Marie et par Marc pour s'assurer du bon fonctionnement de leur élevage s'appuient sur un décentrement procédant par analogie avec les humains et sur une projection spécifique limitée. Tous deux fournissent deux balises marquant d'une part une sorte de déficit d'anthropomorphisme et, d'autre part, un surplus d'anthropomorphisme. Ils distinguent ainsi, en quelque sorte, un anthropomorphisme mesuré auquel ils recourraient spontanément dans leurs pratiques. Jean-Marie pointe les firmes et les zootechniciens ou encore la science d'un côté et les vegans d'un autre côté. Marc évoque les concepteurs et les commerciaux de la firme fabriquant le robot de traite, mais aussi « *les gens ne connaissant que leur animal de compagnie* ».

Ce faisant, ils se distinguent de l'association de leur profession à la seule rentabilité fondée sur une compréhension mécaniste et positiviste des animaux. Leurs observations longues leur permettent d'affirmer que les cochons comme les vaches, à travers leurs comportements, participent, s'opposent, montrent un problème tout autant que le maintien d'un équilibre

routinier satisfaisant aux yeux de l'éleveur. Ils sont les protagonistes centraux de l'élevage autour desquels tout doit être adapté. Par ailleurs, lesdits « vegans » ou fans d'animaux de compagnie servent de contrepoids pour signifier une limite de l'anthropomorphisme et cadrer leur démarche projective. Certes, des analogies sont tissées entre humains et animaux notamment via les indices corporels et comportementaux, mais ces comparaisons et les inférences associées aux indices ne reviennent ni à animaliser les hommes ni à humaniser les animaux. Les éleveurs reconnaissent un monde propre à leurs bêtes.

Pour Marc, les vaches sont entièrement tournées vers le sol et il faut donc tenter de se mettre à leur place tant que faire se peut pour comprendre leur comportement et ainsi modifier le milieu selon les signes perçus (baisse de fréquentation d'un espace) et interprétés (adapter cette zone glissante). Pour Jean-Marie, il s'agit d'analyser l'animal. *« Il ne faut pas se mettre à la place de l'animal. On n'a pas le même passé que l'animal. On n'a pas les mêmes façons de faire que l'animal. Il faut regarder l'animal par rapport à lui-même. Comprendre ce qui se passe chez l'animal, ce n'est pas se mettre à sa place. Comprendre en fonction de ce qu'on voit chez lui et de ce qu'il est. Ce n'est pas transposer comme les médecins parce qu'on est différent. Mais cela forme, comme des étages, un cycle permanent. Ce sont des interrelations. »*

Les deux faces du comportement

Tout comme Marc, J.-M. doit anticiper pour veiller au maintien de l'équilibre entre ces parties qu'il rapporte à l'équilibre interne des corps en perpétuel changement. Anticiper ne peut se faire que grâce à l'interprétation des comportements manifestés par les animaux. Dans ces deux élevages investigués, le comportement apparaît tel un phénomène mixte (Dewitte, 2010). Il présente une double face :

- Une face externe, tout d'abord, en ce sens qu'il apparaît sous la forme de mouvements dans l'espace ou sous celle de modifications corporelles physiologiques, de signaux : un œil rentré, un point chaud. Cet aspect physique du comportement est susceptible d'être étudié du dehors, objectivement, au même titre que n'importe quel objet du monde physique. De Montpellier (1942) indique qu'en ce sens, *« il présente un caractère de "structure", c'est-à-dire d'organisation unitaire au sens d'une "forme" (Gestalt) : ce n'est pas une simple juxtaposition de changements ou de modifications élémentaires »*.
- Le comportement possède également une face interne : une action, un geste, une activité d'un sujet visant un certain résultat. Cet aspect subjectif que J.-M. qualifie de psychologique et que Marc associe à une intention de la vache est accessible sur la base du décentrement

des éleveurs. Ils comparent par empathie et se projettent de façon cadrée. Ils rejouent et remettent au travail le lien, l'attachement/détachement, la résonance entre l'éleveur et ses animaux.

Les indices des animaux

Le système d'anticipation que les deux éleveurs ont mis en place pour prévenir le déraillement de la routine qui permet à leur élevage de « tourner » comme exprimé par ces éleveurs se base sur la lecture et l'interprétation de ces comportements animaux qui sont tels des indices. Ils confirment le bon fonctionnement de l'élevage et l'équilibre routinier recherché par l'éleveur pour chacun des protagonistes. Ils annoncent un déraillement futur de la routine d'un protagoniste nécessitant l'intervention de l'éleveur. Ils montrent un déséquilibre, une rupture de la routine imposant un réajustement au risque d'engendrer, de façon exponentielle, d'autres « déraillements ». Un rapprochement peut être fait avec ce que Carlo Ginsburg appelle le paradigme indiciel qui permet, sur la base de lecture de traces corporelles et comportementales, de faire émerger des connaissances sur les liens que l'on peut faire entre le corps et le comportement. Ginsburg associe ce mécanisme à la pensée cynégétique première de l'homme.

L'œil et la prédiction

En élevage, cette lecture d'indices est une compétence combinant de multiples savoirs, mais qui s'acquiert aussi « sur le tas ». Elle se nourrit de la fréquentation longue des animaux d'élevage dont les indices comportementaux et leur signification mouvante s'incorporent peu à peu et se rejouent continuellement. Cet « œil de l'éleveur » consiste à repérer les traces comportementales et physiques des animaux, à les lire et à leur donner sens pour agir (ou décider de ne pas agir) en conséquence. L'œil de l'éleveur, c'est avoir à l'œil à la fois tous ses animaux, de manière que chaque animal soit considéré comme unique, chaque protagoniste vivant ou non et tout le système dans lequel ils sont intégrés. Pour Massumi (2019), les humains et les animaux existent dans un continuum. Comprendre ce continuum tout en rendant compte des différences requiert une nouvelle logique de « l'inclusion mutuelle » qui pourrait permettre de prolonger cette conception d'un anthropomorphisme mesuré (qui reste à mener).

En mettant les animaux au centre de leur élevage et en adaptant leur système à leurs routines pour maintenir un équilibre dans l'étable, les éleveurs prennent certes les décisions, mais leurs actions ne sont pas purement au service de la productivité. Ils ne se considèrent pas comme le sommet d'une pyramide domesticatoire. Il s'agirait plutôt de l'imbrication d'engrenages de sorte que chacun devienne médiateur de l'autre et impulse une action sur l'autre : l'éleveur va impulser une action sur le robot, le robot va impulser une action sur les animaux et sur l'éleveur, les animaux vont impulser une action sur l'éleveur et sur la machine. L'œil de l'éleveur et les anticipations qu'il génère ne sont pas du même ordre que les prédictions auxquelles le robot préside. En effet, les conseils d'action fournis par le robot à l'éleveur sont des boîtes noires. La machine ne déploie pas les données ni les indices sur lesquels repose son conseil d'action, pas plus qu'elle ne dévoile les ressorts sous-jacents à l'appariement entre ce conseil et la prédiction de déraillement du système routinier de la stabulation. Les scripts contenus dans la machine ne sont pas lisibles et Marc dit avoir appris ce langage pour décoder les ressorts, les manières dont la machine procède pour enregistrer et combiner ses données afin de les comparer à ce qu'il lit dans son étable et ajuster sa décision d'action. Souvent l'œil prévaudra, chez Marc, sur la machine qui confirme plutôt son analyse. L'éleveur wallon reconnaît cependant que, parfois, la machine « voit » avant lui. Les décisions d'agir doivent malgré tout être contournées, réinterprétées. La routine, selon la machine, est une répétition du même en dépit de son apprentissage qui lui permet de s'adapter, par exemple, à l'évolution du pis d'une laitière au fil de sa lactation. Dans le chef de l'éleveur, l'adaptation reste indispensable à la répétition : avec le vivant, la préservation des cycles nécessite de considérer leur changement permanent.

Conclusion : une esthétique de la routine ouverte ?

Ce changement permanent et cet éternel provisoire de l'équilibre des routines et du système que forment ensemble et de façon interdépendante les différents protagonistes de l'étable forment une boucle ouverte. Cette ouverture de la boucle des routines impose d'anticiper les changements afin de les intégrer dans la boucle modulée pour que « ça continue de tourner » et maintenir l'équilibre précaire des routines. Cette vigilance constante de l'éleveur face aux indices, à leurs interprétations, aux décisions et aux adaptations requises forme ce que l'on pourrait appeler une esthétique du métier d'éleveur. La routine ouverte n'est en rien une redondance abrutissante du même.

La routine a trait à une répétition, mais elle ne se cantonne pas ici à une contrainte mécanique qui absorbe la créativité et la spontanéité. La répétition routinière n'est pas une reproduction du même impossible lorsque l'on travaille avec les aléas permanents propres au vivant (Canguilhem). Cependant, pour tenter de maintenir un rythme d'ensemble respectueux de chacun des protagonistes de leurs étables, les éleveurs se doivent de déjouer, par anticipation, tout problème qui contreviendrait à cet équilibre fragile. Cette anticipation s'appuie sur une logique indiciaire. Les signes émis par les animaux, leurs comportements perçus et interprétés par les éleveurs sont autant d'indicateurs d'action à mener pour non seulement soigner, mais également prévenir. Centrés sur une situation spécifique avec le contexte de l'étable, faisant appel à l'expérience, à l'œil et au tour de main, ainsi qu'à des connaissances théoriques, le savoir et le savoir-faire des éleveurs restent cumulatifs et créatifs. Cette habileté, de « faire avec » (Certeau, 1980), forme ce que Breviglieri (2004) dénomme « la part énigmatique des routines » les éloignant d'une rationalité industrielle et d'un usage rigide des animaux machinisés et des outils prescripteurs¹⁷.

La routine recherchée et à préserver n'est pas associée par les éleveurs à l'asservissement à une cadence, à une domination et à un manque de liberté, mais à l'aisance d'une constance, à un rythme intériorisé de production équilibrée synchronisant les temporalités et les besoins des divers protagonistes. La monotonie du cycle ne va dès lors pas nécessairement de pair avec la standardisation et la passivité pourtant sous-jacente au projet d'automatisation des élevages présenté comme un progrès. L'esthétique de la routine ouverte ressentie et recherchée par les éleveurs semble contrecarrer un risque inhérent aux algorithmes que dénonce Rouvroy donnant ainsi suite aux travaux de Soupiot ou Desrosières : ce risque est celui « *du passage d'une civilisation du texte et du signe interprétable à une civilisation du pur signal quantifiable* » faussement objectif et son monde mesuré, expurgé des aléas du vivant.

Références

DEWITTE, J. (2010). « Une valeur gratuite, une complication inutile. Maurice Merleau-Ponty lecteur des biologistes », *Revue du MAUSS*, 35, 1, 333-363.

¹⁷ Cette contextualisation spécifique de chaque élevage et de chaque protagoniste, à chaque instant, limite la scalabilité du robot de traite, dont les commerciaux de la Firme produisant cette machine affirment, dans les entretiens menés avec eux, que cette machine fonctionne et reste opérationnelle de ce fait en toute situation. Les échecs sont imputés aux éleveurs qualifiés de « mauvais » s'ils ne se préoccupent pas de leurs bêtes et d'« incompetents » s'ils ne savent pas s'adapter au robot, c'est-à-dire suivre ses recommandations.

LAGNEAUX, S. (2018). "Domesticating the machine? (Re)configuring domestication practices in robotic dairy farming". In C. STEPANOFF, J-D. VIGNE (dir.), *Hybrid Communities. Biosocial Approaches to Domestication and Other Trans-species Relationships*. London : Routledge.

MASSUMI, J. (2019). *Ce que les bêtes nous apprennent de la politique*, Montréal : Ed. Dehors.

MOUGENOT, C., GAILLARD, C. (2017). « Faut-il génotyper "nos bonnes vaches" ? Une approche de la génomique par les contradictions », *VertigO*, 17 (2), mis en ligne le 28.09.2017 et consulté le 09.11.2018 : <http://journals.openedition.org/vertigo/18632> ; DOI : 10.4000/vertigo.18632.

Synthèse de la journée : l'animal, le calcul, les machines, les hommes et

l'éthique

Jacques SERVIERE

La science de l'animal : standardisation et grilles de lecture

Je viens du monde du laboratoire, en recherche scientifique. Dans cette activité, il ne s'agit pas de produire, mais de construire un contexte expérimental qui permet de tout contrôler pour isoler les éléments qui permettent de répondre à une question précise. Le chercheur imagine, puis réalise, une situation expérimentale dans laquelle il peut tout contrôler. Il faut simplifier pour analyser des relations de cause à effet¹⁸. Par exemple, en neurosciences, on peut se poser la question précise suivante : « *Ce que je fais à l'animal lui fait-il mal ?* » On tente de reconstruire la situation en fonction des représentations que l'on a. Quels sont les gestes accomplis ? Quelles stimulations subit l'animal ? Le chercheur définit les paramètres qu'il recherche et les fait varier.

J'ai longtemps travaillé sur des rats « standardisés ». À partir du moment où il a fallu travailler avec des animaux d'élevage, les chercheurs se sont trouvés face à une grande diversité de réponses. Pourtant, nous travaillions en fermes expérimentales ou en laboratoires, c'est-à-dire en situations beaucoup plus contrôlées que toutes celles que vous avez décrites. Mais je n'ai pas travaillé avec des vaches. Et j'ai rencontré des réponses inattendues non pas comportementales, mais physiologiques et neurobiologiques. Nous cherchions à comprendre ce qui se passait au niveau nerveux. L'observation était la mesure de changement de potentiels électriques obtenue grâce à des électrodes placées sur des nerfs d'animaux mis dans des situations de sédation pour qu'ils soient tranquilles. Il n'est pas possible de réaliser de telles expériences sur un animal en condition normale, car il se débattrait ou subirait un stress psychologique et/ou physiologique... De plus, les comparaisons avec des rats issus de lignées standardisées seront très difficiles – même chez eux, nous relevons souvent des fluctuations de réponses.

Imaginez qu'on en vienne à des situations qui se construisent à partir d'index, ou même d'indices, comme pour un travail de détective. Cela revient à venir vers les animaux avec des

¹⁸ Cf. Claude BERNARD, *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale* (1865).

grilles d'analyse préconstruites. Je viens d'entendre durant toute la journée que c'est une composante sur laquelle travaillent tous les producteurs, tous les éleveurs. La méthode consiste à extraire des indices pertinents, les plus pertinents possibles, avec les instruments d'analyse dont on dispose et, à la fin, on devrait découvrir le coupable. Pour vous, le coupable peut être la décision collective de décider d'augmenter la production. Je reprends la formule de Séverine : « *Il faut que cela tourne.* » Il faut que cela augmente, qu'on produise plus, mais peu à peu, on finira par buter sur une limite : la production, la reproduction, le poids de la carcasse, etc. Peu importe la limite, mais les producteurs sont confrontés à la limite qui vient de leur modèle. Et justement la biosphère, « *c'est sympa* », ai-je entendu. Il n'y a pas de murs ! Quand on cherche à percer le mur, on introduit une forme de désordre. On met des poussins en contact avec un robot et les voilà qui s'agitent. Ils entrent en interaction avec le robot. C'est une question pour laquelle un physicien n'est pas armé. Je fais ici référence aux travaux de José Halloy parmi nous.

L'élevage en situation

J'ai entendu tout au long de la journée une question en arrière-fond, quelque chose de l'ordre de : « *Quand on va détecter un indice, un index, un paramètre, que détecte-t-on ? Est-il possible d'avoir confiance en cette "grille de lecture" ?* » Le chercheur va déléguer la réponse pour éviter toute projection anthropocentrée, ou anthropologique. Il va déléguer la chose à un robot, à un algorithme. C'est plus sérieux, pas d'émotion, pas d'affect. Puis, on s'aperçoit qu'à des moments, l'algorithme « bug ». Par exemple, une baisse de production inattendue se manifeste, nous a exposé Séverine. Face à cette situation comment va réagir l'éleveur ? Que va-t-il faire ? Va-t-il parler dans la langue algorithmique, le langage de base de la machine, afin de comprendre ce que cette machine a pu faire. Au fil d'une telle opération, on élimine souvent l'impondérable du vivant. Sans prendre en compte que, derrière la machine, il y a des ingénieurs qui manipulent des données, souvent abstraites pour eux et ils ne s'occupent pas du vivant.

Nous sommes tous en train de nous retrouver avec un « panier plein de data ». Est-ce que nos systèmes nerveux sont réellement équipés pour traiter des data ? On sait qu'en neurosciences, un système nerveux est difficilement prévisible. Par exemple, un système nerveux, même celui d'un vers de terre est déjà relativement complexe. En science, on aime bien *Caenorhabditis elegans*, ce petit vers translucide d'un millimètre de long. On connaît son

génomique, et il n'est équipé que de 302 neurones, tous identifiés... Que fait un *C. elegans* ? Avec 302 neurones, on devrait pouvoir tout comprendre de ses capacités et de son comportement. Pourtant le *C. elegans* n'est pas toujours exactement prévisible. C'est en quelque sorte un défi posé à notre intelligence rationnelle. Il y a bien là quelque chose contre lequel nous butons de manière répétée. Dans les faits, en élevage, de quelles données dispose-t-on réellement ? Devant un animal, le chercheur qui n'est pas un « barbare comme moi » qui doit « planter des électrodes » ou couper un cerveau en rondelles, qui observe ce que fait l'animal à étudier, comment il se comporte et s'efforce de comprendre ce qu'il ressent, ce dont il a besoin.

On invente des grilles d'observation. On développe des stratégies de questionnement. J'ai vécu un changement assez profond en quittant le pur travail de laboratoire, passant de l'animalerie afin d'aller étudier en direct ce qui se passait à la ferme. À partir d'un tableau tout préparé et construit sur la base de paramètres conçus pour être pertinents, et dans une continuité avec les conséquences tirées des études de laboratoire, les chercheurs se sont attachés à observer ce que faisait l'animal, spontanément ou en réponse à l'application d'une stimulation, qui pouvait être un son, une lumière, ou le fait d'apporter de la nourriture (tant de graines, de blé, de granulés, de foin) ou toute autre modification de son milieu de vie. C'est ainsi que l'on a fait progressivement varier un paramètre puis deux, puis trois. Au-delà de quatre, cela devient beaucoup plus complexe à mettre en œuvre et à interpréter. Il faut observer chaque animal. On coche des cases... À la fin, cela devient répétitif, fastidieux. On se retrouve dans la situation de l'éleveur... Passer des semaines à observer quarante rats, ou une vingtaine de moutons, ou de chèvres, un à un, et noter pour chacun(e) ce qu'il fait. Cela nécessite beaucoup de temps, beaucoup de relevés chiffrés, afin de rendre significatives ces masses de données.

Ce que vous faites avec les animaux d'élevage ressemble fortement à ce qui se fait en expérimentation. À la fin, il arrive que l'on s'ennuie. Cela se transforme en « charge mentale ». Mais parfois, à force de répétition des observations, des essais, arrive la solution qui « va nous soulager », qui va « enlever un peu de la pénibilité physique ou mentale ». Michel Welter nous a parlé de cette dimension à propos du cas de la traite où, dans le cadre des choix pris, cette pénibilité devenue trop importante « nuit à la qualité du travail et finalement à l'efficacité ». En recherche, nous avons vu venir le numérique. Nous avons eu le Mac 1, le Mac 2, les disques souples, bref les ordinateurs. Les chercheurs finissaient par « parler le fortran », voire le langage machine. Puis, cela s'est complexifié avec une grammaire. Aujourd'hui, nous avons

des algorithmes qui traitent des data énormes. L'usage des machines numériques permet aussi le suivi des actions des chercheurs ou des producteurs et des animaux. Nous faisons confiance à des personnes qui savent comment traiter des milliers de données. Et tous, nous nous retrouvons face à de nouveaux et importants problèmes.

Et ton éleveur laitier, Séverine, il devient représentatif de cette situation globale, en se posant la question : « *Pourquoi ma production chute-t-elle ?* » Malgré toute la technologie dont il dispose, pour le moment, il ne sait pas. On ne sait pas et permettez-moi une parenthèse. En anthropologie, on a vite compris qu'une simple observation comportementale ne suffisait pas. Mais les interviews de personnes n'amélioraient pas toujours les choses, car les interviewés pouvaient « inventer » leur réponse pour faire plaisir au chercheur... La recherche anthropologique est pleine de telles déconvenues ou découvertes de biais méthodologiques. Vous aussi, dans vos milieux professionnels, vous butez face à la complexité du vivant. Vous vous retrouvez dans la même situation que le biologiste dans son laboratoire qui fait varier les paramètres un à un et, finalement, découvre que ce n'était pas non plus si simple qu'il l'avait initialement imaginé.

La présentation de Guillaume m'a paru frappante. Il travaille par essais et erreurs, tâtonnements, démarche de pas en pas, mais il finit par se retrouver face à trois règnes du vivant qu'il doit gérer : des bactéries très adaptatives, des animaux eux aussi adaptatifs, et des plantes qui sont également des êtres vivants, sensibles, et qui réagissent. Il doit combiner toutes ces composantes et finir par dégager de grandes tendances qui sont de mieux en mieux maîtrisées tout en restant relativement imprécises. Michel (Welter), quant à lui, à partir d'interrogations économiques, a décidé de changer d'échelle. On s'épuise dans l'élevage qui demande une présence permanente. La ferme familiale n'est plus adaptée. C'est ainsi que dans sa quête de solutions, il rencontre des personnes qui abordent le cas d'élevages de plus de 40 000 bêtes (région de Chicago).

Le modèle ? C'est celui des usines Ford, qui lui-même fut construit à partir de l'observation de la division des gestes dans les abattoirs de Chicago. Intellectuellement, ce fut une opération de déconstruction des tâches, pour aboutir à la construction de voitures sur la base d'une succession de gestes répétitifs. Charlie Chaplin l'avait réellement bien vu dans son film *Les temps modernes*. Finalement, on a réduit des humains à devenir des robots. Mais cela a permis de bien identifier la séquence de ces multiples petites unités de tâches. L'élevage de grande taille a ainsi été découpé en ateliers avec un suivi par des machines et/ou des capteurs reliés

à des ordinateurs. Ainsi, l'éleveur est ainsi devenu capable de suivre un grand troupeau à partir des données fournies par ces auxiliaires que sont les machines. Ce suivi s'organise selon la logique de perception des indices, car c'est dans notre capacité à nous autres *Homo sapiens*, d'aborder la complexité du monde de cette manière. L'éleveur se trouve avec son panier de data dans lequel il prélève une partie et jette quotidiennement le reste. Mais, nous l'avons également entendu : cela ne suffit plus, il faut aussi savoir garder ce qui permettra de comparer les résultats d'une saison sur l'autre. Il apparaît à l'usage qu'il faut garder l'historique d'une vache et de ses vêlages antérieurs. Finalement, l'éleveur construit sa banque de données généalogiques. Jean-Gabriel également a montré que, dans la durée, la structure des données conservées change, s'épure. Puis, il a cherché à la confronter à la généalogie d'un autre élevage. Et ainsi, on s'est retrouvés vers des effectifs de données encore plus importants qui sont, certes, utiles. Mais on constate que nous sommes tous désormais en train de brasser des données croissantes sur du vivant et aussi sur de l'humain, dans le but d'obtenir du progrès.

Arrêter le « productivisme » ?

Mais devrions-nous rester dans l'optique de toujours augmenter ? Toujours produire plus de marteaux, plus de voitures, plus d'animaux, plus de tout, mais sans doute aussi plus de pollution et moins de nature... J'ai entendu à plusieurs reprises, comme en arrière-fond, s'exprimer un besoin de retour vers plus de « naturalité ». Il s'agit de mieux reconnaître le « vivant ». Ce fut l'exemple de l'élevage de porcs en liberté comme nous l'a présenté Séverine. Ainsi, aux États-Unis, il existe tout de même une bonne centaine de grands élevages de porcs en liberté. Dans le Michigan par exemple, où pourtant les hivers sont très rudes, les porcs s'adaptent à de telles conditions climatiques.

L'exemple présenté par Séverine est troublant : dans un contexte hautement technicisé, les porcelets deviennent mourants et, jetés dehors, dans la neige, ils retrouvent une capacité de survie qui semblait abolie. Inadapté dans des conditions techniques contrôlées, l'animal s'en sort dans des conditions que nous jugeons beaucoup plus adverses. Cela peut conduire à remettre en question tout le système. Et finalement, de quoi vit cet éleveur aujourd'hui ? Il cherche à vivre en vendant ses instruments. De son côté, Michel Welter a mis en place un élevage de grande échelle mais, méthodiquement, avec un suivi individuel des animaux. Il y a là un peu la logique fordienne de la juxtaposition d'ateliers où l'on retrouve des pénibilités

spécifiques parallèles. Ces constatations viennent sans aucun doute alimenter les récriminations qui viennent de la société.

Je voudrais ici projeter une diapositive présentant l'actuel ministre de l'Agriculture (Didier Guillaume) afin de mettre l'accent sur les propos relatifs qu'il a tenus au sujet du bien-être animal. Il rappelle aux associations les engagements du gouvernement sur cette question et demande que cessent les remises en cause répétées de nos éleveurs. En effet, dans les rumeurs de condamnation émanant de la société, il n'y a pas que les abattoirs et les bouchers ; figurent aussi les éleveurs, qui sont devenus les « méchants » puisqu'ils imposent aux animaux de produire plus de lait et d'offrir leur viande. Le ministre de l'Agriculture plaide en faveur de l'engagement du gouvernement dans le dossier de la lutte contre la maltraitance des animaux, et il existe à présent un plan d'action. Le Ministre se dit pleinement conscient des attentes de la société pour la prise en compte de la sensibilité des animaux d'élevage. Et il confirme la nécessité d'accompagner les éleveurs et le monde agricole vers une transition agroécologique indispensable pour réconcilier territoires ruraux et urbains.

La proposition de MyFood semble pouvoir permettre de produire des légumes avec une serre sur une terrasse. Financièrement, cela s'équilibre presque à condition que le temps passé soit vécu comme un « loisir ». Mais j'ai bien perçu une forte suspicion de votre part. Le projet MyFood ressemble davantage à un rêve. Cependant, certains sont prêts à payer pour que ce rêve se réalise. Ce que Guillaume nous propose, c'est un « presque équivalent », mais en plus complexe, très professionnalisé. Le message semble clair : *« Ne tentez pas un système tout intégré, en aquaponie, pour vous-même à petite échelle. Moi, je le fais pour vous. Je le fais bien, car je suis du métier et je travaille là-dessus tous les jours. »* Et notre intervenant a cité l'exemple d'un fameux « grand chef restaurateur » qui, en découvrant sa production, s'est demandé quel est bien le secret pour produire un tel persil avec un vrai goût de persil. En effet, quand on achète en grande surface, le goût n'est pas si différent entre la laitue et le persil ! Dans le cas cité par Guillaume, le goût est impressionnant. Et comme sa production a lieu à proximité des villes, elle est visitable. Elle devient la vitrine d'un nouveau mode de production. Guillaume peut montrer comment il s'y prend sans même s'inquiéter d'être copié. Au contraire, il souhaite partager son expérience. Il n'a rien à cacher. Il n'y a rien qui puisse être choquant pour un urbain. Au contraire : *« Venez voir, j'ai entendu ce que vous voulez et je vous le propose. »* Et finalement, vous tous, vous accueillez des visiteurs et vous arrivez à convaincre les visiteurs. Même pour la ferme de 1 000 vaches : *« Vous avez bien vu que dans*

l'étable, les vaches se promènent... Autrefois, durant tout l'hiver, elles restaient enfermées dans de minuscules étables avec un niveau sanitaire douteux. » On se retrouve avec des politiques qui sentent ou imaginent qu'il faudrait répercuter, répondre à ces questions, et qui réfléchissent comment il faudrait orienter le changement.

Les représentations de l'animal et de l'aliment

C'est peut-être un hasard, mais la semaine qui a précédé cette journée, il y a eu de nombreux événements en résonance avec la question des animaux vivants dans le contexte de société, pas pour eux-mêmes-, mais pour la nourriture des humains. C'est issu d'une longue histoire : les animaux dits domestiqués ne sont pas là pour eux-mêmes-. Je vais vous raconter ici une histoire ancienne qui a eu un rôle culturel très important par la suite : les animaux considérés en tant que nourriture des hommes.

Actes des Apôtres, chap. 10, versets 9 à 17 :

« Le lendemain, tandis qu'ils étaient en route et s'approchaient de la ville, Pierre monta sur la terrasse de la maison, vers midi, pour prier. Saisi par la faim, il voulut prendre quelque chose. Pendant qu'on lui préparait à manger, il tomba en extase.

Il contemplait le ciel ouvert et un objet qui descendait : on aurait dit une grande toile tenue aux quatre coins, et qui se posait sur la terre. Il y avait dedans tous les quadrupèdes, tous les reptiles de la terre et tous les oiseaux du ciel. Et une voix s'adressa à lui : "Debout, Pierre, offre-les en sacrifice, et mange !" Pierre dit : "Certainement pas, Seigneur ! Je n'ai jamais pris d'aliment interdit et impur !" »

Il y a ici une référence précise aux interdits de la nourriture kasher. Dans la bible hébraïque sont déclarés impurs les animaux qui ne sont pas « vrais », c'est-à-dire des animaux terrestres sans pattes ou aux pattes non conformes, des animaux marins ou aquatiques sans écailles, et tous les oiseaux à part la poule. Dans un premier temps, Pierre refuse par attachement religieux, culturelle, anthropologique, de suivre l'injonction divine.

« À nouveau, pour la deuxième fois, la voix s'adressa à lui : "Ce que Dieu a déclaré pur, toi, ne le declares pas interdit." Cela se produisit par trois fois et, aussitôt après, l'objet fut emporté au ciel. Comme Pierre était tout perplexe sur ce que pouvait signifier cette vision, voici que les envoyés de Corneille, s'étant renseignés sur la maison de Simon, survinrent à la porte. »

L'apport du christianisme, dans l'alimentation animale, a été de modifier radicalement le rapport au pur et à l'impur. Mais certains aspects ont demandé près de 1 000 ans pour être

« dépassés ». Il en est ainsi de l'interdit de consommer le sang (boudin), car le sang a longtemps été considéré comme un support de l'âme.

Coincidence, en ce vendredi, nous avons mangé de la truite et du fromage...

La société est travaillée par une vision de l'élevage, une représentation, un idéal. Il semble qu'actuellement, il y ait une tendance à revenir à une représentation romantique ou agraire traditionnelle de l'élevage. Un besoin de revenir à des besoins de base, à la nature, à la naturalité des productions. À cette tendance sont associées la valorisation des émotions, l'autonomie individuelle et l'idéalisation d'un âge d'or ancien. Certes, ce sont des préoccupations de personnes qui mangent à leur faim quotidiennement ou peuvent même être « gavées » et, finalement, développer des pathologies, mais ces dernières peuvent aussi être guéries par thérapie comportementale ou par médication...

Mais, en même temps, l'approche scientifique, rationnelle, reste fortement maintenue. La nature est loin d'être parfaite par rapport aux besoins humains, tant qualitatifs que quantitatifs. Il s'agit donc peut-être de modifier une approche stricte, et sans doute trop restrictive, de la notion de progrès qui s'avère aussi être une idéalisation.

Nous sommes aujourd'hui dans cette tension entre ces grandes tendances. Ceci n'est pas que technique, mais toute la technicité dont les orateurs successifs ont témoigné peut néanmoins être abordée dans le cadre d'une analyse de ces contradictions. Désormais, les animaux sont considérés comme « êtres sensibles » dans la réglementation et, parmi les invertébrés, seuls les céphalopodes



relèvent de cette reconnaissance (prime à l'intelligence ou à la taille du cerveau ?), mais pas les vers de terre. Est-il possible d'imaginer qu'un jour cette même loi inclura également les animaux dits inférieurs, dont les vers de terre ? Ici, je vous montre un élevage caprin moderne et pour vous, l'élevage, c'est bien ça. C'est un élevage de 1 200 chèvres et j'ai vu une chèvrerie de deux fois 1 200 chèvres sur un polder hollandais – les Hollandais produisent du lait de chèvre, car il vaut deux fois plus cher que le lait de vache. Ce n'est donc aucunement le résultat d'une tradition, mais bien d'un calcul économique sur le dos d'une espèce animale. Dans la travée centrale, un tracteur autonome lance la nourriture des deux côtés. Une fois par an, les litières sont raclées et le fumier est épandu sur le polder. Tout est automatisé. Cinq personnes

suffisent. C'est une entreprise industrielle qui, à sa manière, « prend soin » de son système de production.

Vous voyez ici une image caricaturale conçue, il y a huit ans. Je l'ai reprise d'une revue agricole qui présente comment un élevage de ce type poussé à l'extrême, incluant production de méthane, digestat, etc., posait la question de savoir si c'est cela l'élevage de demain. De manière humoristique, c'est venu en interne, du milieu professionnel qui « blaguait » : une



sorte de critique d'une évolution poussée à ses extrêmes. Et dans toutes les questions que vous vous posez, il y a quelque chose de cet ordre.

Mais venant de l'extérieur du métier, de la société, on en conclut que si c'est « ça » l'agriculture de demain, c'est bien l'abandon du rêve de nature et de respect des animaux. Et pourquoi est-ce inquiétant ? Parce que nous avons peur d'être nous aussi, humains, traités comme ces vaches, ces cochons, ces chèvres, et devenir des numéros... Personne ne souhaite être traité ainsi. Pourtant, dans l'hôtel qui nous a accueillis et fort bien traités à maints égards, nous avons

tous le même type de lit, le même oreiller qui nous disait « épouse ma forme », les mêmes toilettes, le même robinet, le même savon distributeur, et je me suis fait la remarque, hier soir, que nous aussi étions déjà standardisés. Nous sommes embarqués dans un système, comme pour les cochons nourris sur la base d'une nourriture standardisée en silo. Les cochons sont peut-être contents dans leur « HLM à cochons », si c'est bien contrôlé... Mais globalement, le citoyen européen, gavé, nanti, ou encore le citoyen américain des grandes villes des côtes ne veut pas de ça, pour les cochons. Il manifeste et sort dans la rue pour s'y opposer. Et de plus, quand on lui montre que l'élevage participe à hauteur de 14 % à l'émission des gaz à effet de serre, il estime qu'il faut supprimer au plus vite l'élevage. Or, nous savons que ceux qui veulent transformer la production alimentaire veulent désormais recourir massivement aux sources protéiques d'origine végétale. Ils veulent ainsi se dégager d'une culpabilité, d'un péché. Bien sûr, nous ne sommes plus dans le champ religieux, celui que j'ai cité avec le passage des *Actes des Apôtres* (chap. 10), mais nous nous trouvons plus simplement dans le champ de se nourrir et de consommer « de l'animal », un acte qui réveille désormais du dégoût chez un nombre croissant de contemporains.

La défense des animaux

Comme il n'y a pas de business sans argent, il faut comprendre aussi d'où cet argent pourrait venir. Aux États-Unis, les analyses économiques sont d'ores et déjà beaucoup plus précises que chez nous. Un site de l'industrie de la viande aux États-Unis analyse que l'activisme contre les animaux est devenu un gros business. Il y a un an, ce secteur représentait aux États-Unis 500 millions de dollars. Le rédacteur se demande d'où vient tout cet argent. C'est d'abord celui des associations de défense des animaux qui pensent que cela va aussi aider leurs animaux de compagnie et surtout protéger ceux qui sont abandonnés. Mais il y a également des ONG comme l'*Open Philanthropic Project (OPP)* créée en Californie, par l'un des fondateurs de Facebook. Cette importante ONG a dans son personnel des militants venus de HSUS (*Human society of United States*). C'est la plus grosse ONG militante de défense des animaux aux États-Unis. Fin 2017, L214 a reçu 1,3 million de dollars de leur part. *Welcome Trust*, une fondation des laboratoires *Welcome*, a aussi donné 5 millions de livres à l'ONG *Our Planet* qui veut agir sur l'organisation des rayons des magasins alimentaires afin que le consommateur soit moins incité à manger de la viande. L'an dernier, le *Welcome Trust* a créé une commission scientifique qui « aide » le journal anglais de référence, *The Lancet*. Après tout, il y a bien aussi des scientifiques vendus à la cause de la viande... Une commission a été créée, baptisée *Hit Lancet company*. En janvier 2019, les membres de cette commission ont publié un rapport dont la prise de position est claire. Ce ne sont pas des extrémistes anti-élevages : ils ont proposé de substituer à la viande « *old fashion* », des nourritures « artificielles ».

Vous ne l'avez pas dit durant toute la journée – aucune référence nette dans vos propos sur les « anti-viande » –, mais de fait, en vous écoutant, j'ai pu percevoir que vous êtes désormais sur la défensive.

Conclusion

Quel est l'avenir de la relation aux animaux de rente dans la nouvelle culture agricole ?

Michel J. F. DUBOIS, Marie-Asma BEN OTHMEN, Loïc SAUVÉE

Le nouveau contour de la culture agrotechnique ne peut se contenter d'une description simple et ses fondements paraissent encore contradictoires. En effet, ce qui est suggéré ici, c'est un accroissement des diversifications, une multiplicité à plusieurs niveaux et des problèmes globaux concernant la relation de l'humanité comme espèce, malgré les diversités ethniques et culturelles, avec la biosphère dans sa totalité. Conclure linéairement, selon une approche méthodique ou dialectique, paraît difficile. Il s'agit d'avancer dans une topologie embrouillée et de tâtonner pour permettre de faire découvrir un paysage diversifié dont certaines incohérences sont un peu voilées dans la brume.

Dans cette conclusion, nous cherchons d'abord, en prologue, à repérer un « arrière-fond- » qui peut être analysé selon une conception anthropologique de l'animal de rente qui peut mener au-delà- de la nature et de la biosphère. Cela nous conduit à reconnaître que l'évolution des relations entre l'animal et la technique peut être à la fois symptôme et signe des transformations de la culture agricole et de sa distorsion apparente avec l'évolution de la société dans son ensemble. C'est à partir de ce lieu que peuvent être mieux compris la transformation du concept de domestication, celle de la technique en relation au vivant, le nouveau brouillage entre vivant et machine, et finalement le rôle l'urbanisation dans le devenir de l'animal de rente.

Une conception anthropologique de l'animal de rente

En accord avec le droit européen, nous définissons ici par animal de rente, ou animal de production, un animal élevé, gardé ou protégé pour sa rentabilité obtenue par l'intermédiaire de denrées issues de l'animal exportées du lieu de production ou de moyens offerts par l'animal pour réaliser les activités agricoles. En tant qu'animal domestique, il appartient « à *des populations animales sélectionnées ou dont les deux parents appartiennent à des populations animales sélectionnées* ». Le droit le différencie bien de l'animal de compagnie, détenu pour l'agrément et la relation, ce qui répond en partie aux critiques de François Sigaut

(1988). Les exposés ci-dessus confirment que les dimensions agroécologiques, socio-économiques et technologiques de l'élevage sont inextricablement liées dans des systèmes agrosociotechniques (cf. Introduction). L'animal de rente devrait être compris au prisme d'une approche anthropologique. Dans un premier temps, relevons quatre critères qui renvoient à l'anthropologie philosophique (anthropologie de la nature) et à la réflexion éthique.

- 1) Ce que nous faisons aux animaux nous renvoie à ce que nous nous faisons à nous-mêmes- (Haudricourt, 1962), et ce, probablement au-delà- de l'activité agricole. Nous enfermons les animaux comme nous nous enfermons nous-mêmes-, et si nous les maltraitons, cela nous renvoie aux mauvais traitements que certains d'entre nous reçoivent, parfois en l'acceptant. Prendre un avion low cost, qui est pourtant un choix, ressemble étrangement au transport d'animaux pour l'abattoir. L'aliénation de l'animal productif renvoie à l'aliénation de l'ouvrier sur une chaîne de production. Cette dimension anthropologique de l'élevage, qui est apparue dès l'origine, avec l'élevage et l'agriculture, suggère que nous pourrions évoluer dans notre relation aux animaux domestiques, selon des logiques semblables à celles que nous entretenons entre nous. Cela peut être encore plus général, c'est-à-dire que des homologues peuvent être montrées entre, d'une part, notre conception de la nature et des animaux et, d'autre part, notre conception de ce qu'est « être humain ». Les Européens, rappelle Peter Sloterdijk, « *parce qu'ils étaient reliés au mythe de la genèse, ont tout de même, et sans la moindre équivoque, toujours pensé l'être humain comme un produit* ». Plus loin, il poursuit sur l'écart entre l'homme et l'animal : « *Ce qui est animal vit toujours dans cette cage ontologique que les modernes, d'après le terme génial utilisé par Jacob Von Uexküll, nomment l'environnement, tandis que la spécificité de l'être humain est d'accomplir la sortie de l'environnement, la percée dans le [...] "monde"* » (Sloterdijk, 2000). Le dualisme sépare à la fois l'être humain en lui-même et l'être humain du reste de la nature, y compris des animaux (Descola, 2005). Pour Descola (2014), les façons dont les humains construisent leurs relations avec les non-humains sont catégorisables en quatre grandes « compositions de monde » : animisme, naturalisme, totémisme, analogisme. Il apparaît possible de suivre cette analyse dans l'évolution de notre relation aux animaux de rente.
- 2) L'évolution spécifique de notre relation aux animaux de rente par rapport aux animaux de compagnie est aisément constatable depuis cinquante ans. Elle semble fortement liée aux techniques agricoles et à ce qu'on appelle la zootechnie, qui relève de méthodes d'élevage

mises en place dans les pays de référence occidentale et maintenant en développement aussi en Asie et en Afrique. Mais elle est accrue aussi par l'expansion générale des villes dans lesquelles vivent de plus en plus d'animaux de compagnie. On constate un accroissement de l'écart entre animaux de rente et animaux de compagnie. Cet écart est devenu si grand qu'il se perçoit immédiatement dans la vie en société. Les animaux de compagnie font partie de la société humaine et ils ne sont plus du tout mangés, mais les animaux de rente en sont désormais exclus, transformés en pseudo-outil de production et finalement consommés. Cette séparation si forte entre ces animaux est devenue telle que le déplacement d'un animal de la sphère « rente » à la sphère « compagnie » devient exclusif. Par exemple, le cheval ou le lapin, en changeant de statut, ont contribué à des transformations des filières agro-alimentaires. Cette séparation semble aussi culturellement marquée, mais il est probable qu'elle dépende fortement de problématiques techniques. Cette coupure relève aussi de l'analyse de Descola (2005).

- 3) La biosphère dans sa totalité, en s'invitant désormais dans les choix de société, pour des raisons directement liées à l'expansion planétaire de l'espace anthropisé, nous questionne sur notre usage du vivant et plus fortement du vivant animal. L'atteinte, ou le heurt, des grandes limites physiques planétaires s'oppose à notre usage des flux biologiques. L'une des conséquences semble être l'élargissement du domaine de la domestication, jusqu'aux communautés habitant le sol et jusqu'aux insectes transformant les céréales avec un meilleur rendement que n'importe quel vertébré. Depuis deux siècles, il semble qu'on assiste aussi à un élargissement du processus de domestication aux choses. Nous l'étudierons ci-après-. Mais ce qui se passe depuis moins d'un demi-siècle ne ressemblerait-il pas à un élargissement du domaine vivant comme objet domesticable avec une tendance qui serait celle, prométhéenne, de domestication de la biosphère ? Par exemple, on constate un accroissement du nombre des espèces de plantes cultivées et même des élevages d'animaux exotiques (autruche, crocodile, tilapia...). Le nombre total de catégories d'animaux et de végétaux élevés à des fins commerciales enregistré par la FAO est passé de 472 en 2006 à 598 en 2016 (FAO, 2018).
- 4) Cet élargissement conduit à un bouleversement anthropologique, non une simple évolution agrotechnique : l'atteinte et la modification de fait de l'intériorité biologique de l'animal par l'ensemble des biotechnologies. C'est un bouleversement, car d'une part ces technologies mettent au même niveau l'humain, l'animal, les plantes et finalement tout le

vivant, et de l'autre, cela revient à considérer le vivant comme une machine. La génomique est en train de transformer notre relation avec ce qu'est la vie. Selon Sloterdijk, nous avons toujours été « fabriqués ». On peut donc envisager la fabrication d'êtres vivants et choisir ce qu'il nous semble souhaitable de fabriquer selon des règles ou un code à définir. Souvenons-nous-, que selon Haudricourt (1962), « *à partir du néolithique, l'homme n'est plus seulement un prédateur et un consommateur, désormais il assiste, protège, coexiste longuement avec les espèces qu'il a "domestiquées"*. » Mais ce n'est pas si simple puisqu'il faut récolter et abattre, ces deux actions étant très différentes selon l'espèce considérée. Haudricourt montre que « *la diversité du monde végétal et animal rend impossible une identité qualitative de ces rapports "amicaux" dans toutes les civilisations.* » Il en conclut sur une grande différence – les deux extrêmes – entre la civilisation du mouton (Occident) et celle de l'igname (Orient).

Les relations animal/technique, symptômes des transformations de la culture agricole ?

Ce troisième volume de *l'Évolution agrotechnique contemporaine*, consacré à l'animal, enracine encore davantage l'évolution agrotechnique actuelle dans les grandes problématiques de l'évolution humaine et dans la crise globale planétaire (Crutzen, 2007). Nous voyons ici des acteurs et actrices du monde agricole qui, tout en étant engagés dans une mutation qui s'approfondit et se diversifie, se questionnent davantage sur la finalité de leurs actions dans le contexte d'une société qui les met sur la défensive. L'élevage connaît une situation nouvelle : la critique, venue de la société, concerne non seulement ses méthodes, mais aussi sa finalité. L'élevage, davantage que l'agriculture, dans le sens de la culture de plantes, subit une attaque très particulière dont les origines semblent multiples et s'enracinent dans l'éthique, la défense de l'environnement, la nécessité de nourrir à terme dix milliards d'humains et dans les biotechnologies. Mais ce dont nous parle Jacques Servièrre est une remise en cause encore plus profonde à laquelle même l'élevage d'insectes pourrait ne pas répondre.

Nous voyons différentes tendances, la convergence de multiples acteurs, mais aussi de nombreuses demandes sociétales. En face, les propositions des acteurs-éleveurs correspondent à des solutions techniques visant à davantage d'efficacité et non à des positions de retrait. En effet, les positions de retrait sont, de fait, des positions d'arrêt de production ou de retour vers la production végétale. Les élevages concernent désormais

moins de la moitié des exploitations agricoles, et leur nombre continue de diminuer plus vite que la population totale des exploitations agricoles. La taille de ces dernières continue à croître et l'introduction a insisté sur les effets d'échelle. Ces propositions originales, dont quelques-unes sont présentées dans ce volume, concernent d'abord le mode de production, par exemple l'aquaponie ou un mode d'élevage de porcs différent. Elles élargissent aussi les productions, par exemple la production d'insectes. Elles transforment l'environnement de la production, par exemple l'apologie et la défense des vers de terre. Elles bouleversent le milieu technique qui non seulement entoure de plus en plus l'animal, en relation avec la révolution numérique, mais qui, en plus, entre dans l'intimité profonde de son organisation biologique et génétique avec la révolution biotechnologique issue de la génomique. Elles montrent que l'accès au grand troupeau se fait aussi par l'intermédiaire des outils du numérique.

Il émerge des interactions et des confrontations entre trois grandes composantes qui semblent être, en bonne part, indépendantes :

- (i) Multiplicité de critiques, voire d'attaques, venues de la société et s'accompagnant de transformations profondes des modes de consommation ;
- (ii) Multiplicité des défis techniques de l'élevage et des filières alimentaires animales ;
- (iii) Multiplicité des approches techniques innovantes.

Cet ensemble produit une complexité difficile à saisir, mais dont nous tenterons une description selon les étapes ci-après présentées.

D'abord, il faut tenter de clarifier le processus de domestication et montrer sa transformation en plusieurs étapes successives. Il existe désormais dans Wikipédia un article, mis à jour très régulièrement par plusieurs auteurs, qui traite de la domestication comme processus, en prenant en compte les publications au fil des années. On peut aujourd'hui estimer qu'une nouvelle étape se dévoile, laquelle suggère un probable nouveau monde. Nous ne pouvons plus prendre comme modèle de ce processus, uniquement les vertébrés supérieurs d'un côté et les plantes de l'autre. Nous n'avons pas pu présenter dans ce volume l'apiculture, qui prend une place très importante dans l'imaginaire collectif, tout en revêtant un enjeu majeur pour la production agricole au travers de la fonction de pollinisation. L'ostréiculture, plus récente, pèse de plus en plus dans l'économie agroalimentaire en France. Les escargots, les insectes ou les vers de terre prennent progressivement leur place. Considérée comme une forme de retour de la pisciculture, l'aquaponie pourrait arriver jusque dans les villes.

On peut constater que le registre de la domestication comporte des variations qui vont du commensalisme à la symbiose et du compagnonnage à l'asservissement. Mais en outre, il faut prendre en compte plusieurs autres variables, dont la co-évolution, l'autodomestication, les techniques de la domestication et la domestication des techniques. On découvre ainsi que le terme de « domestication » recouvre en fait une multitude de réalités sociotechniques qui éclairent le triptyque homme/technique/animal.

Ci-après, nous analysons de plus près la relation bi-univoque entre technique et domestication, et sa transformation avec les « nouvelles technologies », c'est-à-dire les techniques du vivant (biotechnologies). Il y a une différence fondamentale entre « être un agent causal de sélection » de la variabilité génétique naturelle de tout être vivant, ce qu'a été de tout temps l'éleveur, et « être un modificateur » du soubassement de la stabilité du vivant et de son évolution, ce que deviennent les acteurs technologiques actuels. Ils orchestrent une entreprise collective quasi démiurgique, ou prométhéenne, qui consiste à calibrer les animaux de rente selon des critères qualitatifs se situant soit au niveau de la transformation industrielle, soit dans l'acte de consommation, mais pas du tout dans la représentation que le consommateur se fait de l'origine de ce qu'il consomme.

En quoi diffère ce que nous faisons aux plantes de ce que nous faisons aux animaux ? Ce serait analogiquement la différence entre notre usage des objets de décor ou des instruments et notre comportement vis-à-vis des robots (Tisseron, 2015). Cela conduit à revisiter la différence entre végétal, animal, humain, et, en relation avec les humains, la différence entre instrument et outils simples d'une part, machines d'autre part, et au-delà, robot ou machine « pensante » (Deleuze et Guattari, 1972). Quand et comment l'être vivant devient-il un objet technique ? Et quand et comment un objet technique devient-il proche d'un être vivant ? Il reste frappant que des analogies entre les modes de vie des animaux et des humains reviennent de manière récurrente : les animaux, finalement, sont en HLM (correspondance avec « les humains dans des cages à lapins ») ; le zoo humain de Sloterdijk (2000) rappelle les animaux déjà parqués, etc.

Cette comparaison entre le mode de vie des animaux de rente en élevage et celui des humains dans les villes conduit à examiner le rôle et le sens de l'opposition ville – campagne. Cause, effet ou corrélation ? Plus nous parquons les animaux dans des étables avec des objectifs de production, plus nous parquons les humains dans des villes, et finalement pour les mêmes

raisons d'optimisation économique. Ce sera ainsi l'occasion de revisiter la domestication dans le cadre de la biosphère et de réfléchir à cette transformation de ce que domestication veut dire. Le Covid-19 et la crise de la biosphère (changement climatique) questionnent sur le sujet de l'alimentation en animaux sauvages, laquelle conduit en droite ligne à l'extinction de nombreuses espèces, que l'agriculture n'a toujours pas arrêtée... Rappelons l'ampleur des maladies venues des animaux, sauvages ou domestiques, quels qu'ils soient (de la rougeole au sida et maintenant à la Covid 19). La proximité des animaux conduit à des pandémies et la croissance humaine augmente cette proximité, sauf à créer des barrières techniques croissantes et donc à amplifier la domestication au point de faire disparaître toute velléité de conserver des espaces sauvages vierges de l'action humaine à moins d'imaginer des formes de sanctuarisation « d'espaces sauvages ». On artificialise le sauvage ou on ensauvage l'artificiel ? (Larrère, 1994).

L'émergence du concept de processus de domestication

« Il n'y a pas de contenu précis, univoque, à la notion de domestication. Il n'y a pas de cas "marginiaux", pas plus qu'il n'y a de "proto-" ou de "semi-domestication". Il y a des animaux que les hommes s'approprient, avec lesquels ils nouent certaines relations, et dont ils font certaines utilisations. Et cela suivant des logiques qui coïncident souvent, certes, mais qui n'en sont pas moins distinctes. Le résultat est un ensemble de configurations dont quelques-unes- seulement, celles qui par accident nous sont les plus habituelles, peuvent être sans dommage désignées par le terme de domestication. Cessons de vouloir les lire à travers ce concept trop local, et le tableau deviendra à la fois plus clair et plus vaste. » C'est ainsi que François Sigaut a remis en cause, en 1988, un concept de domestication trop statique.

La domestication, comprise dans son sens le plus direct, c'est un processus évolutif sur une longue durée qui fait entrer dans, ou au voisinage de, la maison humaine (*domus*), des animaux, ou des plantes. Dans un sens élargi, la maison humaine étant considérée comme l'ensemble du monde humanisé, *hortus* (le jardin) et *ager* (le champ) au même titre que *urbis* (la ville) font partie de *domus* et s'opposent à la vie sauvage. *Silva* (la forêt), typiquement, est hors de *domus*, c'est le monde du sauvage, de l'inconnu, du dangereux. Symboliquement, la forêt comprend l'ensemble du monde sauvage. Geneviève Michon (1999) reconnaît que la sylviculture a un statut de science davantage que de pratique car, avant les temps modernes, *silva* était hors du domaine humain auxquels appartenait bien *ager* et *hortus*. Les termes

du droit latin pour distinguer chaque partie du territoire sont nombreux (Leveau, 1993), mais jamais, dans ce droit, la forêt n'est entrée dans le domaine agricole. Par ailleurs, l'évolution du concept de domestication est suffisamment rapide, depuis cinquante ans, pour que la seule étymologie ne parvienne plus à nous en faire saisir la complexité appliquée à l'évolution des êtres vivants, des humains et des techniques.

André-Georges Haudricourt avait tenté de bâtir une théorie sur le début de la domestication qui aurait été concomitante pour des plantes et les animaux qui les mangent : ce qui créait le binôme céréales/ruminants au Moyen-Orient et tubercules/porc en Asie du Sud-Est, Indonésie et Nouvelle-Guinée (Bensa, 2013). Cette analyse a plusieurs intérêts pour notre réflexion. Elle suggère que la domestication des animaux est celle des concurrents. C'est bien ce qui a commencé avec le loup, puis avec les herbivores et avec les mangeurs de tubercules. Elle suggère une co-consommation des produits végétaux et des produits animaux, sans qu'on puisse finalement indiquer qui est premier. Tout se construit dans l'interaction et finalement, la domestication est réciproque, ce qui rappelle le schéma humain/technique (Dubois, 2020b). Que l'être humain, après-coup, prétende que ses ancêtres ont domestiqué telle plante, tel animal, et qu'ils ont inventé telles ou telles techniques est sans doute présomptueux. Il semble que, dès le début, nous ayons affaire à des interactions en co-évolution, et ce processus se poursuit aujourd'hui.

L'histoire de chaque domestication est complexe et originale, de même que l'est l'histoire de toute espèce vivante actuelle, domestiquée ou pas. Par exemple, en prenant des exemples végétaux, on commence à bien connaître celles du figuier, probablement le premier végétal et le deuxième être vivant domestiqué, avant même l'agriculture, dans la vallée du Jourdain (Kislev *et al.*, 2006), et celle de l'olivier qui commence avec le néolithique au nord-est du Levant méditerranéen, dans une région couvrant le nord de la Syrie actuelle et le sud de la Turquie actuelle (Besnard *et al.*, 2012). On découvre que des variétés de dattes anciennes, disparues avec une population locale, sont retrouvées par chance (Sallon *et al.*, 2008) avec les manuscrits trouvés dans la grotte de Qumran. Mais la plus ancienne domestication concerne un animal, le chien, qui aurait commencé il y a environ 100 000 ans.

Buffon est probablement le premier à avoir eu une intuition du processus évolutif et du processus de domestication, car dans son histoire naturelle des animaux, il sépare les animaux sauvages des animaux domestiques et qualifie les seconds d'animaux dégénérés. Sans l'avoir

schématisé, il suggère un arbre évolutif. Mais il ne pouvait pas en son temps, deuxième moitié du XVIII^e siècle, proposer une théorie aussi élaborée que celle de Darwin.

L'analyse de la tendance de domestication des animaux au XIX^e siècle a été abordée par les travaux de Kete (1994) avec la publication de *The Beast in the Boudoir*. L'auteur ouvre une fenêtre sur une perspective inédite de l'analyse de la façon dont les animaux de compagnie accompagnent la bourgeoisie parisienne et contribuent à la définition de leurs intérieurs et de leurs valeurs. Aujourd'hui, des réglementations séparent animal domestique et animal sauvage, avec les difficultés soulignées par Sigaut. Les gouvernements édictent des listes qui définissent les espèces à considérer comme étant domestiques ou non. La liste française ressemble à une liste « à la Prévert ». On peut donc revoir ce concept, en lui donnant une portée qui nous aidera à penser aussi les processus évolutifs du monde humain. Par exemple, l'usage du feu est un ensemble technique qui remonte au début du genre *homo* : parler de domestication du feu n'est pas abusif. Comme toute domestication, le processus, très long, a modifié la façon d'utiliser le feu et il a provoqué parallèlement une transformation du « domestiqueur ». Un processus de domestication se déroule sur le temps long, ce qui est domestiqué est peu à peu modifié par celui qui domestique, mais ce dernier connaît aussi des transformations. Selon une approche évolutionnaire, il s'agit de co-évolution. Un exemple parmi tant d'autres : la co-évolution des champignons domestiqués et de leurs fourmis « domesticatrices » (Munkacsy *et al.*, 2004).

L'histoire de l'évolution humaine peut être pensée comme une autodomestication par l'usage technique (Sloterdijk, 2000a ; 2000b). Ce concept suppose que la technique n'est pas domesticable. C'est une succession d'inventions : elle est anthropologiquement constitutive davantage qu'anthropologiquement constituée. Selon l'approche de la domestication, la technique est un savoir-faire. L'apprentissage et l'usage de la technique la font évoluer, la transforment et l'enrichissent. Ce processus n'est plus pensé comme une succession d'inventions, mais comme une co-évolution par variabilité sélectionnée (Dubois, 2020a). Ce que Séverine nous montre à voir avec Marc, qui entre dans le langage de programmation du robot, pour comprendre la machine et ruser avec elle, c'est une forme de co-évolution, l'humain domestiquant la technique mais se transformant dans cette opération. Il apprend à penser selon le point de vue d'une machine, de même qu'il a tenté de penser selon le point de vue d'une vache.

En 2001, Frank Geels définit une transition technologique comme un processus évolutif de longue durée qui reconfigure la façon dont les fonctions sociales sont remplies. Son analyse implique de fait, mais aussi explicitement, un processus de domestication. En outre, elle se réfère aux publications de K. H. Sørensen sur la domestication des technologies (Lie et Sørensen, 1996). Dix ans plus tard, un livre collectif présente la domestication des médias et de la technologie (Berker *et al.*, 2006). Auparavant, l'évolution humaine a commencé à être comprise comme un processus de domestication (Goody, 1979). En référence à Lévi-Strauss, l'invention de l'écriture peut ainsi être conçue comme un processus de domestication de la pensée sauvage, ou encore un processus humain d'autodestication. Il y aurait beaucoup à dire sur la domestication réciproque humains/machines/robots ; cela dépasse ici notre propos. Retenons seulement que la domestication est réciproque et traduisible en co-évolution.

Transformation de la technique et convergence entre évolution technique et domestication

Peut-on penser l'évolution produite par des acteurs aussi différents que Julie Dewez, Philippe Barthès, Jean-Gabriel Levon, Michel Welter, Guillaume Schlur ou Jean-Marie et Marc mis en scène par Séverine Lagneaux ?

Il semble que tous sont en dialogue autant avec les machines qu'avec les animaux : en dialogue avec les animaux de plus en plus par ou avec les machines ; en dialogue avec les machines pour les animaux. De fait, le dialogue entre robots et animaux peut exister. Cela a été étudié en conditions de laboratoire (Halloy *et al.*, 2007 ; Cazenille *et al.*, 2018). Ici, c'est ce que vivent les éleveurs. Les animaux en relation avec les différentes machines sont sélectionnés en fonction de leur adaptation à la machine, sachant que certains animaux peuvent être reconnus comme plus intelligents que la machine comme rapporté par Michel Welter. Philippe Barthès nous a aussi donné un exemple frappant. Brebis, vache, truite ou tenebrio, les animaux dont le comportement est incompatible avec le fonctionnement des machines ou des dispositifs qui les entourent seront impitoyablement éliminés. Les machines sont théoriquement conçues pour les animaux, mais l'évolution des animaux sélectionnés pour être toujours plus conformes aux objectifs du dispositif technique conduit à de nouvelles machines qui finissent par demander à nouveau une évolution des animaux.

Séverine Lagneaux a décrit un système d'anticipation que les deux éleveurs peuvent mettre en place sur la base de la lecture et de l'interprétation des comportements des animaux qui

sont tels des indices. En mettant les animaux au centre de l'élevage, les décisions et les actions des éleveurs ne sont plus exclusivement au service de la productivité. L'homme abandonne sa position (théorique) au sommet de la pyramide domesticatoire. Finalement, la technique, en lien à l'animal, devient prolongation et intensification de la domestication du monde, sans que l'homme en soit toujours le maître. On peut considérer que l'animal et la technique qui l'entoure et qui le relie à l'éleveur sont en quelque sorte le milieu associé de l'individuation de l'éleveur devenant éleveur. C'est dans et par la relation qu'il a avec le milieu constitué de l'intrication de la technique et de l'animal qu'il peut devenir éleveur.

On accède ici à une pensée de l'interaction qui renvoie à une conception de l'esthétique (Binda, 2015) bien montrée par Séverine Lagneaux. Chacune des trois parties est en relation avec les deux autres et avec leur interaction. Il s'agit bien d'un système, et on peut constater que le machinique-robotique montre une certaine marge d'indétermination, puisqu'il répond à des informations extérieures. Mais finalement, cela reste l'animal qui joue avec le robot et non l'inverse.

De fait, ce processus qui se montre aujourd'hui en vitesse accélérée est représentatif de la sélection qui a eu lieu dans une co-évolution humains/animaux selon le processus de domestication. Or, depuis quelques décennies, quelque chose de nouveau apparaît. Il se montre une co-évolution des dispositifs techniques et des animaux à un niveau d'échelle inférieur à ce qui était possible techniquement auparavant. La technique pénètre dans l'intériorité du vivant, jusqu'au niveau machinique le plus bas possible : le niveau moléculaire. Réciproquement, la technique se miniaturise jusqu'à atteindre le niveau le plus bas en physique : le niveau quantique. Parallèlement se constituent des réseaux qui englobent et intègrent bien au-delà de l'échelle de l'exploitation agricole. Et entre les deux, ce sont les exploitations agricoles et les troupeaux qui dépassent la taille qu'une ou deux personnes peuvent suivre.

Cette co-évolution du vivant et de la technique se réalise dans un milieu encore plus large construit par les humains qui doivent s'y adapter aussi : il s'agit de la convergence des NTIC, biotechnologies et nanomatériaux, officiellement soutenue politiquement aux États-Unis depuis le mandat de Bill Clinton. De manière générale, selon un langage simondonien, l'homme coordonne son rapport à la nature, et donc aux animaux surtout domestiques – car c'est avec eux qu'il entretient le plus de relations techniques –, dans des médiations objectives qui impliquent des ordres de grandeur très hétérogènes. On voit se constituer des

communautés homme/machine/animal qui prennent en compte l'aptitude des animaux à raisonner, calculer, anticiper, ce qui n'implique pas une conscience réflexive (Simondon, 2004). Ceci rejoint l'impact de la technique selon le niveau d'échelle analysé. La technique transforme l'approche classique des échelles pour rejoindre la notion des ordres de grandeur. Ainsi, en serait-il des systèmes agrosociotechniques étendus, incluant des animaux ? Ou ce qui compte en définitive : ce serait la chaîne opératoire de pratiques (cf. Introduction) ?

Leibniz est, semble-t-il, le premier penseur à avoir eu l'intuition que tout être vivant est une machine faite de machines constituées de machines. Comme chaque niveau reste vivant, il s'agit d'une mise en abyme, représentation qui serait propre au vivant (Tietz, 2013 ; Smith et Nachtomy, 2011). Depuis l'avènement de l'électronique et de l'informatique, il existe des machines qui sont des assemblages systémiques de machines. Un troisième niveau machinique est, ou était, relativement rare. C'est seulement dans les machines électroniques-informatiques récentes, les ordinateurs, robots ou smartphones, qu'on peut identifier trois niveaux et peut-être quatre. Il reste que le niveau le plus bas est toujours constitué d'élément matériel homogène, non machinique. Les animaux, constitués de multiples niveaux machiniques jusqu'au niveau moléculaire – atomique, peuvent investir le social et le politique. Aucun ordinateur n'en montre la moindre capacité, alors que tout chimpanzé dans son groupe dévoile déjà un sens politique : pouvoir, coalition, manipulation, servitude volontaire (De Waal, 1992).

Cette conception leibnizienne renvoie à une idée antinaturaliste, celle que la vie peut être conçue à partir de l'artificiel, tout en maintenant le préjugé naturaliste qui considère que l'artificiel n'est, finalement, qu'une prolongation de la nature. L'artificiel n'atteindra sa perfection qu'en imitant de plus près la nature. Des analyses et critiques du préjugé naturaliste ont pourtant été exposées dès l'Antiquité avec l'École abdéritaine (Empédocle, Démocrite), les sophistes et Épicure représenté magnifiquement par Lucrèce (*De rerum natura*). Chez les Modernes, Bacon est le premier à dénoncer la distinction entre artifice et nature. Il s'oppose à Descartes avant Descartes. Ensuite, le grand adversaire de cette séparation sera Nietzsche (*Le gai savoir*). Le naturalisme peut se définir comme l'idée qui affirme une différence invisible, mais essentielle entre ce qui se fait tout seul – la nature – et ce qui est fabriqué, produit – l'artifice. Peut-être, ajoute Clément Rosset (1973) : « *La force du préjugé naturaliste [...] tient-elle à ce caractère éminemment anthropocentrique, car ce qui est réputé se faire "par nature" est d'abord ce qui se fait sans l'homme.* »

Clément Rosset, dans *L'Anti-nature*, prend acte du fait que c'est bien un référentiel anthropocentrique qui décide de cette différence présentée comme métaphysique entre la nature et l'artifice. Il conclut que, à partir de ce fondement, sont définis, dès Platon et Aristote, les trois grands règnes ontologiques de l'existence : artifice, nature, hasard. Ceci pourrait correspondre, avant l'heure, à trois grands groupes de sciences : sciences humaines, sciences de la matière, sciences du vivant. Dans ce cadre, « hasard » s'oppose à artifice, et le naturel est cet entre-deux impensable, défini négativement qui n'est ni artifice ni aléatoire, mais à partir duquel, et contre lequel vont se construire toutes les distinctions classiques de la philosophie (surnature, art, histoire, esprit...). « *Le rien de pensé sous le concept de nature n'est donc pas un rien quelconque : il définit un rien à partir de quoi il devient possible de penser autre chose* » (Rosset, 1973).

Il faut bien reconnaître que c'est cet arrière-fond métaphysique qui est secoué par les présentations de quelques éleveurs qui sont tout simplement sur le front des innovations de l'élevage moderne et qui sont en relation avec leurs animaux et cherchent à concevoir des techniques qui leur conviennent. C'est leur pratique qui dévoile les problèmes insurmontables résultant de cette séparation entre nature et artifice dont on annonce maintenant la fin (Descola, 2005). Les éleveurs, par leur pratique, montrent simplement que l'artifice se présente « *comme vérité de l'existence et l'idée de nature comme erreur et fantasme idéologique* » (Rosset, 1973). Dans ces conditions, la convergence progressive du vivant et des machines, dans une co-évolution sur une très longue durée, n'est plus ni une énigme, ni un mystère indépassable, mais une donnée à prendre en compte dans l'observation et les choix à prendre en matière d'élevage. Cette convergence vient davantage de la concrétisation sans cesse accentuée des machines, et surtout qu'il est « *possible de considérer toute véritable relation comme ayant rang d'être, et comme se développant à l'intérieur d'une individuation nouvelle* » (Binda, 2015). C'est bien l'analyse simondonienne qui permet ici de saisir ce qui se joue dans ce triptyque animal/technique/humain. Il ne s'agit pas de deux relations par suppression de l'une d'entre elles en la présumant incapable de relation. L'existence de relations entre technique et animal, et entre technique et humain représente l'aspect de la résonance interne du système de l'élevage qui conduit sur la longue durée à un processus d'individuation du système. Nous pouvons garder présente l'hypothèse simondonienne « *que l'individuation n'épuise pas toute la réalité préindividuelle, et qu'un régime de métastabilité est non seulement entretenu par l'individu, mais porté par lui, si bien que l'individu constitué*

transporte avec lui une certaine charge associée de réalité préindividuelle » (Simondon, 1964 : p 28).

Selon cette analyse, Baptiste Morizot (2016) rapporte que l'approche simondonienne du processus d'individuation se passe de donner un statut spécifique au hasard, tel qu'il est couramment exposé dans la représentation des processus évolutifs sous le signe du binôme « hasard et nécessité ». Cela n'empêche pas Simondon (1964) de mobiliser tout ce qui est attribué au hasard : absence de finalité et de nécessité, imprévisibilité et incertitude, rencontre et historicité, localité des opérations et multiplicité des possibles. La critique simondonienne est aussi celle d'un principe *a priori* de l'individuation ou d'une préformation, celle qui n'a pas encore accepté que la relation puisse avoir « rang d'être ». Nommer le hasard, ou pire le considérer comme un agent, risque de l'essentialiser. Mais une fois admis ces préliminaires, on peut intégrer ce que recouvre le hasard dans une approche processuelle de l'individuation : « *le concept d'une relation entre deux opérations* ». Ce hasard est « contraint » par le milieu métastable dans lequel il est constaté et par les structures préindividuelles qui sont un des éléments de la rencontre.

« En effet, le hasard est l'attribut, ou la modalité spécifique, d'une rencontre ; [...] celle-ci caractérise l'événement historique et local qui origine une opération de prise de forme, en l'espèce la rencontre entre une singularité et un milieu métastable. Or, la rencontre est toujours chez Simondon, non une rencontre entre individus déjà constitués [...], mais une rencontre qui individue des entités non complètement individuées » (Morizot, 2016 : p 45). L'entité complètement individuée ne rencontre plus rien qui lui soit autre. Y a-t-il dans cette nouvelle organisation qui intrique sans cesse davantage machine, animal et humain, un processus d'individuation qui prélude à la nouvelle exploitation d'élevage, celle qui sera le lieu de rencontre de nombreuses déterminations disparates : demande de bien-être animal, co-adaptation machine, animal, humain, biotechnologies ; contraintes économiques des filières, intégration territoriale ?

Il s'agit donc de construire une nouvelle communauté homme/machine/animal, ce dernier participant au travail comme associé, et d'appréhender de façon symétrique, en utilisant les mêmes ressources conceptuelles et méthodologiques, les activités humaines et animales pour forger des conceptions non anthropocentriques de la technique, de la culture et de la subjectivité (Guchet, 2010). Pour cela, il devient important d'inventer une nouvelle éthique des techniques qui ne soit pas fondée sur l'illusion que les réalités techniques seraient

accessibles et compréhensibles selon une conception essentialisée mais, conformément à ce qu'écrit Xavier Guchet (2016), selon « *une conception processuelle des valeurs : celles-ci sont à construire collectivement dans des dispositifs conçus à cet effet, dont les conférences de citoyens ne sont qu'un exemple parmi bien d'autres* ».

Un retour de l'animal de rente en ville pour résoudre la crise de l'élevage et de l'alimentation ?

Avant de tenter d'aborder la question de la crise de l'élevage, associée à celle de l'alimentation, il convient d'avoir une rapide vue globale du contexte. Au rythme actuel, dans trente ans, plus des deux tiers des humains vivront dans des villes et la moitié dans des villes de plus d'un million d'habitants. Cet accroissement relatif se combine avec un accroissement absolu qui donne le vertige : sur cette durée, plus de deux milliards d'habitants de plus, et ce, uniquement dans les villes. Celles-ci sont reconnues comme des réseaux de processus socio-spatiaux qui sont à la fois humains, matériels, naturels, discursifs, culturels ou organiques (Kaika & Swyngedouw, 2000). Rendre compte des flux métaboliques qui font tenir ensemble la fabrique des villes susciterait de passer de manière continue du local au global et de l'humain au non humain (Latour, 1991).

L'avenir de l'agriculture se jouera en partie dans les villes, pôle dominant d'un monde post-agricole. Il convient de rappeler qu'en 1800, il n'y avait qu'un milliard d'habitants sur les cinq continents, dont moins de deux cents millions, en ville ; que durant l'Empire romain, l'humanité ne « pesait » que deux cent cinquante millions d'habitants, dont peut-être au maximum vingt-millions en ville, répartis pour une bonne part dans quatre « empires » de l'Eurasie : romain, parthe, kouchan, chinois (Han). Depuis cent cinquante ans, la croissance des populations humaines s'est accompagnée de celle, encore plus forte, des populations d'animaux d'élevage. Par exemple, les Romains et les Grecs antiques, sauf peut-être les patriciens de l'Empire, étaient nettement moins carnassiers que les Européens d'aujourd'hui, de même en était-il pour les Chinois et la plupart des autres peuples du monde. Avec l'enrichissement, les populations consomment plus de viande, même si cette tendance semble s'inverser lentement pour les vieux pays développés. La pression liée aux limites globales de la planète sur la limitation globale des populations en relation aux surfaces consacrées à l'élevage, qualitativement et quantitativement parlant, est en cours d'émergence et va provoquer des transformations très profondes.

Il est concevable que l'évolution de la relation entre ville et monde agricole soit un cas particulier du séisme qui secoue désormais la séparation entre artificiel et naturel. Descola (2005) soutient que comprendre le rapport de la ville avec l'artificiel et le naturel, et par-delà avec les humains et les non--humains, conduit à replacer cette série de dichotomies dans le cadre du naturalisme. Mais l'industrie subit le même sort que l'agriculture et quitte la ville. N'y a-t-il pas là un phénomène à explorer ? Croissance et domination des villes, conflit entre naturel et artificiel, opposition entre sauvage et domestiqué, nature rêvée et artifice vécu, telles sont les relations du monde qui façonnent l'agriculture de demain.

Le fantasme idéologique du naturel (Rosset, 1973) s'amplifie dans les villes en inventant une agriculture qui n'existe plus depuis longtemps. C'est une réaction fantasmatique de citoyens désormais coupés des activités agricoles, mais aussi des réalités industrielles. Cette agriculture, perçue du cœur des agglomérations, devrait être cet indéfini doté d'une pureté que l'artificiel aurait perdue et elle devrait accepter le retour des prédateurs et de toutes les formes de vie sauvage (Della Bernardina, 2011). Elle devrait oublier les machines et l'artifice. Ce goût de l'animalité cherchée surtout dans les grands prédateurs se retrouve dans des textes littéraires (Tesson, 2019 ; Morizot, 2018). Il ne semble venir à l'idée de personne de chercher l'animalité dans le monde domestiqué. Pourtant, le plus domestiqué est aussi celui qui rejoint la source la plus sauvage puisque sa propre technicité est extériorisée, le laissant plus nu, plus néoténique (Dubois, 2020b).

Gilbert Simondon nous apporte une clé de lecture importante. Son cours sur la psychosociologie de la technicité date de 1960-1961. « *Dans les périodes où les techniques se modifient peu, il y a adéquation du contenu culturel et du contenu technique d'une civilisation. Mais, lorsque les techniques se modifient, certains des phénomènes humains constituant une culture se modifient moins vite et moins radicalement que les objets techniques [...]. Ces contenus culturels à évolution lente, qui étaient jadis en relation de causalité réciproque, dans une totalité organique constituant la culture, avec les formes techniques qui leur étaient adéquates, se trouvent maintenant être des réalités-symboles partiellement en porte-à-faux* » (Simondon, 2014 : pp. 34-35). Plus loin, il écrit : « *Ce peut être un but d'action research en psychosociologie que de rechercher les conditions et les moyens permettant de reconstituer l'unité organique d'une Culture, de façon majeure et positive. [...] Les objets techniques [...] sont ostracisés non parce qu'ils sont techniques, mais parce qu'ils ont apporté des formes nouvelles, hétérogènes par rapport aux structures déjà existantes de l'organisme qu'est la*

culture » (p. 36). Finalement, pour cacher la technicité, le choix « *le plus constant est l'obligation de porter un voile ou un déguisement pour pénétrer dans la citadelle de la culture* » (p. 37). L'automobile cache son moteur sous un capot et son radiateur derrière une calandre (p. 38). Il ne semble pas qu'il ait fallu cacher stalle ou robot de traite, mais il semble reconnu que méthaniseur, robot de traite ou d'alimentation soient mal perçus au moins initialement. Pour retrouver une place, l'objet technique se dévoile par des technophanies, objets de ritualisation : tableau de bord, voyants... (p. 39).

De fait, la psychosociologie comme discipline et comme pratique (clinique), suivant en cela la sociologie, même aujourd'hui, s'intéresse peu à la technique et encore moins à l'agriculture hypertechnicisée. Rares sont les travaux concernant l'évolution agricole, et souvent ils sont enchâssés dans un thème global sociétal (Dubois, 2019). Les grands troupeaux sont généralement ostracisés, au-delà d'une taille qui signifie que presque tous les troupeaux sont désormais déjà trop grands.

Simondon distingue l'objet technique ouvert, dont la technicité est apparente, non voilée, et l'objet technique fermé, qui est une boîte noire empêchant de « *lire en lui l'opération constructrice* ». L'objet ouvert permet la connaissance des schèmes techniques et autorise la réparation. L'objet fermé clôt sa technicité et favorise l'inculture à son égard. Finalement, l'objet fermé est un objet de consommation et il concerne peu l'agriculteur qui est comme un artisan, capable de travailler à partir de pièces détachées. Mais il reste que l'électronique et le numérique sont moins accessibles. L'étalement visible de la technicité fait mauvais ménage avec l'élevage dans l'imaginaire citadin dont l'inculture est favorisée par les présentations de l'agriculture valorisant une naturalité rêvée décalée par rapport à la réalité de l'animal de rente vivant dans le confort d'une étable moderne avec aliments et litière traités par des robots.

Le goût du sauvage pourrait représenter une forme de nostalgie, car l'évolution d'une humanité désormais citadine n'est possible que par une transformation équivalente de l'agriculture qui fait se rencontrer, sous une forme mythique d'alliance, le vivant et le machinique. À l'entassement des humains dans les mégapoles répondent la solitude relative des agriculteurs et l'entassement des animaux dans des structures qui ressemblent à des habitations. En consonance avec les transformations des villes, les activités agricoles s'artificialisent toujours davantage, puisque les agriculteurs sont aussi sommés de devenir des entrepreneurs, comme les urbains.

Si l'agriculture urbaine signifie que la ville devient poreuse au végétal comme ornement, producteur de fraîcheur ou d'aliments, force est de constater que vis-à-vis de l'animal, la situation est différente. S'il semble que ce sont d'abord les animaux de compagnie qui sont acceptés en ville, et surtout dans les appartements, mais pas ceux dont le destin est de terminer en abattoir. Il existe des exceptions intéressantes. Les moutons par exemple sont davantage reconnus pour leur fonction d'éco-pâturage. Ils remplacent, de façon écologique et économique, la tondeuse électrique ou à essence tout en créant animation et lien social. Les moutons viennent en substitution à la tonte motorisée, coûteuse, bruyante et polluante. De même, dans certains parcs londoniens, paissent des cervidés. MyFood dont le projet aquaponique signifiait une production animale (poisson) ne semble pas, pour le moment, y parvenir. En ville, les contraintes spatiales imposent une intensification de la production sur les surfaces « perdues ». Dans ce contexte, l'agriculteur urbain pourrait être un acteur du développement des techniques biologiques d'intégration entre maraîchage et élevage selon un système reconnu comme faible consommateur d'intrants, basé sur le recyclage des déchets de l'élevage. Il pourrait permettre d'améliorer la production tout en protégeant l'environnement.

Le fantasme du naturel peut conduire à une modification du mode de consommation. On voit déjà les tendances végétariennes et vegans se répandre dans les villes des pays développés, avec comme conséquence une baisse lente, mais réelle de la consommation moyenne de viande aussi bien que des produits d'origine animale. Le paysage global de l'agriculture de demain pourrait se rapprocher, sur certains aspects, d'une agriculture antérieure à la révolution industrielle, mais avec des différences importantes. En effet, nous l'avons reconnu dans les deux précédents volumes, de multiples agricultures sont déjà en cours de déploiement. Peut-être y aura-t-il un peu d'élevage ou d'aquaponie en ville, mais cela ne semble pas pouvoir être important. En revanche, les méthodes de la permaculture pourraient être développées aux alentours des villes, et dans certains cas dans les villes. L'agroécologie avec peu de grosses machines, dont l'agriculture de conservation des sols, a une place dans presque tous les types de culture. L'agriculture robotisée pourrait prendre le pas sur les formes industrielles actuelles, les élevages intensifs et robotisés pourraient côtoyer des élevages sur prairies... S'imposera la prise en compte du relief, du sol, du climat, des productions possibles. Les animaux d'élevage seraient toujours utilisés, d'un côté pour valoriser les surfaces non valorisables autrement, et de l'autre côté pour répondre à la

demande en étant enfermés dans des espaces de production confinés, mais conçus selon les exigences du bien-être animal. On peut concevoir la coexistence, voire la cohabitation, de plusieurs mondes agricoles qui convergent vers à la fois durabilité, productivité et humanisme, mais qui divergent sur les produits.

Reprenons la question de Jean-Gabriel Levon concernant l'élevage, de manière générale, face au pic de population prévisible d'ici trente à cinquante ans. Le coronavirus a permis de prendre conscience que la consommation des animaux sauvages pose de réels problèmes. Même pour les produits de la mer ou des étendues d'eau douce, les élevages dépassent désormais la pêche et la cueillette. Nous ne pourrions pas nous passer de productions d'insectes pour répondre aux prévisions démographiques : de l'ordre de dix milliards d'habitants sur la planète, d'ici la fin du siècle. Optimiser le cycle de l'azote en produisant différents insectes, mais également en diminuant les consommations de viande par personne est une vraie contrainte de fait, et non un objectif théorique. Cette contrainte globale ne définit pas les aspects quantitatifs par régions du monde. Elles diffèrent autant par la géographie physique que par la géographie humaine lesquelles sont de plus en plus décorrélées. Les conséquences globales en alimentation sont approximativement prévisibles : moindre consommation de viande, une part de la population pouvant choisir de n'en consommer quasi plus. L'aspect festif, voire « sacrificiel », de la consommation de viande, reviendrait sur la scène. C'est ce dont l'adjectif « flexitarien » voudrait rendre compte, mais ce terme cache mal une idéologie alimentaire adaptationniste en réaction à toute idéologie de normes alimentaires, quelle qu'en soit l'origine (alimentation paléo, végétarienne, bio, vegan, hallal, kasher).

Il semble raisonnable de maintenir une approche qui part d'une base territoriale respectant les différentes échelles de l'agriculture analysable selon différentes grilles. Par exemple, en géographie physique : parcelle agricole, parcelle ou troupeau ; exploitation agricole ; petite région agricole, bassin de production.

L'analyse de la nouvelle communauté homme/machine/vivant en agriculture ne pourra pas faire l'économie des différents niveaux d'échelle selon différentes topologies qui peuvent s'intriquer et se croiser : climat, relief, sols, hydrosystèmes, écosystèmes, filières agro-alimentaires, répartition des populations, réseaux de recherche, pôles d'innovation, ... En premier lieu, l'animal agricole est majoritairement un fournisseur de produits, mais il garde toujours des fonctions de service qui se transforment et sont difficilement prévisibles, comme soignant, compagnon ou associé, qui peuvent être saisies de façon symétrique dans le cadre

d'une triade animal/machine/humain. La différenciation par échelle d'application fait ressortir l'importance des relations dans cette triade et permet de mobiliser des ressources conceptuelles et méthodologiques homogènes. La compréhension des techniques de domestication passe par la domestication des techniques et réciproquement.

Références

- AXELSSON, E. *et al.* (2013). "The genomic signature of dog domestication reveals adaptation to a starch-rich diet", *Nature*, 495 (7441), 360-364.
- BENSA, A. (2011). « Notes sur la domestication des porcs », *Le Portique* vol. 27, document 8, mis en ligne le 04.08.2013, <http://leportique.revues.org/2547>.
- BERKER, T., HARTMANN, M., PUNIE, Y., WARD, & KATIE J. (2006). *Domestication of media and technology*. Open University press, Mac Grow Hill Education, Berkshire.
- BESNARD, G. *et al.* (2013). "The complex history of the olive tree: From Late Quaternary diversification of Mediterranean lineages to primary domestication in the northern Levant", *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 280 (1756), 20122833.
- BINDA, E. (2015). « Techno-esthétiques ou philosophies de l'interaction : Les réflexions de Gilbert Simondon et John Dewey », *Appareil*, 16, <https://doi.org/10.4000/appareil.2217>.
- CAZENILLE, L. *et al.* (2018). "How mimetic should a robotic fish be to socially integrate into zebrafish groups?" *Bioinspiration & Biomimetics*, 13(2), 025001.
- CRUTZEN, P. J. (2007). « La géologie de l'humanité : l'Anthropocène », *Écologie & politique*, 34(1), 143-148.
- DE WAAL, F. (1992) *La politique du chimpanzé*. Monaco : Éditions du Rocher.
- DELEUZE, G., GUATTARI, F. (1972). *L'Anti-Œdipe. Capitalisme et schizophrénie*, Paris : Éditions de Minuit.
- DELLA BERNARDINA, S. (2011) *Le retour du prédateur*, Rennes : Presses universitaires de Rennes.
- DUBOIS, M. J. F. (2019). « La dynamique instituante des agricultures. Faire société autrement », *Nouvelle revue de psychosociologie*, 28, 97-110.
- DUBOIS, M. J. F. (2020a). « Néoténie et technique I et II », *Cahiers Costech*, 3, [En ligne] www.costech.utc.fr/CahiersCOSTECH.
- DUBOIS, M. J. F. (2020b). *L'humain en devenir. Au commencement était la technique*, Londres : ISTE.

- GEELS, F. (2002). "Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: A multi-level perspective and a case-study", *Research Policy*, 31(8-9), 1257-1274.
- GOODY, J. (1979). *La Raison graphique. La domestication de la pensée sauvage*, trad. de l'anglais par J. BAZIN et A. BENSA, Paris : Éd. de Minuit.
- GUCHET, X. (2010). « La technicité animale à la lumière de la philosophie de l'individuation de Gilbert Simondon ». In F. BURGAT, *Penser le comportement animal* (pp. 95-114), Versailles : Ed. Quæ, coll. « Natures sociales ».
- GUCHET, X. (2016). « L'éthique des techniques, entre réflexivité et instrumentalisation », *Revue française d'éthique appliquée*, 2(2), 8-10, <https://www.cairn.info/revue-francaise-d-ethique-appliquee-2016-2-page-8.htm>.
- HALLOY, J. *et al.* (2007). "Social Integration of Robots into Groups of Cockroaches to Control Self-Organized Choices", *Science*, 318(5853), 1155-1158.
- HARE, B. (2002). "The Domestication of Social Cognition in Dogs", *Science*, 298(5598), 1634-1636.
- HAUDRICOURT, A-G. (1962). « Domestication des animaux, culture des plantes et traitement d'autrui », *L'Homme*, 2(1), 40-50.
- KAIKA, M., SWYNGEDOUW, E. (2000). "Fetishizing the Modern City: The Phantasmagoria of Urban Technological Networks", *International Journal of Urban and Regional Research*, 24(1).
- KETE, K. (1994). *The Beast in the Boudoir: Petkeeping in Nineteenth-century Paris*, USA: University of California Press.
- KISLEV, MORDECHAY E., HARTMANN, A., & BAR-YOSEF, O. (2006). "Early domesticated fig in the Jordan Valley", *Science*, 312(5778), 1372-1374.
- LARRÈRE, R. (1994). « Sauvagement artificiel », *Le courrier de l'environnement de l'INRA*, 21, 35-37.
- LATOUR, B. (1991). *Nous n'avons jamais été modernes*. Essai d'anthropologie symétrique, Paris : La Découverte.
- LEVEAU, P. (1993). « Territorium urbis. Le territoire de la cité romaine et ses divisions : Du vocabulaire aux réalités administratives », *Revue des Études Anciennes*, 95(3), 459-471.
- LIE, M., SØRENSEN, KNUT. H. (eds.). (1996). *Making Technology Our Own: Domesticating Technology into Everyday Life*, Oslo: Scandinavian University Press.
- MICHON, G. (1999). « Cultiver la forêt : Silva, ager ou hortus ? ». In S. Bahuchet *et al.*, *L'homme et la forêt tropicale* (pp. 311-326), Châteauneuf-Grasse : Éditions de Bergier.

- MORIZOT, B. (2016). *Pour une théorie de la rencontre. Hasard et individuation chez Gilbert Simondon*, Paris : Vrin.
- MORIZOT, B. (2018). *Sur la Piste Animale (Mondes sauvages)*, Arles : Éd. Actes Sud.
- MUNKACSI, A. B., PAN, J. J., VILLESSEN, P. *et al.* (2004). "Convergent Coevolution in the Domestication of Coral Mushrooms by Fungus-Growing Ants", *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 271(1550), 1777-1782.
- ROSSET, C. (1973). *L'anti-nature. Éléments pour une philosophie tragique*, Paris : PUF, coll. « Quadrige » [Dern. Ed, 2011].
- SALLON, S, *et al.* (2008). "Germination, Genetics, and Growth of an Ancient Date Seed", *Science*, 320(5882), 1464-1464.
- SAVOLAINEN, P. *et al.* (2002). "Genetic Evidence for an East Asian Origin of Domestic Dogs", *Science, New Series*, 298(5598), 1610-1613.
- SIGAUT, F. (1988). Critique de la notion de domestication, *L'Homme*, 28(108), 59-71.
- SIMONDON, G. (1964). *L'individuation à la lumière des notions de forme et d'information*, Grenoble : Million, [Rééd. 2005].
- SIMONDON, G. (2004). *Deux leçons sur l'animal et l'homme*, Paris : Ellipses.
- SIMONDON, G. (2014). Psychosociologie de la technicité. In *Sur la technique*, Paris : PUF.
- SLOTERDIJK, P. (2000a). *Règles pour le parc humain* [traduit par Olivier Mannoni], Paris : Mille et une nuits.
- SLOTERDIJK, P. (2000b). *La domestication de l'être*, Paris : Mille et une nuits.
- SMITH, J. E. H., NACHTOMY, O. (eds.) (2011). *Machines of Nature and Corporeal Substances in Leibniz*. Springer Netherlands.
- TESSON, S. (2019). *La panthère des neiges*, Paris : Gallimard.
- TIETZ, S. (2013). "Leibniz, Gottfried Wilhelm". In J. Wiley & Sons Ltd (ed.), *ELS* (p. a0025062). John Wiley & Sons, Ltd.
- TISSERON S. (2015). *Le jour où mon robot m'aimera – Vers l'empathie artificielle*, Paris : Albin Michel.
- VILA, C., MALDONADO, J. E., & WAYNE, R. K. (1999). "Phylogenetic relationships, evolution, and genetic diversity of the domestic dog", *Journal of Heredity*, 90(1), 71-77.
- ZEDER, M. (ed.) (2006). *Documenting domestication: New genetic and archaeological paradigms*, USA: University of California Press.

Les débats

Après l'exposé de Michel Dubois

Jacques Servière

Tu dis que la domestication est orientée surtout vers une plus grande productivité. J'avais le souvenir d'une forme de sélection à finalité pratique qui remonte à l'Empire romain. Je connais un exemple précis. Elle est venue d'un grand propriétaire qui avait identifié des moutons à laine fine et légère, plus chaude, en Italie et des moutons d'une autre race à laine plus épaisse et à meilleure résistance mécanique en Tunisie. Il a fait venir un millier de moutons tunisiens en Italie qu'il a fait croiser avec des races du sud de Rome. Cela a permis d'avoir une laine plus solide et plus chaude qui a équipé les Légions romaines quand il s'est agi de conquérir les régions d'Europe du Nord.

Christine Leclercq

Oui, il y a bien une différence entre sélection par le milieu et les usages, reconnue *ex post*, et de fait, une sélection consciente qui cherche un résultat prédéfini. Cette dernière est d'autant plus marginale qu'elle est ancienne. Il est difficile de trouver des exemples aussi précis dans des temps plus anciens. Il y en a eu certainement, mais la majeure partie des sélections se faisaient, originellement, par le milieu et les usages.

Michel Welter

On parle de sélection, d'expérience aléatoire réussie... Le problème, c'est qu'on retient juste ce qui a réussi. Alors qu'il peut y avoir eu beaucoup plus d'essais qui ont échoué. Il me semble qu'il serait préférable de faire référence à une faculté d'adaptation. J'ai un problème avec la sélection conçue comme un acte modificateur conscient d'un but à atteindre. En fait, la situation ne serait-elle pas : « *J'ai un problème, je tente quelque chose, j'échoue, plus personne n'en parle.* » Mais si je réussis, on dira : « *Il a modifié.* » Non, je me suis adapté. C'est philosophiquement parlant que j'ai du mal à entrer dans un processus conscient de sélection. Non, j'ai essayé, je suis descendu de l'arbre et j'ai marché !...

Christine Leclercq/Michel Dubois

On peut considérer qu'il y aurait un gradient entre le pôle de la sélection de fait (proche de la sélection naturelle dans le sens où la finalité n'est pas évidente), et le pôle de la sélection complètement orientée par des buts préalablement explicités. Et, depuis le début du processus de domestication, qui commence avec le chien, jusqu'à l'époque actuelle

imprégnée de biotechnologies, la sélection « inconsciente » recule par à-coups face à la sélection consciente et en lien avec l'accroissement des connaissances.

Après l'exposé préparé par Mickaël Gandecki

Guillaume Schlur

Le principe même de la co-construction a conduit à des relations spécifiques avec les pionniers qui avaient des réductions sur de nombreux produits et fournissaient les informations en temps réel. Le modèle d'affaires se construit avec les informations des clients : il en fallait donc rapidement un nombre suffisant. Il serait intéressant de comprendre comment cela s'est construit, d'où sont venus les premiers ?

Jean-Gabriel Levon

On comprend l'abonnement à MyFood, mais comment cela se passe-t-il ? Ce modèle peut-il réussir sans lien forts avec les clients ? Sans lien direct entre l'entreprise et ses clients, cela ne marche probablement pas. Ce sont probablement les problèmes remontés en centrale qui font avancer et conduisent à de nouveaux produits de traitement et peut-être à des innovations structurelles.

Dorothee Bizeray

Comme pour le poisson, il s'agit d'élevage. Comment le citoyen réagit-il à la notion d'abattage ?

Jean-Gabriel Levon

De fait, ils sortent le poisson de son milieu d'équilibre : ce qui implique sa mort. Le citoyen pense-t-il vraiment qu'il s'agit d'abattage ?

Michel Welter

Y a-t-il eu une réflexion sur le séquençage de la production par rapport aux besoins ? Poisson le vendredi par exemple, mais serait-il-- prêt pour ce jour-là- ? Quand la salade est fraîche, il faut la récolter, même si le citoyen a envie de carottes ce jour-là-.

On est ici en train de vouloir réinventer l'agriculture rurale traditionnelle, mais en ville dans une culture/société connectée, pour des familles disposant de moyens, un monde de citoyens qui se connecte à Amazon et demande son livre pour le lendemain matin. Cette relation à l'immédiat est mise à mal dans ce contexte. Certains ont essayé d'avoir des poules pour recycler leurs déchets alimentaires, mais ils ont été débordés, car à un moment, il a des œufs et il faut les manger tous les jours ou les donner...

Jean-Gabriel Levon

Autrement dit, ce modèle ne marche que si c'est un complément, c'est-à-dire que la production n'excède jamais les besoins du moment. Mais justement, on parle ici de 10 kg de légumes variés par mois ; pour une famille c'est marginal.

Michel Welter

Il y a un côté « génial » de retour à l'autonomie. Là où cela me gêne, c'est la notion de RSE qui est mise derrière. C'est la mode actuelle. Pour ma part, j'aimerais aussi qu'on protège l'environnement. J'aimerais aussi qu'on fasse le bilan carbone et le bilan énergétique de cette opération et nous risquons d'avoir des surprises.

Christine Leclerc

Il y a une contradiction extrême entre la naturalité vendue (permaculture) et le niveau d'artificialisation extrême (rires). On retrouve ce même paradoxe entre la recherche d'autonomie et d'autoconsommation et la dépendance complète au niveau technique, support, réseau. Il y a quelque chose à analyser.

Gilles Moreau

Ce projet demande un débat plus général sur la naturalité et l'autonomie. De nouvelles définitions ne sont-elles pas nécessaires quand l'agriculture rentre en ville ?

Après l'exposé de Philippe Barthès

José Halloy

Vous dites que vous ne faites rien des données de la génétique, c'est-à-dire, qu'elles remontent en traitement, mais vous n'avez aucun retour : c'est ce que vous voulez dire ?

Michel Welter

Oui, on connaît bien cette déception ; on nous demande d'envoyer les données, mais de toute façon rien ne nous revient, car il y a une sorte de dogme : il y a des gens qui pensent, c'est leur métier, et « *les agriculteurs ne sont pas assez intelligents pour comprendre* ». Mais en plus, dans l'insémination, il y a un conflit entre les sélectionneurs (qui sont éleveurs/agriculteurs) qui ont une approche de généalogistes et les généticiens. C'est un vrai problème du pouvoir économique. De plus, pour les questions d'agrandissement d'exploitation, c'est bien une question politique. On a un système de primes à la surface. Si l'on veut renouveler l'agriculture française, il faut donner des primes à la main-d'œuvre.

Philippe Barthès

Où à la qualité... si vous êtes en haut des grilles de qualité du lait AOP Roquefort (en particulier

en microbiologie), c'est équivalent à du lait pasteurisé... Toutefois, en AOP Roquefort, nous travaillons en lait cru. Nous n'avons pas droit à l'erreur.

José Halloy

Vous avez parlé de panne. En avez-vous eu qui vous ont empêché de faire la traite ? Et dans ce cas, qu'est-ce que vous faites... tout à la main ?

Philippe Barthès

Les deux lignes sont indépendantes, donc cela peut arriver d'un côté, mais pas de l'autre. On est ralenti, mais on peut s'en sortir. Ce qui permet de bien résister contre les pannes d'électricité, c'est le groupe électrogène. Et s'il y a des problèmes avec les robots, on peut avoir de l'assistance technique par téléphone qui est assez efficace. Il peut y avoir besoin de changer des circuits électroniques, ce qu'il faut savoir faire en direct... Il faut savoir faire 50 métiers !

Michel Welter

José, tu poses la bonne question entre la réparation de choses inertes et la robotisation avec du vivant. Pour le moment, la traite par robot a été conçue de telle sorte qu'en cas de panne, on perd les informations électroniques, mais on peut traire. On met une personne à côté qui remplace l'absence de contrôle électronique. On perd l'informatique, mais le vital, continuer à traire, est maintenu. L'évolution vers du tout automatique peut devenir dangereux, car en cas de panne, ce n'est pas remplaçable. Ce n'est pas que le problème de la robotisation, mais aussi de l'automatisation, et il ne faut pas franchir le pas du « *l'homme ne peut pas remplacer* ».

Philippe Barthès

Effectivement, nous travaillons avec du vivant, et pour le moment, les robots ne peuvent pas tout faire, et l'homme peut encore remplacer.

Guillaume Schlur

Les brebis cohabitent avec le robot. Elles s'y sont habituées. Est-ce qu'elles prennent toujours le même chemin ?

Philippe Barthès

Là, il y a deux côtés, mais oui, vous avez raison, chacune finit par choisir un côté. Mais il y a toujours les pénibles (entre guillemets) et elles restent pénibles. Les coups de pieds, c'est toujours les mêmes ; celles qui bouchent le passage aussi...

Michel Welter

José, je te répondrai que c'est comme les vaches qui reviennent dans le même lit tous les soirs et celles qui changent de lit tous les soirs. Ne pas y voir d'allusion anthropocentrée !

José Halloy

Vous avez dit que vous vendiez des paillettes en Nouvelle-Zélande. Est-ce que vous n'êtes pas en train de vous suicider ? Il se pourrait que les Néo-Zélandais fassent du Roquefort...

Philippe Barthès

Non, c'est extrêmement peu probable, beaucoup trop loin de leur culture. C'est du lait qui part en Chine.

Philippe Barthès, Michel Welter, Julie Dewez, Michel Dubois.

La Nouvelle-Zélande dispose de surfaces énormes et les agriculteurs équilibrent entre brebis et vaches, et de toute façon, ils achètent la génétique à qui ils veulent et quand ils en ont besoin..., car pour la vente, leur grande réorientation, c'est la Chine. Et ils ne disposent pas du savoir-faire pour réaliser un produit voisin du Roquefort. Il faudrait donc aussi qu'ils l'acquièrent.

José Halloy

Qui a pris la décision de la vente ? Serait-ce ce fantôme de la génétique qui plane au-dessus de tout ça ? (rires)

Philippe Barthès

Dans notre cas, c'est la fédération générale du Roquefort !...

Après l'exposé de Guillaume Schlur

Participant non identifié

Combien avez-vous de pompes ?

Guillaume Schlur

Une seule pompe par système, car tout se fait par gravité (ce qui limite la consommation énergétique), et qui a été doublée en cas de panne. Il y a également une soufflante qui amène de l'air dans la serre.

Christine Leclercq

Il s'agit d'un écosystème avec deux sous-ensembles dissociés : il faut essayer de trouver un compromis pour tous les paramètres physico-chimiques, mais en même temps, le fait de dissocier donne un peu de marge de manœuvre. On peut, peut-être, agir entre deux phases ?

Guillaume Schlur

Tout à fait, le système tourne en couplé, tout le temps. Mais je l'ai conçu aussi, en cas de problème sur les poissons ou sur les végétaux, en coupant deux ou trois vannes, à ne faire circuler l'eau que pour les plantes elles-mêmes, ou que pour les poissons : on peut isoler les populations et du coup, on peut avoir une action ponctuelle sur une des populations sans remettre en cause la viabilité de l'ensemble du système.

Christine Leclerc

Donc il y a à la fois une maturation du système, mais aussi le risque avec le vieillissement, car on est encore ici dans le juvénile, d'avoir des problèmes de pathologies.

Guillaume Schlur

Oui, ce sera à suivre. Pour l'instant, je n'ai rien du tout, à part quelques attaques de ravageurs sur les plantes, mais pas de soucis sur les truites qui est pourtant un poisson assez fragile, ce qui tout de même est un gage de qualité de l'eau. Pour le peu d'exemples que l'on a de systèmes aquaponiques de 8, 9 ou 10 ans, il apparaît que dans la durée, on n'a presque plus rien à faire : le système s'autorégule.

Christine Leclercq

Est-ce à dire que ces systèmes, dans la durée, sont plus riches d'un point de vue biologique ?

Guillaume Schlur

Oui, je pense qu'il y a un équilibre qui se fait. Il y a aussi l'inertie du système. Mais on est au début de l'aventure et il se peut que je revienne dans cinq ans pour vous dire qu'il ne faut pas faire d'aquaponie, parce que cela ne marche pas. Mais pour l'instant, cela fonctionne et si je me suis investi dans cette entreprise, c'est que j'y crois !

Après l'exposé préparé par Daniel Cluzeau

José Halloy

Il y a des élevages de vers de terre pour produire du compost horticole, vendu sans ver de terre et dont l'effet est reconnu, même si les éléments scientifiques explicatifs manquent.

Christine Leclerc

Les impacts environnementaux de la fabrication de composts externe, autrement dit de la production de compost, sont quand même discutables, car on perd de l'azote en passant par des animaux. Et si après, il faut rajouter de l'engrais azoté synthétique, on peut se demander quel est le résultat, si le gain est compensé par une perte. Cela mérite d'être évalué

précisément. Les effets, sur chaque étape de la chaîne de production et d'utilisation, mériteraient d'être analysés complètement.

Gilles Moreau

Il faut bien séparer le lombricompost qui sert d'amendement global du compost pour l'horticulture, produit par des vers de terre, mais tamisé et ensuite vendu sans eux et la terre végétale comportant des lombrics.

Michel Dubois

L'empirisme est encore dominant. La recherche, vous l'avez vu, est très récente : on n'a pas encore les connaissances suffisantes pour pouvoir conseiller des changements d'orientation, ni tous les outils pour répondre à des questions précises, agronomiques, environnementales, etc. Par ailleurs, la conception du sol comme milieu vivant dont il faut maintenir l'auto-fertilité est récente. Comme l'a montré Daniel Cluzeau, la dynamique actuelle vient davantage des agriculteurs que des chercheurs ou ingénieurs qui, de fait, suivent le mouvement. Ne pas oublier que la thermodynamique est apparue après la machine à vapeur, la cybernétique après les régulateurs, ... Le rôle des vers de terre est désormais reconnu et empiriquement valorisé avant que la science n'en ait fait l'analyse.

Après l'exposé de Jacques Servièrè

Michel Dubois

Nous avons été attentifs, lors de l'invitation des participants à ne pas inviter des militants ou des tenants de positions extrêmes. Ce qui est intéressant dans ta restitution, c'est que nous percevons bien chez tous les participants cette recherche pour proposer des réponses à cette attente sociétale, à cette large problématique sur le bien-être animal. Ce qui peut paraître surprenant, c'est que la réponse associe le bien-être animal, celui des humains et pourquoi pas des machines. Toutes les présentations montrent en arrière-fond cette préoccupation constante, du bien-être animal, mais aussi humain, tout autant que la préoccupation du responsable qui voudrait aussi se sentir bien dans l'usage de tous ses instruments.

Jean-Baptiste Levon

Dans cette recherche de bien-être à plusieurs niveaux, il y a un côté éthique. Si on est cruel, on n'en dort pas la nuit. Et puis, il y a un côté business : si un animal ne va pas bien, c'est l'élevage qui ne va pas bien. Donc nos préoccupations ne sont pas que du « bisounours », elles répondent à des préoccupations de réalité économique.

Michel Welter

Nous avons tendance à nous opposer les uns aux autres en vantant chacun nos choix. Mais ce qui apparaît, c'est que nous sommes attaqués, collectivement. La croissance urbaine a lieu dans les plaines agricoles. L'agriculture est en train de devenir le jardin des citadins.

Philippe Barthès

On sait que la proportion des citadins s'accroît sans cesse dans les populations. Mais, s'il y a une crise agricole, comment les citadins vont-ils se nourrir ?

Michel Welter

Une longue grève des producteurs d'essence, et c'est rapidement la crise alimentaire des villes. Ce qui m'avait terrorisé quand j'ai expliqué mon métier à des élèves venus visiter ma ferme. Je suis éleveur de vaches qu'il faut traire pour fabriquer du lait. Et j'entends : « *Les agriculteurs, ils sont vraiment cons. Nous, si nous voulons du lait, nous allons le prendre en grande surface.* » On peut en rire, mais de fait, c'est terrible. Il y a des générations complètes qui sont formées à l'idée de steaks fabriqués par des cultures de cellules en environnement confiné. Comment cela peut-il être durable ? Et pendant ce temps, nous nous battons entre nous et j'entends : « *La ferme des 1 000 vaches, c'est la fin de l'agriculture paysanne.* » Non ! Expliquons aux 90 % de la population non connectée à l'agriculture notre diversité et que les 13-14 % de gaz à effet de serre dus à l'élevage sont fondés sur une activité qui nourrit. Évidemment, si on arrête l'agriculture, il n'y aura plus de GES..., car il n'y aura plus d'activité humaine... Comment pouvons-nous l'expliquer ?

Christine Leclerc

On peut regretter cette opposition. Nous n'avons pas perçu l'absence ou le manque de communication des agriculteurs sur le sens de leur évolution, d'autant qu'il y a eu une persistance du poids politique des agriculteurs malgré leur baisse numérique, en particulier par la maintenance du nombre de communes, trente-six mille communes dont le plus souvent le maire était un agriculteur. Le changement a été brutal. Nous ne les avons pas aidés, c'est notre responsabilité. Et aujourd'hui, on découvre cette rupture sans vraiment savoir comment réagir. Faire visiter, ce n'est pas être dans l'opposition, c'est très positif. Positionner une opposition ville/campagne est-ce positif ? Mais surtout, on ne peut pas renvoyer une culpabilisation comme réponse à une autre culpabilisation.

Guillaume Schlur

Ce que nous avons entendu sur le modèle MyFood, donne aussi des idées. Les gens ne savent plus comment on cultive une tomate ou on élève un poisson. Mettre un modèle d'aquaponie dans chaque école permettrait une reprise de contact avec les difficultés de la production agricole. On peut parallèlement expliquer aux jeunes ce qu'est l'agriculture.

Michel Welter

Vous souvenez-vous de ce qui s'est passé sur le diesel ? Il y a un an, on nous expliquait que les moteurs diesel, c'était l'enfer sur terre. Les microparticules nous tuaient. Vive la voiture à essence. Moi, je vis à côté de la plus grosse usine de production de moteurs diesel d'Europe qui appartient au groupe Peugeot. Le patron de l'usine est allé voir le ministre en montrant que les voitures à essence ont un bilan carbone et énergétique catastrophique par rapport aux moteurs diesel. C'est un exemple qui montre qu'on ne fait changer les choses que par lobbying ou par opposition, mais pas par la pédagogie. La vitesse d'impact de la pédagogie est très faible par rapport à l'évolution économique qui provoque le changement climatique. C'est cela qui m'inquiète. Je suis d'accord pour reconnaître qu'en agriculture, nous faisons encore un combat d'arrière-garde. En ce qui concerne la formation des jeunes agriculteurs, peut-être faut-il inclure de la géostratégie ? Si la France arrête d'exporter ses produits agricoles que vont devenir les pays importateurs ? Les Russes viendront, mais cela posera d'autres problèmes.

Christine Leclerc

C'est un autre débat ; la force de notre agriculture vient du « parapluie » de la politique agricole commune qui a été un soutien massif à l'agriculture. Sinon, nous serions « importateur net » plutôt qu'exportateur net. Vendre à bas prix en Afrique détruit l'agriculture de ces pays. Finalement, malgré toutes les attaques, c'est tellement bon de se dire en tant qu'agriculteurs que nous nourrissons le monde, cela fait tant de bien ! Ce discours-là est facile. Sauf que surproduire, cela ne nourrit pas le monde, cela ruine les agriculteurs locaux et affame dans la durée des pays qui pourraient nourrir leur population.

Jean-Gabriel Levon

Il y a une question qui n'a pas été abordée, mais qui est discutée généralement dans le milieu des Agtechs. On voit sans cesse des présentations de marchés énormes, une population mondiale en expansion, pas de concurrence tant le marché croît vite. L'industrie du Pet-food, celle qui nourrit les chats et les chiens en France, est aujourd'hui rachetée par des pays qui en ont besoin pour leur population. Nous n'avons pas discuté de comment se préparer à ce pic d'humanité qui se profile d'ici trente ou quarante ans ? Faire de la production d'insectes,

comme nous le faisons, pour une population de trois milliards ne semble pas utile. Pour une population de 12 milliards, comment s'en passer ? Optimiser le cycle de l'azote en produisant des insectes permettrait de diminuer les exigences en surface. On prend souvent comme présumé que la taille du marché ne permet pas certaines activités. Mais, je viens de le dire, dans la production agricole technique, dont fait partie la production d'insectes, il n'y a pas vraiment de concurrence, car la demande est tellement forte qu'on ne peut suivre. Comment nous préparons-nous à ce pic de la population ? Les élevages classiques qu'on fait, globalement et quantitativement, ne sont pas viables pour une telle population. Il y a une vraie problématique non posée ici et qui pourtant conditionne la production animale et l'élevage.

Maxime Agnès

Je vais vous présenter ici une publicité du syndicat Interbev, qui s'appelle « *Aimez la viande, mangez-en mieux* ». Je l'ai découverte par hasard au cinéma, mais on peut la trouver sur le site web d'Interbev¹⁹. Le contenu du texte est le suivant, accompagnant des images bien frappantes et une musique du soleil. « *Voici Thomas : il aime la lecture, la musique, les séries en VO, le yoga, les jus détox et... les moments entre amis. Thomas se déplace en vélo et contribue à préserver la planète. Il aime tous les légumes, céleris, pois gourmands, topinambours, poireaux. Il est passé maître dans l'art de les cuisiner. Et comme Thomas est flexitarien, il adore aussi la viande. Il a compris qu'être flexitarien, c'est manger mieux. Grâce à une viande de qualité, responsable et durable... Et Thomas sait qu'il peut compter sur toute la filière pour ça. Aimez la viande, mangez-en mieux !* »

¹⁹ <http://www.packshotmag.com/films/interbev-aimez-la-viande-mangez-en-mieux/>.

Remerciements

Cet ouvrage a bénéficié du soutien du GIS UTSH (Unité *Technologies & Sciences de l'Homme*), groupement d'intérêt scientifique porté par les Universités de technologie de Belfort-Montbéliard, Compiègne et Troyes et par l'Institut polytechnique UniLaSalle, ainsi que du Conseil régional des Hauts-de-France et du Conseil régional de Normandie. Nous souhaitons exprimer notre gratitude à Philippe Barthès, Julie Dewez, Jean-Gabriel Levon, Michaël Gandecki, Guillaume Schlur et Michel Welter pour leurs témoignages et leur coopération lors des entretiens. Nos remerciements vont également à Daniel Cluzeau, Séverine Lagneaux et Jacques Servièrre pour leur participation. Enfin cet ouvrage a bénéficié de l'aide et de la contribution de Maxime Agnès, Eline Dubarral et Fatma Fourati-Jamoussi d'UniLaSalle, qu'ils et elles en soient remerciés.

Les éditeurs

Marie-Asma Ben Othmen, Michel Dubois et Loïc Sauvée

Présentation des auteurs

Philippe Barthès

Philippe Barthès est éleveur et sélectionneur de brebis race Lacaune Lait depuis vingt-six ans. Il est éleveur formateur agréé depuis début 2019, avec une licence professionnelle de développement et conseil pour les filières ovines. Il est membre suppléant du bureau de l'Association des producteurs de lait de brebis de l'aire de Roquefort (depuis 2017) et membre de la commission qualité de la Confédération générale de Roquefort (2020).

Marie-Asma Ben-Othmen

Enseignante-chercheuse en économie de l'environnement à l'Institut polytechnique UniLaSalle (Campus de Rouen). Elle est responsable du Master of Science *Urban Agriculture & Green Cities* et rattachée à l'unité de recherche InTerACT. Ses travaux portent sur l'étude des attitudes vertes des citoyens et leur comportement écologique, ainsi que sur l'analyse de l'action publique envers la rémunération/compensation des services écologiques.

Daniel Cluzeau

Maître de conférence à l'Université de Rennes 1, Enseignant-chercheur sur la distribution et l'écologie des vers de terre, membre de l'UMR CNRS 6553 ECOBIO Équipe RITME (Réseaux d'Interactions et Transferts de Matières dans les Écosystèmes) et directeur de la Station Biologique de Paimpont, spécialiste en géodrilologie (sciences des vers de terre). Il travaille en particulier sur les interactions entre biodiversité et fonctionnement physique des sols tempérés et sur la restauration écologique de ces fonctions.

Julie Dewez

Titulaire d'une maîtrise en biologie animale, d'un diplôme d'ingénieur agro et d'une licence de chef de centre d'insémination, elle travaille depuis dix ans sur le développement d'outils de monitoring des animaux de rente (bovin, équin, porc, caprin) pour de grandes coopératives ou Groupes coopératifs agricoles. Passionnée d'élevage et de nouvelles technologies, ses thématiques de prédilections sont la reproduction (mises bas/œstrus) et le bien-être animal.

Eline Dubarral

Titulaire d'un master Économie de l'Environnement, de l'Énergie et des Transports à l'Université de Rouen Pasteur, elle est actuellement chargée d'études bioéconomie durable et membre de l'unité de recherche INTERACT à l'Institut polytechnique UniLaSalle. Ses thèmes de recherche traitent particulièrement de la question de la méthanisation et du risque dans les filières de valorisation de la biomasse dans le cadre du projet « Réseau de sites démonstrateurs du pôle Industries & Agro ressources ».

Michel Dubois

Expert référent en sciences de l'agriculture, Enseignant-chercheur HDR membre de l'unité de recherche InTerACT à l'Institut polytechnique UniLaSalle et chercheur associé au LIED (Paris VII). Après une carrière en recherche et développement, il a été directeur de la spécialité Agriculture de l'Institut UniLaSalle de 2010 à 2015. Il est l'auteur d'ouvrages sur la transition énergétique et la transformation de l'esprit scientifique dans la société contemporaine. Ses thèmes de recherche sont le développement durable et la relation dans la durée « humain/technique/vivant ».

Fatma Fourati-Jamoussi

Enseignante-chercheuse en Marketing et Intelligence Stratégique, Docteur en Sciences de Gestion diplômée de l'Université Paris Dauphine et membre de l'unité de recherche InTerACT à l'Institut polytechnique UniLaSalle. Elle enseigne principalement l'Intelligence économique et la Veille stratégique, et dans ce cadre elle a monté un partenariat pédagogique entre Sindup (éditeur de la plateforme de veille stratégique et E-réputation) et UniLaSalle. Ses recherches portent sur l'évaluation de l'usage des outils de la veille stratégique et la mise en place d'un processus de veille au sein des entreprises, l'intégration et la perception du développement durable et de l'innovation dans la formation d'ingénieurs, ainsi que l'impact de la digitalisation dans le monde agricole.

Michaël Gandecki

Après une carrière dans le secteur bancaire, il lance MyFood : une entreprise spécialisée dans la commercialisation de serres connectées. Ayant un statut de start-up au départ, MyFood a permis l'émergence d'une communauté de pionniers étrangers au monde agricole qui produisent eux-mêmes une partie de leur nourriture, grâce à des serres connectées.

Aujourd'hui, MyFood déploie environ 200 serres en Europe et à travers le monde, du Canada au Qatar.

Séverine Lagneaux

Enseignante-chercheuse à l'Université de Louvain (UCL), coordinatrice de la Chaire P. Lamy « Anthropologie de l'Europe contemporaine ». Ses travaux portent sur la paysannerie européenne et sur les relations entre humains et non-humains dans divers milieux techniques en Belgique, France et Roumanie. Au carrefour de l'anthropologie politique, de la nature et des techniques, elle étudie les formes de reconnaissance octroyées aux animaux d'élevage, aux robots industriels, au Danube, aux infrastructures techniques et à la faune du fleuve à travers les pratiques quotidiennes des Européens.

Jean-Gabriel Levon

Créateur en 2011 d'Ÿnsect, avec Antoine Hubert, Fabrice Berro et Alexis Angot, il y a pris la direction de la R&D. L'idée fondamentale de la création de cette start-up était de replacer les insectes au cœur de la chaîne alimentaire, étant donné leurs rendements exceptionnels de transformation. En arrière-fond de cette innovation : les préoccupations globales environnementales et d'alimentation humaine, c'est-à-dire les limites planétaires.

Loïc Sauvée

Enseignant-chercheur HDR en sciences de gestion, ingénieur agronome et docteur en agroéconomie, il dirige l'unité de recherche InTerACT à l'Institut polytechnique UniLaSalle. Ses recherches portent sur l'innovation agricole, la RSE agroalimentaire, l'apprentissage organisationnel et technologique. Il est chercheur associé au laboratoire COSTECH (UTC) et directeur du GIS UTSH (2020-2021).

Guillaume Schlur

Ingénieur en agriculture ESITPA (aujourd'hui UniLaSalle Rouen), après une première expérience dans le développement agricole à Madagascar et dans les fédérations de CUMA, il décide en 2017 son projet de Ferme Aquaponique de l'Abbaye, associant une serre maraîchère et un élevage de truites transformées sur place.

Jacques Servièrè

Biologiste, spécialiste en neurosciences, et ancien directeur de Recherche INRA (retraité). Il a été chargé de missions INRA sur les questions de Société Bien-être animal en élevage et en expérimentation. Il est conseiller scientifique auprès de l'Office International des Viandes (OIV-IMS) sur les questions de « bien-être animal ».

Michel Welter

Il a d'abord été ingénieur de recherche appliquée en gestion fourragère à Arvalis, autrement dit spécialiste du pâturage. Puis, il a repris la ferme familiale de Lorraine, comme agriculteur-éleveur. Depuis 2009, il a pris, avec Michel Ramery, la direction du projet de la SCL Lait Pis Carde, connue sous le nom de « Ferme des 1 000 vaches ».