

SEPTEMBRE 2025

TECHNOLOGIES NUMÉRIQUES : COMPRENDRE ET ACCOMPAGNER LEUR ESSOR EN ÉLEVAGE DE RUMINANTS

Décryptage

Contexte et enjeux
du numérique en
élevage de ruminants

Impacts

Promesses et défis des techniques
numériques en élevage
de ruminants

Solutions

Conseils et bonnes pratiques
pour l'usage du numérique
en élevage de ruminants



ÉTUDES,
ANALYSES,
STRATÉGIE



ÉDITO

Samuel BULOT,
Président de l'Institut de l'Élevage
Membre du Groupe Technique DATA CNIEL
Membre du Groupe Technique Numérique INTERBEV

Depuis les années 2000, le numérique a progressivement gagné tous les secteurs de notre société, et l'agriculture ne fait pas exception. Ainsi, l'élevage de précision, avec ses promesses d'optimisation des pratiques et de renforcement de la compétitivité, a vu le jour et s'est rapidement développé. La transition numérique est désormais une réalité incontournable pour les éleveurs. Pourtant, bien que porteuse d'opportunités, elle soulève également des défis majeurs, tant techniques, qu'environnementaux, économiques et humains.

Consciente de l'importance de ces enjeux, la Confédération Nationale de l'Élevage (CNE) a, depuis 2017, investi dans un programme de recherche ambitieux, intitulé Sm@rt Elevage. Ce programme a pour objectif de mieux comprendre les forces et les faiblesses du numérique appliqué à l'élevage de ruminants, afin de permettre aux éleveurs de tirer le meilleur parti de ces nouvelles technologies. L'accompagnement des éleveurs est crucial dans cette transition, pour une compréhension claire des besoins spécifiques de chaque exploitation et un choix éclairé des solutions techniques les plus adaptées à chaque exploitation.

Dans ce contexte, ce Dossier Technique de l'Élevage prend toute son importance. Il se veut un outil pratique et accessible, destiné à accompagner les éleveurs et leurs conseillers dans leur démarche de transition numérique. En abordant les différents aspects du numérique en élevage, ce document offre un panorama complet des solutions disponibles tout en aidant à leur adéquation avec les besoins exprimés par les éleveurs et les contraintes spécifiques de chaque type d'élevage.

Ce Dossier n'est donc pas seulement un recueil de connaissances mais une invitation à réfléchir, à s'informer et à s'équiper de manière éclairée. Il se veut être une ressource précieuse dans un parcours vers un élevage de plus en plus connecté, performant et durable.

AVANT-PROPOS

4

Le numérique en élevage de ruminants apparaît comme un levier pour améliorer la durabilité, l'efficacité et la productivité des élevages. Il participe au développement de systèmes conciliant performances économiques, environnementales et sociales. Enfin, il concourt à augmenter l'attractivité du métier d'éleveur et de conseiller auprès des jeunes générations, en améliorant les conditions de travail.



Ce numéro des « Dossiers Techniques de l'élevage » a été construit à partir des résultats du projet « Sm@rt Elevage », piloté par l'Institut de l'Élevage et financé par la CNE. Son objectif : étudier l'apport des nouvelles technologies pour un pilotage fin du troupeau et des exploitations d'élevage herbivore. Sm@rt Elevage a associé de nombreux partenaires de la recherche, du développement et de la formation agricole, qui ont contribué activement à sa réussite. Il est également cofinancé par le programme Occitanum qui a pour ambition de faciliter le déploiement des technologies numériques dans le cadre de la transition agro-écologique au travers de « Living Labs ». Que chacun, éleveur et acteur du territoire enquêté, et membre du projet soit ici remercié pour sa mobilisation.

Partenaires techniques :



Partenaires financiers :



7



DÉCRYPTAGE

CONTEXTE ET ENJEUX DU NUMÉRIQUE EN ÉLEVAGE DE RUMINANTS

7 Développement du numérique : une croissance exponentielle

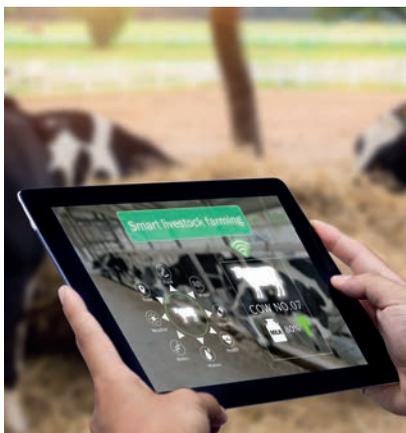
10 Les utilisations du numérique : en élevage de ruminants

16 Quel est le niveau d'adoption du numérique par les éleveurs ?

24 Quelle perception ont les éleveurs des technologies numériques ?

26 Technologies numériques et partage des données : les éleveurs largement favorables mais sous conditions

29



IMPACTS

PROMESSES ET DÉFIS DES TECHNOLOGIES NUMÉRIQUES EN ÉLEVAGE DE RUMINANTS

29 Impact des technologies numériques sur les conditions de travail

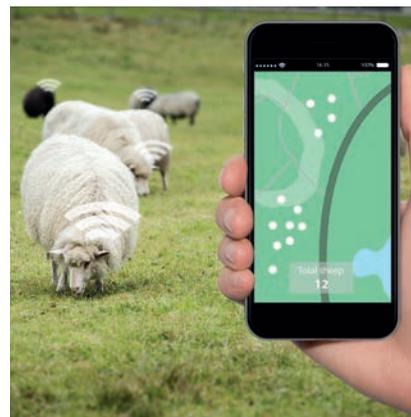
37 Impact des technologies numériques sur l'environnement

39 Les possibilités offertes par les technologies numériques en matière de santé et de bien-être des animaux d'élevage

43 Assurer la traçabilité des animaux et des pratiques d'élevage

46 L'intérêt technico-économique des technologies numériques : à regarder au cas par cas

51



SOLUTIONS

CONSEILS ET BONNES PRATIQUES POUR L'USAGE DU NUMÉRIQUE EN ÉLEVAGE DE RUMINANTS

51 Les questions à se poser avant de s'équiper

58 Données issues des outils numériques : comment les protéger

60 S'assurer d'une bonne connectivité : un indispensable !

61 L'interopérabilité : faire dialoguer les technologies entre elles

62 Stockage des données : le *cloud* au service des éleveurs

64

AVANT-PROPOS

• MINI-BIOGRAPHIE

Clément ALLAIN

Chef de projet R&D sur l'élevage de précision à l'Institut de l'Élevage



« Le niveau d'équipement en solutions numériques est relativement élevé. Une enquête conduite par l'Institut de l'Élevage en 2023 révèle, qu'en fonction des filières, entre 82 et 94 % des éleveurs de ruminants utilisent au moins un type d'outil numérique connecté : capteur, robot, automatisme... »

Depuis 2010

Il participe à plusieurs projets nationaux et européens en lien avec l'élevage de précision. Il est aujourd'hui reconnu comme un expert national et international dans ce domaine.

L'utilisation de technologies numériques en élevage : de quoi parle-t-on exactement ?

Les technologies numériques en élevage couvrent un champ d'applications large et en constante évolution. Souvent associées au concept d'élevage de précision, elles désignent l'ensemble des outils et solutions combinant capteurs, automatisation, traitement et transmission des données pour mieux comprendre et optimiser la gestion des animaux. Cela inclut notamment des capteurs capables de mesurer des paramètres précis (morphologie, mouvements, comportements, données biologiques...), des systèmes de transfert et de stockage sécurisé des données, des modèles d'analyse avancée (reposant fréquemment sur l'intelligence artificielle) pour interpréter et valoriser ces informations, et des outils d'aide à la décision permettant d'accompagner les éleveurs dans leurs choix stratégiques. Enfin, ces technologies s'étendent à la robotique et aux automatismes, qui visent à réduire les contraintes quotidiennes et la pénibilité, tout en améliorant les performances des élevages et le bien-être des animaux.

Ces technologies numériques sont-elles déjà bien implantées dans les élevages français ?

De manière générale, le niveau d'équipement des élevages français est relativement élevé. Une enquête conduite par l'Institut de l'Élevage en 2023 révèle que, selon les filières, entre 82 % et 94 % des

éleveurs de ruminants utilisent au moins un type d'outil numérique connecté : capteur, robot, automatisme... Toutefois, des disparités notables existent selon les types de productions et les systèmes d'élevage. Ainsi, les élevages ovins allaitants disposent en moyenne de 2,6 outils connectés par ferme, contre 6,6 dans les élevages bovins laitiers.

Au sein d'une même filière, les différences sont également marquées. Dans les élevages bovins laitiers, les grands troupeaux (105 vaches laitières et plus) possèdent en moyenne 3,3 fois plus d'outils connectés que les petits troupeaux (55 vaches ou moins). De même, les exploitations très productives (plus de 9 600 kg de lait par vache et par an) sont 3,2 fois mieux équipées que celles à plus faible productivité (moins de 7 000 kg de lait par vache et par an). Enfin, les élevages en système herbager sont 1,8 fois moins équipés que ceux ayant une conduite en bâtiments.

Y a-t-il des outils qui se développent particulièrement ?

En 2015, l'Institut de l'Élevage, en partenariat avec la coopérative Evolution et l'opérateur Orange, avait déjà évalué le niveau d'équipement numérique des éleveurs bovins laitiers français. L'enquête menée en 2023 permet désormais de mesurer l'évolution des équipements et de mieux appréhender les tendances dans l'adoption de nouveaux outils. Les résultats montrent une forte progression de certains

équipements. Ainsi, le pourcentage d'éleveurs utilisant des caméras de surveillance a été multiplié par 2,2, celui des robots de traite par 2,4, et celui des détecteurs de chaleurs par 2,6.

En parallèle, des outils peu présents sur le marché il y a une dizaine d'années se développent rapidement. Parmi eux, on trouve les robots repousse-fourrage, les robots de nettoyage, les drones pour la surveillance des exploitations, ou encore les stations météo connectées. En petits ruminants, des innovations spécifiques émergent également. On note l'adoption croissante de colliers GPS en zone de parcours ou de montagne, de distributeurs automatiques de concentrés robotisés en salle de traite, ainsi que de systèmes de mesure de l'ambiance des bâtiments, contribuant à une gestion plus fine et précise des troupeaux.

Quelles sont les motivations des éleveurs à s'équiper ?

Les motivations à s'équiper de technologies numériques sont variées et dépendent de nombreux facteurs propres à chaque élevage ou des priorités personnelles de l'éleveur. L'enquête mentionnée précédemment a mis en lumière des tendances générales. Le principal bénéfice perçu par les éleveurs est le gain de temps qu'apportent ces outils. En automatisant certaines tâches répétitives ou en optimisant la gestion quotidienne, ces technologies permettent de libérer du temps, pour se consacrer à d'autres activités ou tout simplement alléger le rythme de travail. Vient ensuite l'amélioration du confort de travail. Les technologies numériques contribuent à réduire la charge mentale liée à la gestion complexe des élevages, offrent une plus grande flexibilité dans l'organisation des journées et limitent les contraintes physiques. Ces avantages participent aussi à rendre le métier d'éleveur plus attractif et intéressant, notamment pour les jeunes générations, en modernisant l'image de l'élevage. La perspective de gain économique, bien qu'importante, n'apparaît qu'en 6^{ème} position parmi les motivations principales.

Quels défis restent à relever pour une meilleure adoption de ces technologies par les éleveurs ?

L'adoption des technologies numériques en élevage reste freinée par des défis variés, de nature économique, technique, sociale ou organisationnelle. Parmi eux, le coût initial et la maintenance des équipements constituent une barrière majeure. Ces outils demandent des investissements souvent conséquents et leur retour sur investissement demeure incertain, surtout pour les petites exploitations ou celles à faible intensité productive.

Le manque d'interopérabilité entre les solutions disponibles est un autre obstacle important. Les équipements et logiciels proposés par différents fournisseurs ne sont pas toujours compatibles, ce qui complique leur intégration dans une gestion globale de l'élevage et limite leur efficacité.

De plus, les systèmes d'élevage varient fortement selon les espèces (bovins, ovins, caprins), les productions (viande, lait), les systèmes d'élevage (pâturant, transformateur, livreur...) et les contextes géographiques (plaines, zones de montagne, zones humides...). Les technologies numériques ne sont pas toujours suffisamment flexibles pour répondre à cette diversité. Ainsi, les outils conçus pour les élevages bovins laitiers sont rarement adaptés aux autres filières, ce qui limite l'offre disponible, notamment pour les éleveurs de petits ruminants.

La gestion des données représente également un enjeu central. Les éleveurs s'interrogent fréquemment sur la propriété, la sécurité et l'utilisation des informations collectées par ces technologies. L'idée que leurs données puissent être exploitées à des fins commerciales ou partagées sans leur consentement génère des réticences importantes.

Enfin, dans certaines zones, l'accès aux réseaux de communication ou encore à une connexion Internet fiable et rapide reste problématique. Or, de nombreuses technologies numériques nécessitent une connectivité constante pour transférer les données, alerter les éleveurs ou utiliser des applications en temps réel. Sans infrastructures numériques adaptées, leur déploiement est souvent compromis.

• CHIFFRES CLÉS

82 à 94%

des éleveurs de ruminants (selon la filière) sont équipés d'au moins une technologie numérique

Les vaches laitières sont les animaux d'élevage les plus connectés avec en moyenne

6,6

 technologies numériques par ferme

Entre 2015 et 2024, le nombre d'éleveurs laitiers équipés de colliers détecteurs de chaleurs a été multiplié par

2,6

• POUR ALLER PLUS LOIN

> SITE DU PROJET SM@RT ELEVAGE : idele.fr/smarteleveage/

> QUELS SONT LES ÉQUIPEMENTS NUMÉRIQUES DES ÉLEVEURS EN FRANCE ? Résultats de l'enquête Sm@rt Elevage 2023



Les élevages bovins laitiers sont les plus connectés avec en moyenne 6,6 technologies numériques par ferme.



• L'ESSENTIEL

Les solutions numériques ont désormais trouvé leur place dans tous les secteurs de l'élevage de ruminants. Leur adoption par les éleveurs est croissante, dans la perspective de gain de productivité, d'efficacité, de temps et de bien-être au travail.

Clément ALLAIN, Laurence DEPUILLE-PLAIS, Estelle NICOLAS, Elodie DOUTART et Christophe MARTINEAU (Institut de l'Élevage), Johan THOMAS (Ifip)

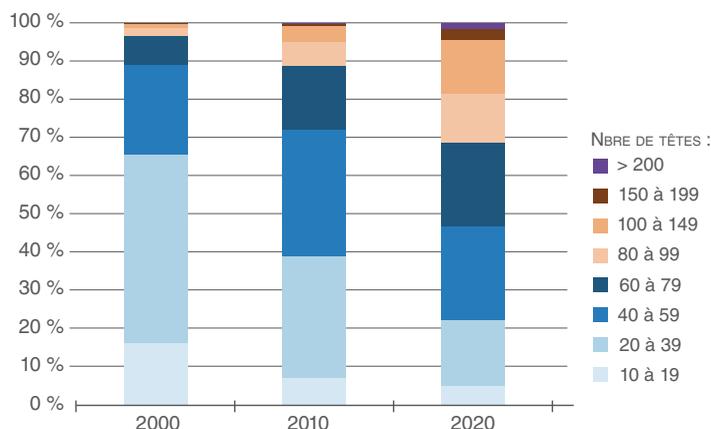
Contexte et enjeux du numérique en élevage de ruminants

COMME DANS TOUS LES AUTRES SECTEURS D'ACTIVITÉ, LE NUMÉRIQUE RÉALISE UNE PERCÉE REMARQUABLE EN AGRICULTURE. DEPUIS 30 ANS, LES TECHNOLOGIES NE CESSENT DE SE DÉVELOPPER POUR APPORTER TOUJOURS PLUS DE SERVICES AUX ÉLEVEURS. TOUR D'HORIZON DES ÉQUIPEMENTS DISPONIBLES ET PLÉBISCITÉS PAR LES INTÉRESSÉS !

DÉVELOPPEMENT DU NUMÉRIQUE : UNE CROISSANCE EXPONENTIELLE

FIGURE 1 : POURCENTAGE D'EXPLOITATIONS PAR TAILLE DE TROUPEAU, EN FRANCE EN 2000, 2010 ET 2020

Source : Agreste – Recensements agricoles



L'élevage nécessite une observation minutieuse des animaux pour optimiser leur productivité, assurer leur reproduction, garantir leur bien-être ou surveiller leur santé. Les technologies numériques peuvent apporter une aide précieuse.

Face à l'agrandissement des troupeaux, se pose le défi du suivi efficace des animaux du troupeau

Historiquement, la surveillance des troupeaux s'appuyait sur l'expérience et l'intuition des éleveurs, cela étant facilité par la taille, réduite, des exploitations. Cependant, le paysage de l'élevage, tant en France qu'en Europe, a considérablement évolué au 20^{ème} siècle et au début du 21^{ème} siècle. La croissance de la taille des exploitations est continue et se vérifie chaque année (voir figure 1). Cela a engendré



Le smartphone est devenu un outil indispensable aux éleveurs d'aujourd'hui. Il permet de se connecter aux nombreuses technologies présentes sur les exploitations.

une augmentation du nombre d'animaux à surveiller par Equivalent Temps Plein (ETP) et donc de nouveaux besoins en termes de gain de temps et de confort de travail. Dans ce contexte, l'élevage doit également répondre à des défis socio-économiques majeurs : une demande croissante pour

une production alimentaire à la fois durable et éthique, respectueuse du bien-être animal, assurant la traçabilité et la sécurité alimentaire, tout en réduisant l'impact environnemental.

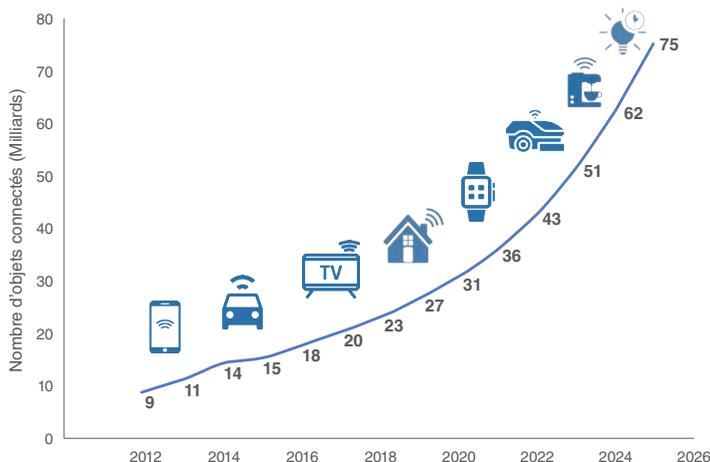
Par ailleurs, les éleveurs aspirent aussi à alléger leur charge de travail et à améliorer leur qualité de vie et confort de travail, en harmonie avec les attentes sociétales globales.

Le numérique ne cesse de gagner du terrain, tous secteurs confondus

Parallèlement, la révolution numérique, amorcée dans les années 1980 et 1990 avec l'émergence de l'informatique, de la robotique et de l'internet, a profondément transformé de nombreux secteurs. À partir des années 2000, des milliards d'objets connectés apparaissent sur le marché (figure 2) et collectent, échangent et analysent des données, permettant une automatisation et une optimisation sans précédent dans les industries et la vie quotidienne. Ainsi, depuis l'apparition des smartphones, les objets du quotidien comme les voitures, l'électroménager (téléviseurs, réfrigérateurs, cafetières, aspirateurs...), les appareils portables (montres, appareils photos, baladeurs audios...), les maisons (volets, ampoules, serrures, caméras...), sont devenus « intelligents » (smart) et connectés. L'Intelligence Artificielle (IA) et notamment le Machine Learning alimentent l'analyse de données massives (Big Data), permettant des avancées significatives dans la prédiction, l'automatisation des décisions et la personnalisation des expériences. Les robots deviennent plus autonomes, flexibles et capables d'effectuer des tâches complexes, réduisant les coûts et augmentant l'efficacité dans la production industrielle et les services. Les transports sont également concernés avec l'apparition de véhicules électriques, de drones, voire potentiellement de mobilité autonome. Enfin, l'accès mondial et généralisé à internet et les plateformes de réseaux sociaux redéfinissent les interactions sociales, le marketing et la diffusion de l'information.

FIGURE 2 : CROISSANCE DU NOMBRE D'OBJETS CONNECTÉS DANS LE MONDE DEPUIS 2012

Source : Internet of Things – Number of connected devices worldwide 2015-2025. Disponible sur : [statista.com/statistics](https://www.statista.com/statistics)



L'élevage n'est pas en reste !

Ces avancées technologiques, couplées aux enjeux précédemment cités, ont ainsi ouvert la voie à des pratiques d'élevage différentes, permettant une gestion précise et personnalisée des troupeaux. Les premiers pas vers l'élevage de précision remontent au développement de compteurs à lait et de systèmes de pesée électroniques, favorisés par l'émergence de l'identification électronique (RFID : Radio Frequency Identification) dans les années 1970 et 1980 (figure 3). Les premiers capteurs embarqués (podomètres) apparaissent également à cette époque pour faciliter la détection des chaleurs des vaches laitières. L'introduction des robots de traite au début des années 1990 a marqué un tournant, allégeant considérablement le travail de traite, avec une adoption massive qui s'accélère à partir des années 2000. Mais c'est véritablement à partir des années 2010 que l'élevage de précision prend son essor avec l'adoption de capteurs embarqués et des plateformes d'analyse de données qui permettent un suivi en temps réel et une prise de décision basée sur des données individuelles précises et avec une granularité sans précédent.

Les avancées majeures dans les domaines des capteurs, de la robotique et de l'IA, notamment à partir des années 2020, élargissent encore les possibilités en matière d'allègement des contraintes physiques (robots de nettoyage, de paillage, d'alimentation), de surveillance extérieure (drones, clôtures virtuelles), de monitoring avancé des animaux (accéléromètres multiaxiaux, vision par ordinateur) ou de phénotypage (imagerie 3D).

• DÉFINITION

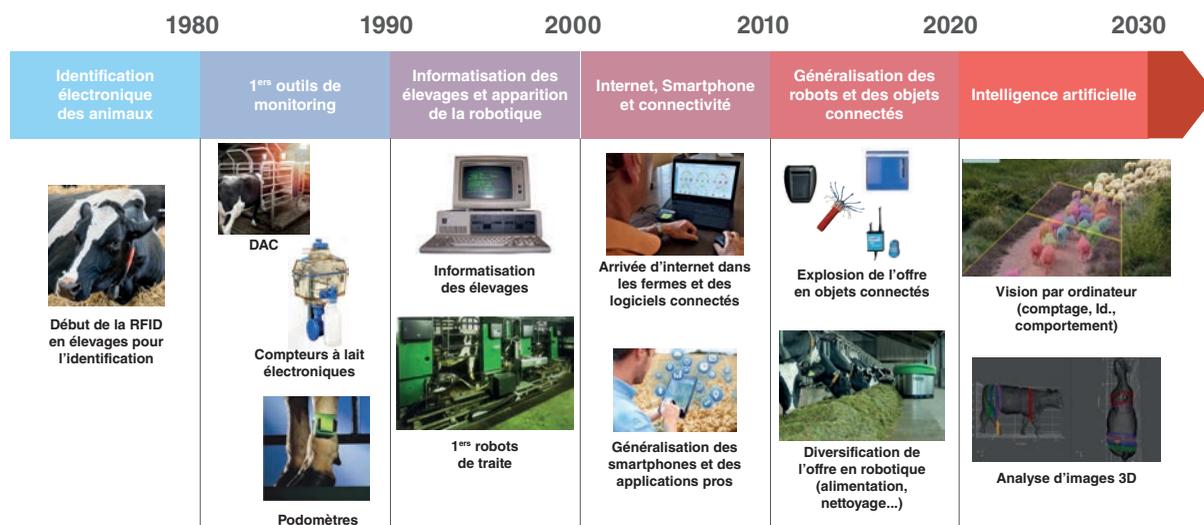
GRANULARITÉ

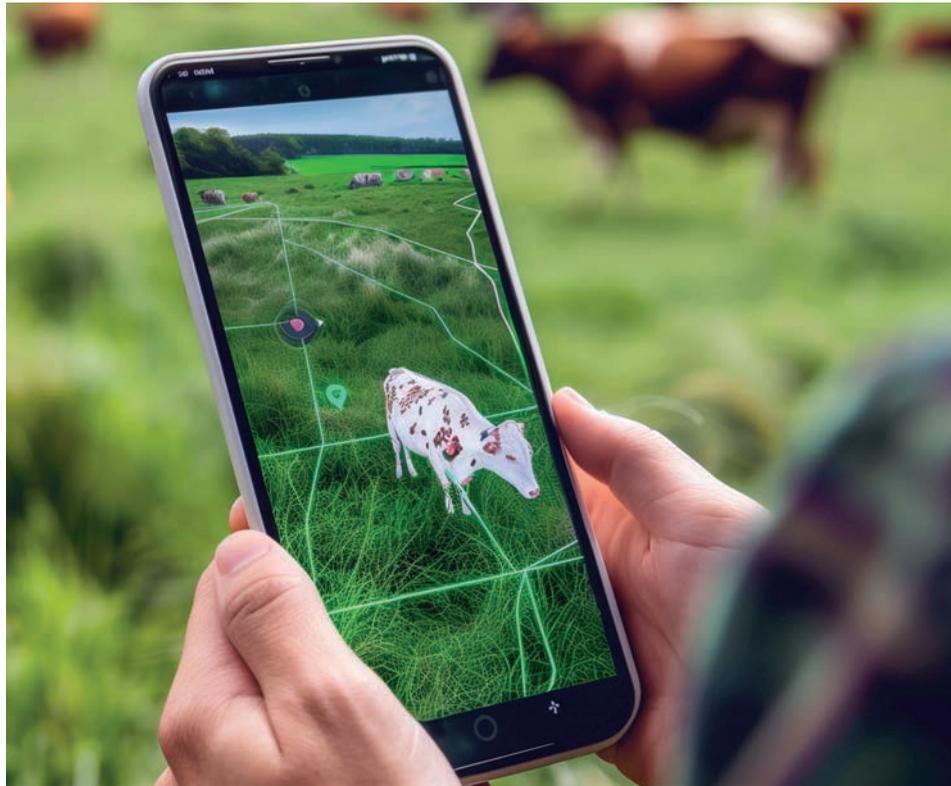
La granularité des données est une mesure du niveau de détail d'une structure de données.



Parmi les solutions numériques les plus répandues en élevages de ruminants : l'identification électronique des animaux. Elle permet le suivi et la gestion du troupeau, la traçabilité des animaux via la lecture facilitée par les outils numériques.

FIGURE 3 : ÉVOLUTION DES INNOVATIONS TECHNOLOGIQUES EN ÉLEVAGE DEPUIS LES ANNÉES 1980





• BIBLIO

OUTILS CONNECTÉS :
FICHES DESCRIPTIVES ET
TÉMOIGNAGES.

Institut de l'Élevage, 2021
Disponible sur idele.fr/smarteleveage/

UTILISATION ET INVENTAIRE
DES OUTILS NUMÉRIQUES ET
CAPTEURS EN ÉLEVAGE.

Institut de l'Élevage, 2021
Disponible sur idele.fr/smarteleveage/

LES UTILISATIONS DU NUMÉRIQUE
EN ÉLEVAGE DE RUMINANTS

Les principaux usages du numérique en élevage peuvent être répartis comme suit :

- **le pilotage du troupeau** : pour gérer, nourrir et soigner ses animaux avec davantage de précision ;
- **la gestion globale de l'exploitation** : pour suivre sa production et ses produits, surveiller son exploitation... ;
- **la gestion des ressources et de l'environnement** : pour optimiser ses ressources en herbe, suivre sa consommation d'eau et d'électricité... ;
- **l'amélioration des conditions de travail**, la formation et la communication : pour automatiser les tâches astreignantes, faciliter les échanges au sein de l'exploitation, accéder à des formations.

Le numérique et le pilotage
du troupeau (figure 4)• Le rôle du numérique dans la gestion
quotidienne de l'élevage

L'un des premiers usages du numérique en élevage est de faciliter les tâches quotidiennes liées au pilotage du troupeau. Grâce à l'**identification électronique des animaux** (boucles auriculaires, bracelet au paturon, bolus) ¹, la gestion devient plus efficace. Ces dispositifs permettent d'enregistrer, via un logiciel de gestion de troupeau, les données individuelles d'un animal tout au long de sa carrière. Ces informations, telles que le poids, les traitements sanitaires, la production laitière ou la filiation, facilitent la prise de décision, favorisent l'automatisation de certaines tâches (tri des animaux, distribution de concentrés) et enrichissent les échanges avec les conseillers, vétérinaires ou autres intervenants.

• Automatisation et robotique au service de l'éleveur

Dans les tâches quotidiennes telles que l'alimentation, le paillage et le nettoyage des aires de repos, l'automatisation et la robotique apportent un soutien précieux. Les distributeurs automatiques de concentrés, **robots de distribution d'aliments** 2, tapis roulants ou mélangeuses réduisent la pénibilité et la charge de travail de l'éleveur. Les jeunes animaux peuvent être nourris automatiquement grâce à des dispositifs comme les loutes et distributeurs automatiques de lait. La qualité des aliments distribués, notamment des fourrages, peut être contrôlée directement sur l'exploitation grâce à des **analyseurs NIR** (spectroscopie proche infrarouge) **portables** 3, permettant un ajustement précis de la ration. Le nettoyage des logettes ou des aires de vie peut être automatisé à l'aide de robots racleurs ou aspirateurs. Le paillage manuel peut être remplacé par un automate sur rails par exemple, ou une **dérouleuse pailleuse** 4, améliorant ainsi le confort de l'éleveur.

Au niveau du bâtiment, des **capteurs d'ambiance** 5 (température, humidité, poussière, vitesse de l'air, taux de CO₂ et d'ammoniac) assurent un suivi en continu de la qualité de l'air et de l'ambiance pour les animaux et les éleveurs. Ces capteurs,

reliés à un système de ventilation automatique ou d'ouverture des volets, permettent une gestion automatisée de l'ambiance du bâtiment, tout en respectant les paramètres définis par l'éleveur.

• Santé, bien-être et reproduction sous surveillance numérique

Le numérique joue également un rôle important dans la gestion de la santé, du bien-être et de la reproduction des animaux. Les seringues connectées et **pistolets drogueurs connectés** 6 permettent un traitement sélectif et précis, adapté au poids de chaque animal, optimisant ainsi l'usage des médicaments.

Les capteurs embarqués, comme les accéléromètres, suivent l'activité individuelle des animaux pour détecter des anomalies (troubles sanitaires, chaleurs, mise bas imminente) et alerter rapidement l'éleveur. Parallèlement, des capteurs fixes (**caméras intelligentes** 7, capteurs de localisation en bâtiment...) installés dans les bâtiments fournissent des données sur le comportement animal. Ces technologies, combinées à des algorithmes d'intelligence artificielle, permettent d'identifier précocement les comportements inhabituels, renforçant ainsi la réactivité de l'éleveur face à des situations critiques.

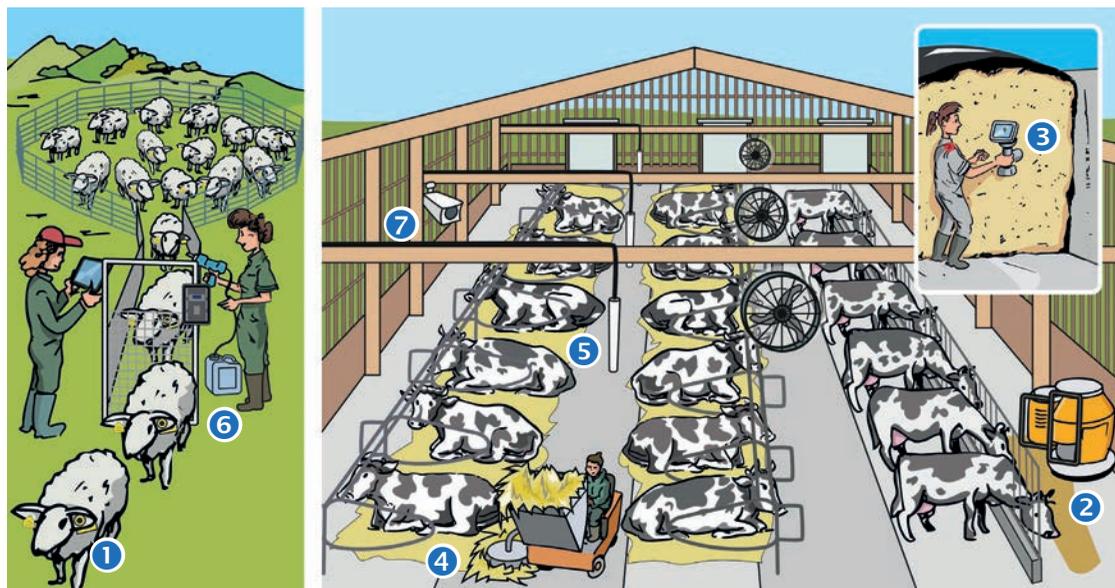
• EN SAVOIR PLUS

PROJET PÂT'STRESS – SUIVI DU STRESS THERMIQUE DES BOVINS AU PÂTURAGE.

Sur la plateforme d'expérimentations collaboratives de solutions numériques et 5G pour l'agriculture, 5G4AGRI.



FIGURE 4 : EXEMPLES D'USAGES DU NUMÉRIQUE EN ÉLEVAGE DE RUMINANTS EN LIEN AVEC LE PILOTAGE DU TROUPEAU



29 %

des éleveurs ovins
allaitants sont équipés
d'une cage de pesée
électronique

47 %

des éleveurs bovins
lait sont équipés de
compteurs à lait

Le numérique et la gestion de l'exploitation (figure 5)

• Suivi de la production

De nombreux outils de suivi permettent l'enregistrement des données et la valorisation de l'historique de production de chaque animal. Les **balances électroniques connectées** ① enregistrent les différentes pesées et permettent un suivi de la croissance des animaux. L'état d'engraissement peut être évalué par des technologies telles que l'échographie ou l'**imagerie 3D** ②, tandis que la production laitière individuelle est mesurée grâce à des **compteurs à lait** ③. Ces systèmes de suivi permettent non seulement d'optimiser les coûts, mais aussi de détecter précocement les anomalies et d'anticiper les variations de production.

• Transformation et commercialisation des produits

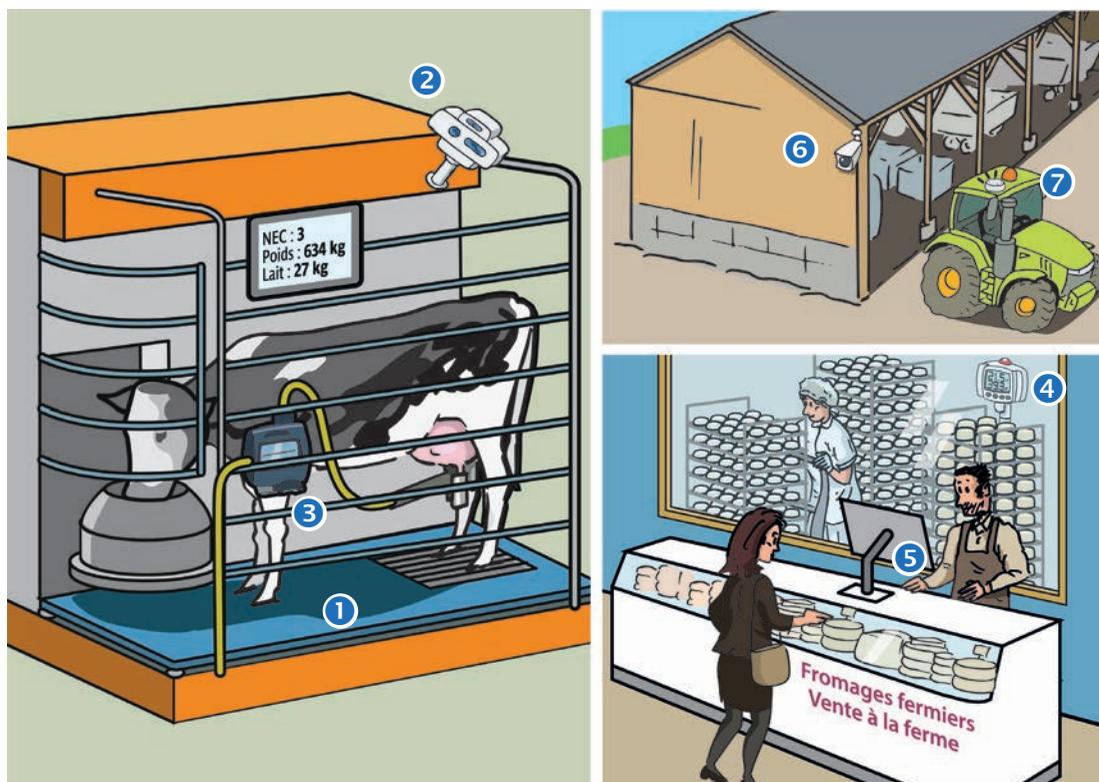
Les ateliers de transformation et de commercialisation bénéficient également des avancées numériques. Des **capteurs spécialisés** ④ assurent le suivi de la trans-

formation laitière en surveillant l'ambiance des ateliers, la qualité organoleptique et microbiologique des produits, les volumes transformés et les rendements. Ces outils offrent aux éleveurs une meilleure maîtrise des opérations et une optimisation des performances. De plus, les technologies numériques et les réseaux sociaux deviennent des leviers essentiels pour promouvoir les produits, gérer la comptabilité, assurer la traçabilité et optimiser les ventes en ligne ou en circuit court ⑤.

• Sécurisation et surveillance des exploitations

Les systèmes de **caméras avec détection** de mouvements, de personnes ou de véhicules ⑥ peuvent émettre des alertes en cas d'intrusion, tandis que la **géolocalisation** ⑦ permet de sécuriser les équipements et le parc de matériel, réduisant les risques de vol. Les détecteurs de fumée et des systèmes d'alerte anti-incendie garantissent une intervention rapide en cas de départ de feu, renforçant ainsi la sécurité des infrastructures.

FIGURE 5 : EXEMPLES D'USAGES DU NUMÉRIQUE EN ÉLEVAGES DE RUMINANTS EN LIEN AVEC LA GESTION DE L'EXPLOITATION



Le numérique et la gestion des ressources et de l'environnement (figure 6)

• Gestion des animaux au pâturage

Les technologies numériques tels que les **colliers GPS** ① et les **drones** ②, facilitent la surveillance à distance et la localisation précise des troupeaux, ce qui réduit les déplacements physiques de l'éleveur et permet une intervention rapide en cas de besoin. Pour une gestion optimale des parcelles, des outils comme les calendriers de pâturage numériques ou les **clôtures connectées** ③ aident à planifier et organiser les rotations, pour une meilleure gestion de la ressource en herbe et du chargement animal.

Les clôtures virtuelles et les robots (dont les « araignées robotisées ») permettent de déplacer les troupeaux à distance. La gestion des parcelles s'en trouve améliorée et la pénibilité du travail réduite.

• Suivi des ressources et des infrastructures au pâturage

Le suivi des ressources et infrastructures au pâturage peut également être simplifié. Les **sondes connectées** ④ qui mesurent en temps réel des paramètres tels que la température et l'humidité des bottes ou des silos permettent de contrôler la conservation des fourrages, garantissant ainsi leur qualité et prévenant les risques d'incendies. Des **capteurs** de niveau permettent de surveiller à distance le **niveau des abreuvoirs** ⑤ et des tonnes à eau, assurant la

disponibilité constante de l'eau dans toutes les parcelles tout en réduisant la fréquence ou la longueur des tournées de réapprovisionnement. De même, le suivi de la tension des clôtures électriques en temps réel permet de s'assurer de leur bon fonctionnement, limitant les risques de sorties des animaux.

Les **herbomètres connectés** ⑥ permettent le suivi de la pousse de l'herbe et les **stations météo connectées** ⑦ fournissent des données essentielles à la bonne gestion du pâturage et l'adaptation au changement climatique ou encore la prévention du stress thermique.

• Gestion des ressources et production d'énergie

Le numérique joue aussi un rôle dans la surveillance de la consommation d'eau et d'électricité favorisant une gestion plus sobre et efficiente. Les compteurs connectés fournissent des données précises en temps réel, facilitant l'identification des postes énergivores ou consommateurs en eau, et optimisant leur utilisation.

Parallèlement, de nombreux éleveurs investissent dans des **systèmes de production d'énergie renouvelable** ⑧ (panneaux solaires, méthaniseur, éolienne) qui peuvent être suivis en temps réel, facilitant leur gestion et maximisant leur rendement.

La domotisation des exploitations, avec des systèmes automatisés pour l'éclairage ou la ventilation par exemple, améliore l'efficacité énergétique et le confort des éleveurs.

• BIBLIO

PRISE EN MAIN DES CLÔTURES VIRTUELLES POUR LA GESTION DU PÂTURAGE.

Institut de l'Élevage, 2023
Disponible sur idele.fr/smarteleveage/

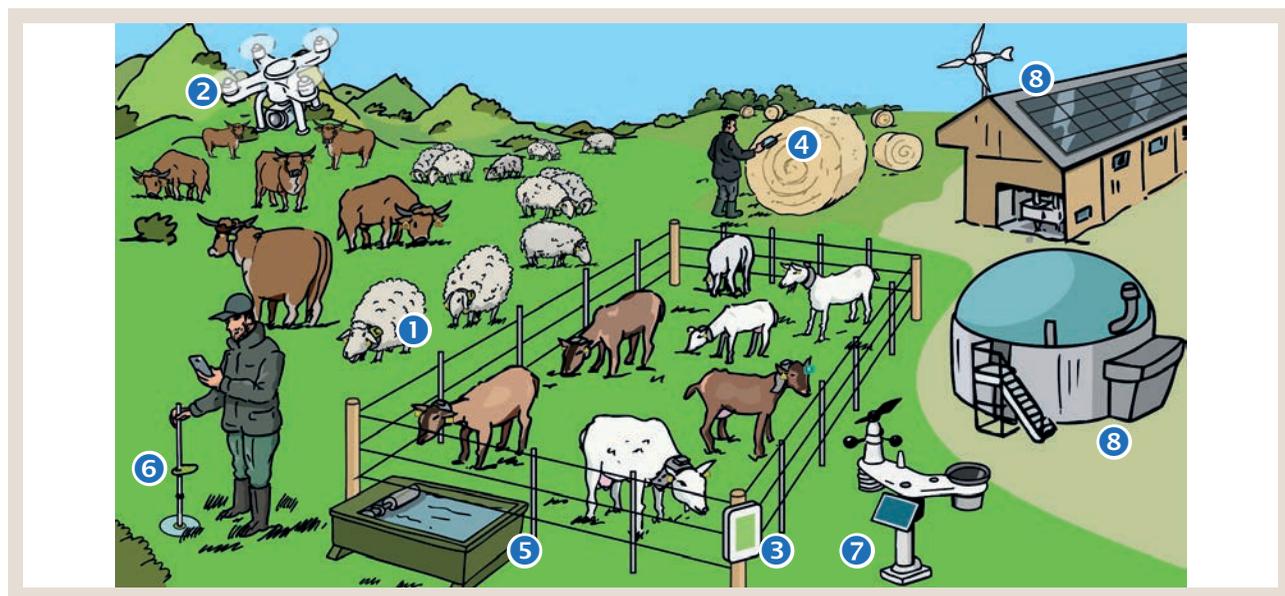


GUIDE PRATIQUE LES DRONES EN ÉLEVAGE.

idele.fr/detail-article/guide-pratique-les-drones-en-elevage-herbager-opportunités-risques-et-bonnes-pratiques



FIGURE 6 : EXEMPLES D'USAGES DU NUMÉRIQUE EN ÉLEVAGES DE RUMINANTS EN LIEN AVEC LA GESTION DES RESSOURCES ET DE L'ENVIRONNEMENT



L'amélioration des conditions de travail, de la formation et de la communication (figure 7)

• Optimisation du travail et amélioration du confort de l'éleveur

Les solutions numériques permettent aux éleveurs de mieux gérer leur temps et de réduire la pénibilité de leur métier. Ainsi, les applications de suivi du temps de travail **1** aident à analyser les tâches quotidiennes, à identifier les périodes de forte activité et à optimiser l'organisation globale.

Par ailleurs, l'automatisation de certaines tâches répétitives ou physiques comme la traite avec des robots, la surveillance à distance des animaux, l'alimentation automatisée **2** ou le nettoyage robotisé des lisières mais aussi le recours à des exosquelettes **3** allègent significativement la charge physique des éleveurs et améliore leur confort de travail. Ces outils limitent également les déplacements grâce à une gestion à distance, *via* smartphone ou tablette, rendant le travail plus flexible et moins contraignant.

• Accès facilité à l'information et montée en compétences

Le numérique simplifie également l'accès

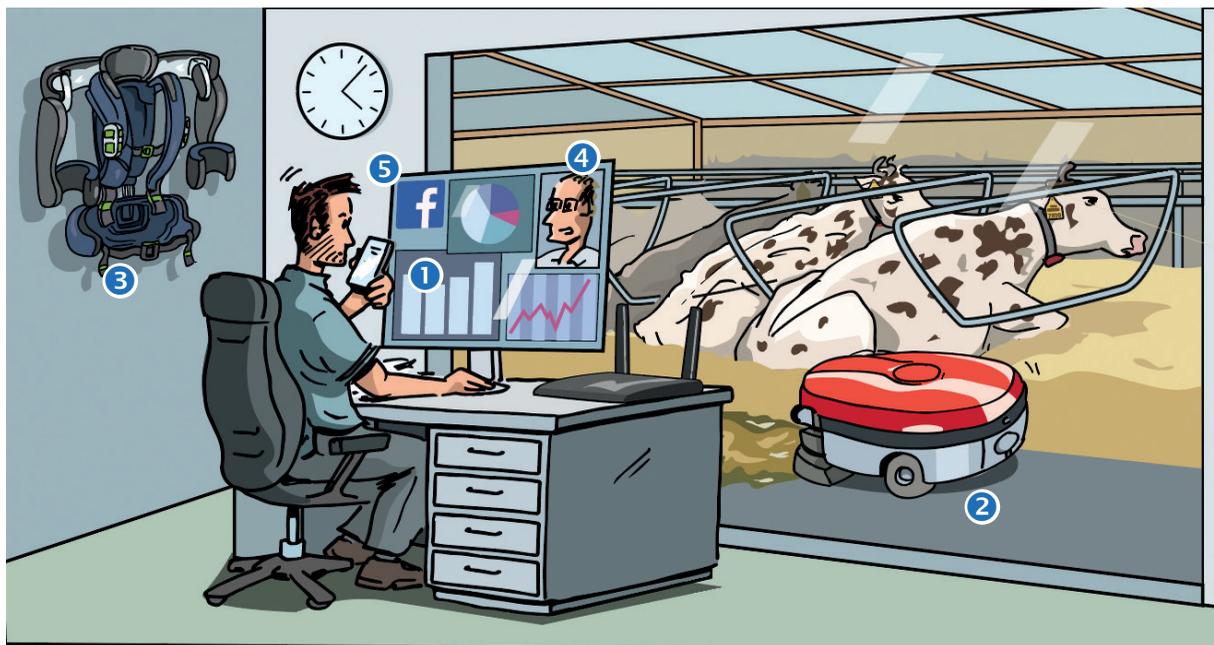
à des ressources éducatives et techniques. Les éleveurs peuvent se former en ligne sur des plateformes dédiées, suivre des webinaires **4** ou consulter des contenus actualisés en quelques clics. Les catalogues de formation des organismes sont facilement accessibles, permettant aux éleveurs et techniciens de trouver des formations adaptées à leurs besoins, que ce soit en santé animale, gestion des prairies, outils numériques...

Les réseaux sociaux **5** et forums spécialisés jouent aussi un rôle important en facilitant les échanges entre professionnels. Ces espaces permettent de partager des expériences, d'obtenir des conseils pratiques et de renforcer les liens entre éleveurs et techniciens.

• Renforcement des réseaux et collaboration professionnelle

Les outils numériques améliorent la communication entre les acteurs de l'élevage, grâce aux plateformes collaboratives et aux outils de partage de données. Ces technologies favorisent la coopération entre éleveurs, techniciens, vétérinaires et autres intervenants, avec un échange d'informations plus fluide et plus efficace.

FIGURE 7 : EXEMPLES D'USAGES DU NUMÉRIQUE EN ÉLEVAGES DE RUMINANTS EN LIEN AVEC L'AMÉLIORATION DES CONDITIONS DE TRAVAIL, LA FORMATION ET LA COMMUNICATION



• ZOOM

ET L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE DANS TOUT ÇA ?

L'intelligence artificielle (IA) est devenue un outil incontournable dans de nombreux secteurs, et l'élevage de ruminants ne fait pas exception. Cette technologie, loin d'être un simple phénomène de mode, s'impose comme une révolution technologique offrant des solutions pratiques et novatrices aux défis quotidiens. Par sa capacité à gérer et analyser de vastes volumes de données, l'IA promet une optimisation sans précédent des processus d'élevage.

Commençons par définir ce qu'est l'IA

L'IA réunit des technologies avancées capables de simuler des processus cognitifs humains tels que la pensée, la décision et l'analyse. L'apprentissage automatique, une des facettes de l'IA, permet aux machines d'améliorer leurs performances en s'appuyant sur des données existantes, tandis que l'apprentissage profond utilise des réseaux de neurones complexes pour une analyse plus riche et plus détaillée des informations. L'IA générative, en particulier, ouvre des horizons inexplorés en générant des solutions et contenus originaux, propulsant ainsi l'innovation à un niveau supérieur.

L'IA est déjà présente dans le monde de l'élevage. La preuve en trois exemples :

• Analyse morphologique avancée par imagerie 3D (illustration n°1)

L'utilisation de l'imagerie 3D couplée à l'IA, pour évaluer les caractéristiques physiques des animaux permet de mesurer avec précision le poids et une panoplie de mesures morphologiques, sans contact direct et de manière non invasive. Cela signifie moins de stress pour les animaux et un suivi rapide et précis par les éleveurs.

• Surveillance optimisée par drone (illustration n°2)

Utilisés pour surveiller les troupeaux et les pâturages, les drones équipés d'IA permettent de couvrir de vastes étendues rapidement, fournissant des images et des données en temps réel, impossibles à collecter manuellement. L'IA analyse ces données pour compter les animaux et ainsi surveiller leur déplacement en temps réel.

• Monitoring comportemental par capteurs et imagerie (illustration n°3)

L'intégration de capteurs, tels que les accéléromètres ou l'imagerie, avec l'IA transforme le suivi comportemental des animaux. Ces dispositifs collectent des données sur l'activité quotidienne des animaux, comme le temps de repos et les mouvements. L'IA analyse ces informations pour détecter des modèles ou des changements soudains qui pourraient indiquer des problèmes de santé, du stress ou des besoins comportementaux non satisfaits. Cela permet une intervention rapide et ciblée de l'éleveur, pour maintenir le bien-être animal.

Défis et solutions dans l'adoption de l'IA en élevage

L'introduction de l'IA dans l'élevage n'est pas exempte de défis, notamment en ce qui concerne l'acceptation par les différents acteurs, le coût initial et de fonctionnement des technologies et la nécessité d'une formation adéquate. Pourtant, les bénéfices potentiels sont intéressants : amélioration de l'efficacité, réduction des coûts à long terme, amélioration du bien-être animal et impact environnemental moindre.

L'IA : une collaboration, pas une substitution

Contrairement aux idées reçues, l'IA ne vise pas à remplacer l'expertise humaine mais à la compléter. Elle offre des outils d'analyse et de décision basés sur des données objectives, permettant ainsi aux éleveurs d'optimiser leurs pratiques et de s'adapter aux nouveaux défis agricoles.

Perspectives de l'IA en élevage

La rapide progression de l'IA générative, couplée à l'amélioration continue des algorithmes marque le début d'une transformation profonde des outils d'aide à la décision et des pratiques de conseil en élevage. En automatisant les tâches routinières, ces technologies permettent aux éleveurs de se concentrer sur des aspects stratégiques de leur travail, renforçant ainsi l'efficacité et la durabilité de leurs pratiques.

En intégrant les données collectées *via* les technologies numériques de suivi des animaux, des parcelles ou des bâtiments, avec les connaissances scientifiques et techniques disponibles, les éleveurs pourront bientôt bénéficier de recommandations personnalisées et contextualisées. Ces outils iront bien au-delà des simples alertes ou informations, offrant des conseils précis pour optimiser les décisions tout en minimisant les risques.

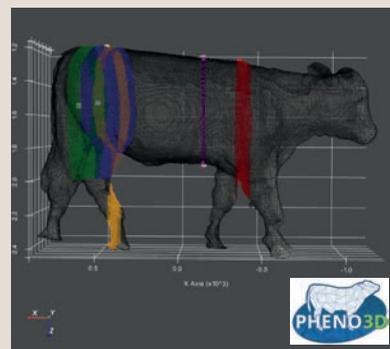


Illustration n°1 : analyse morphologique avancée par imagerie 3D



Illustration n°2 : comptage de brebis à partir d'images de drone



Illustration n°3 : monitoring comportemental à partir de la vidéo

QUEL EST LE NIVEAU D'ADOPTION DU NUMÉRIQUE PAR LES ÉLEVEURS ?

Pour mieux appréhender le développement des équipements connectés et robotisés dans les exploitations de ruminants, l'Institut de l'Élevage a mené, en 2023, une étude auprès de 2008 éleveurs. Ses résultats montrent combien les technologies numériques ont largement investi les exploitations.

Une enquête nationale et multi-filières pour établir un état des lieux

L'enquête, réalisée en ligne, avait pour objectif d'obtenir des statistiques actualisées sur le niveau d'adoption des équipements connectés et robotisés par les éleveurs de ruminants, et de recueillir leurs avis sur les bénéfices et les éventuels obstacles associés à l'utilisation de ces technologies.

Au final, 2008 éleveurs de 5 filières ont participé à l'enquête. La figure 8 présente leur répartition par filière d'élevage ainsi que leurs principales caractéristiques. Les élevages qui ont répondu sont globalement représentatifs des élevages de leur filière, un léger biais peut être considéré du fait que l'enquête ait été réalisée en ligne.

Des niveaux d'équipement variables selon les filières et les technologies

Les équipements numériques utilisés en élevage sont répartis en six catégories (figure 9) : capteurs embarqués, robots, systèmes automatisés, outils de surveillance des bâtiments d'élevage, outils de gestion de la traite, ainsi qu'outils de gestion du pâturage et des fourrages.

En bovins laitiers, 92 % des éleveurs sont équipés d'au moins un dispositif connecté, marquant une progression de 22 % par rapport à 2015 (Idele, 2015). En moyenne, chaque exploitation laitière utilise 6,6 équipements. Et 54 % des éleveurs non équipés envisagent de s'équiper à court ou moyen terme.

En bovins viande, 84 % des éleveurs sont équipés d'au moins un objet connecté, avec en moyenne 2,3 dispositifs par exploitation. Par ailleurs, 65 % des éleveurs non équipés prévoient d'adopter ces technologies prochainement.

En ovins laitiers, 94 % des éleveurs utilisent au moins un appareil connecté, avec une moyenne de 4 équipements par exploitation.

En ovins viande, 82 % des éleveurs sont équipés d'au moins un objet connecté, la moyenne se situant à 2,6 outils par exploitation.

Enfin, 85 % des **éleveurs caprins** sont équipés d'au moins un outil connecté, avec, en moyenne, 3,1 outils par exploitation.

Ce panorama montre une adoption différenciée des équipements numériques selon les filières, tout en soulignant un intérêt croissant pour le numérique, y compris chez les éleveurs non-équipés.

• BIBLIO

L'ÉQUIPEMENT NUMÉRIQUE DES ÉLEVAGES DE RUMINANTS. ENQUÊTE SM@RT ELEVAGE 2023.

Disponible sur <https://idele.fr/smarteleveage/publications>



LE PROJET SM@RT : UTILISATION ET ADOPTION DES TECHNOLOGIES NUMÉRIQUES EN FILIÈRES DE PETITS RUMINANTS.

Plateforme Sm@RT - Nouvelles technologies pour les petits ruminants, accessible depuis : smartplatform.network



FIGURE 8 : NOMBRE D'ÉLEVAGES ENQUÊTÉS PAR FILIÈRE D'ÉLEVAGE DE RUMINANTS ET PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES PAR FILIÈRE

Source : Enquête Projet Sm@rt élevage, 2023

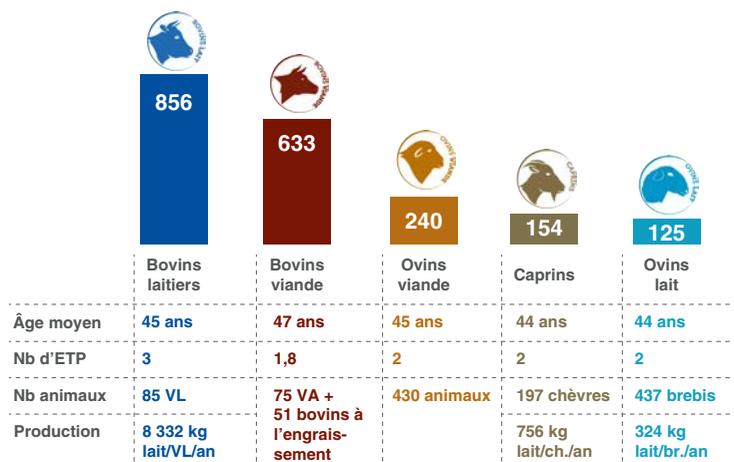
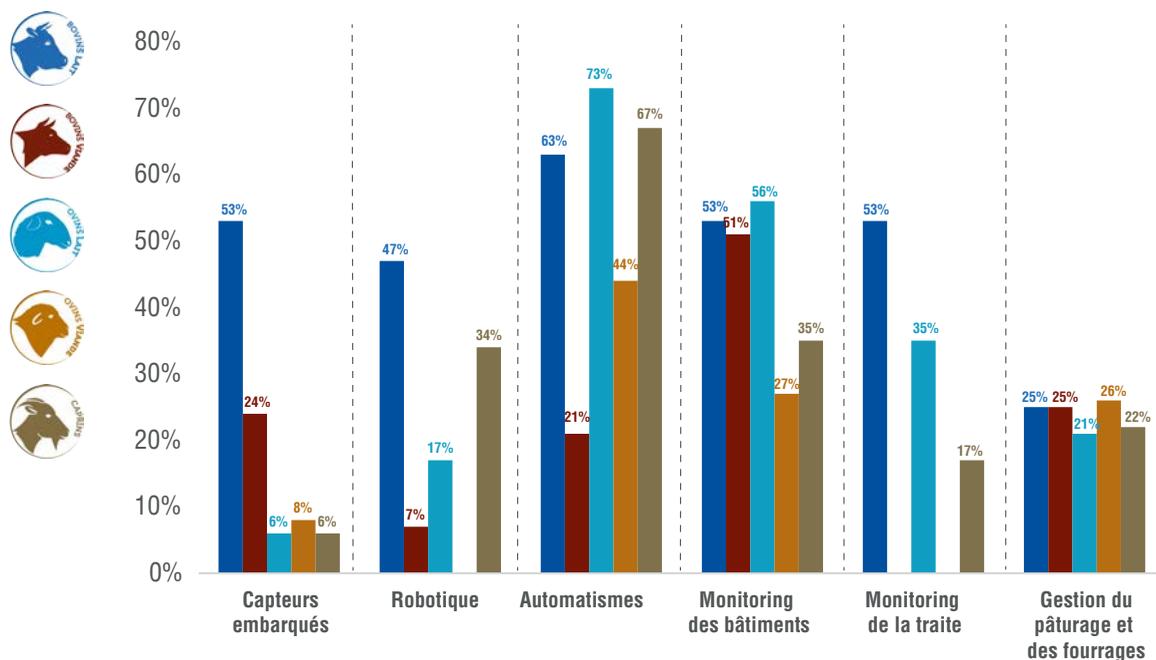


FIGURE 9 : TAUX D'ÉQUIPEMENT DES DIFFÉRENTES FILIÈRES D'ÉLEVAGE DE RUMINANTS PAR CATÉGORIE DE TECHNOLOGIES - EN % D'ÉLEVAGES ÉQUIPÉS D'AU MOINS UN OUTIL CONNECTÉ DE CETTE CATÉGORIE

Source : Enquête Projet Sm@rt élevage, 2023



Collier de clôture virtuelle



Robot d'alimentation



Convoyeur et pesée automatique



Système d'identification UHF (Ultra Haute Fréquence)



Compteur à lait électronique



Station météo

• Les capteurs embarqués : les élevages bovins lait largement en tête

En ce qui concerne les capteurs embarqués directement sur les animaux (figure 10), les vaches laitières sont de loin les plus

équipées : 53 % des élevages bovins lait possèdent au moins un de ces équipements (figure 9). Suivent les bovins allaitants (24 %), les ovins allaitants (8 %), les ovins laitiers et les caprins (6 %).

Dans la filière bovins lait, les détecteurs de chaleurs sont les plus courants avec un taux d'adoption de 48,5 %, devant les capteurs de monitoring de l'alimentation (34,9 %) et les détecteurs de mise bas (17,2 %) (figure 11).

Pour les bovins viande, les détecteurs de vêlages sont les plus répandus (18,8 %), suivis des détecteurs de chaleurs (7,8 %) (figure 11). Néanmoins, il est à noter les fortes perspectives de souhait d'équipement à court ou moyen terme des éleveurs de cette filière.

Pour les filières ovines et caprines, le niveau d'équipement reste faible avec seulement 6 à 8 % d'élevages concernés (figure 11). Il s'agit, en grande partie, de colliers GPS (figure 11), pour lesquels les perspectives d'adoption sont relativement importantes, notamment en ovins viande.

Concernant les capteurs embarqués, des disparités sont donc constatées entre les filières, tant en termes de niveaux d'équipement qu'en matière de perspectives d'adoption.

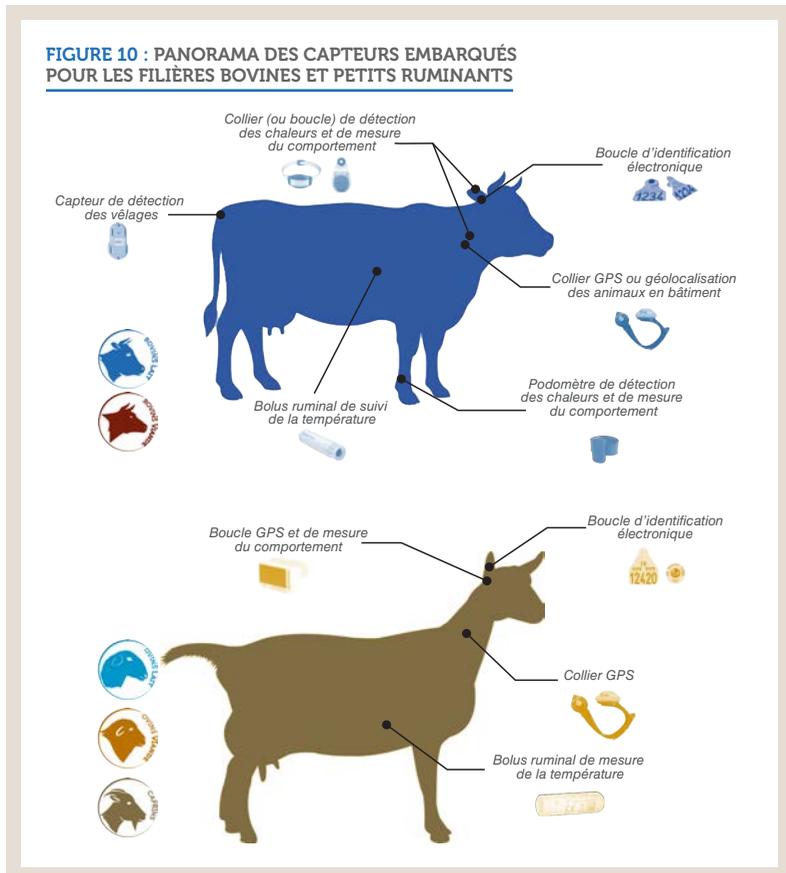
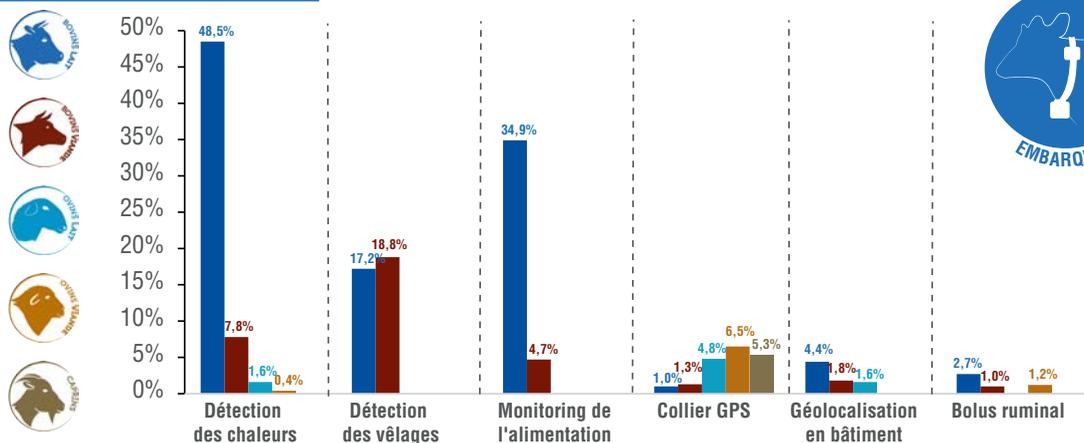


FIGURE 11 : TAUX D'ÉQUIPEMENT EN CAPTEURS EMBARQUÉS DES DIFFÉRENTES FILIÈRES D'ÉLEVAGE DE RUMINANTS - EN % D'ÉLEVAGES ÉQUIPÉS D'AU MOINS UN CAPTEUR EMBARQUÉ

Source : Enquête Projet Smart élevage, 2023



• **Robotique : le robot de traite n'est pas le seul**

Parmi les outils de robotique, les élevages de bovins laitiers dominent nettement, avec 47 % des exploitations équipées d'au moins un robot (figure 9). Ils sont suivis par les élevages caprins (34 %) et les ovins laitiers (17 %). En revanche, les élevages bovins viande et ovins viande restent très peu équipés.

En ce qui concerne les bovins laitiers, le robot de traite est présent dans 31 % des élevages enquêtés (figure 12). Cependant, d'autres équipements connaissent une forte croissance, notamment les robots de nettoyage de lisier (racleurs ou collecteurs) et les robots repousse-fourrage. De plus, 15 à 20 % des éleveurs envisagent de s'équiper à court ou moyen terme dans les principales catégories de robots.

Pour les petits ruminants, les élevages caprins sont principalement équipés de robots de distribution d'alimentation (17,5 %) ou de robots repousse-fourrage (6 %) (figure 12).

Les élevages ovins sont plutôt équipés de robots de paillage (11 %) et d'alimentation (9,5 %) (figure 12).

Les robots d'alimentation, bien qu'encore peu présents sur les élevages bovins, se développent de plus en plus. Ils permettent de distribuer les rations automatiquement pour plusieurs lots et de gagner un temps de travail important.



Les robots de traite sont l'une des technologies les plus présentes en élevage laitier (environ 30 % des élevages équipés). Ils permettent de lever l'astreinte quotidienne de la traite, mais nécessite un suivi attentif des données produites.

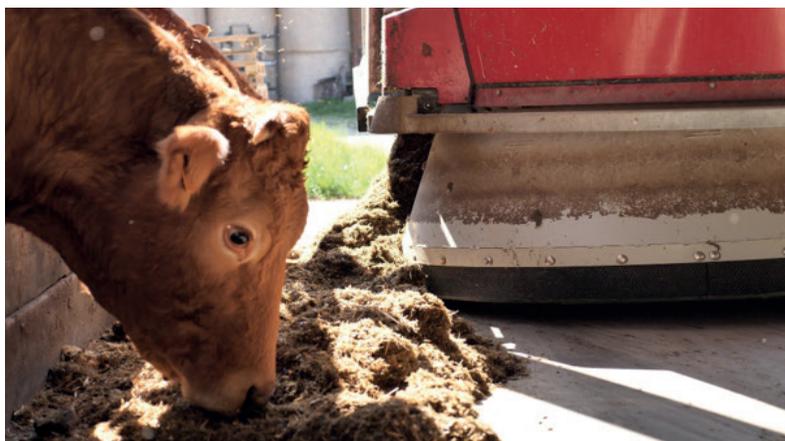
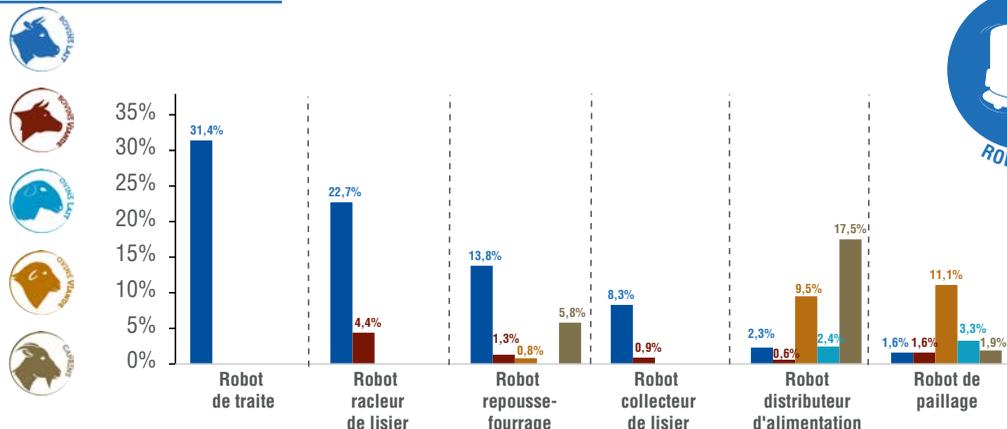


FIGURE 12 : TAUX D'ÉQUIPEMENT EN ROBOTIQUE DES DIFFÉRENTES FILIÈRES D'ÉLEVAGE DE RUMINANTS - EN % D'ÉLEVAGES ÉQUIPÉS D'AU MOINS UN OUTIL ROBOTIQUE
Source : Enquête Projet Sm@rt élevage, 2023



• **Automatismes : les distributeurs automatiques de concentrés ou de lait dominant**

En ce qui concerne les systèmes automatisés (figure 13), 56 % des éleveurs de vaches laitières utilisent des distributeurs



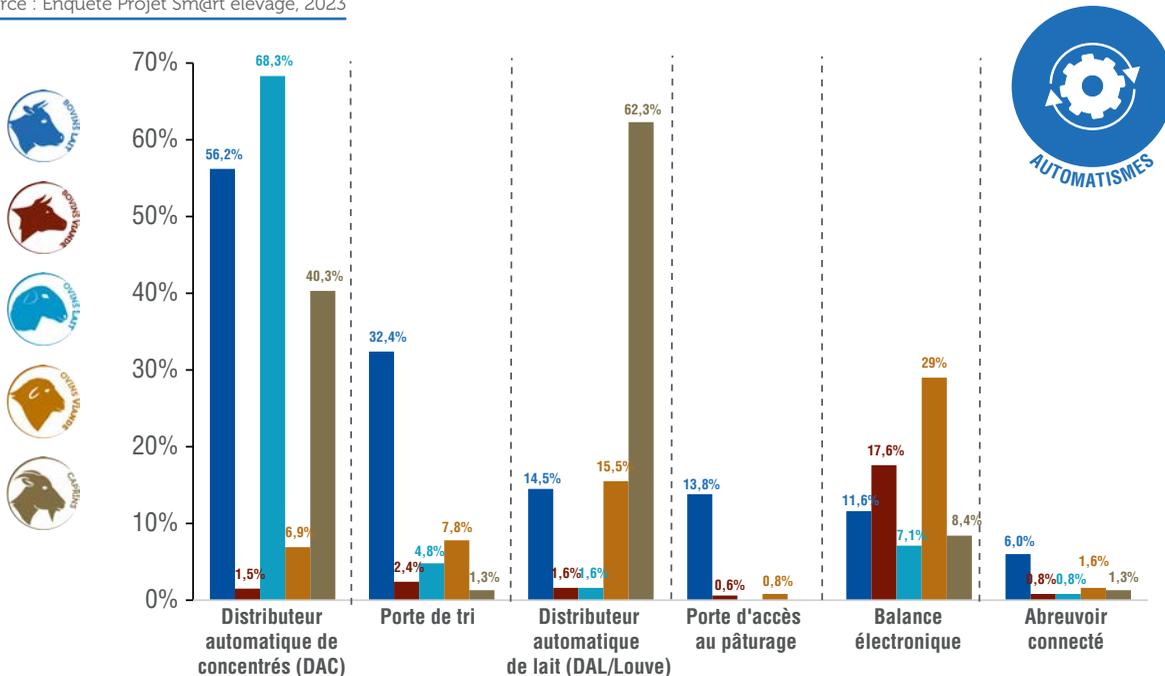
Les distributeurs automatiques de lait contribuent à automatiser l'alimentation des veaux tout en améliorant le confort de travail.

automatiques de concentrés et 14,5 % des distributeurs automatiques de lait. Par ailleurs, 32 % des éleveurs disposent de portes de tri automatiques et 11,6 % utilisent des balances électroniques pour le suivi de leurs animaux.

En élevages de brebis laitières, le principal système automatisé est le distributeur automatique de concentrés, adopté par 68,3 % des éleveurs. Ce dispositif, généralement installé dans la salle de traite, sert à attirer les brebis et facilite leur orientation vers la traite. Lorsqu'il est connecté à un système d'identification électronique, il peut permettre d'individualiser la ration de concentrés selon le niveau de production de l'animal ou du lot.

En production caprine, 40,3 % des éleveurs utilisent des distributeurs automatiques de concentrés. De plus, 62,3 % d'entre eux sont équipés de distributeurs automatiques de lait dont louves collectives.

FIGURE 13 : TAUX D'ÉQUIPEMENT EN AUTOMatismES DES DIFFÉRENTES FILIÈRES D'ÉLEVAGE DE RUMINANTS - EN % D'ÉLEVAGES ÉQUIPÉS D'AU MOINS UN AUTOMATISME
Source : Enquête Projet Sm@rt élevage, 2023



• **Monitoring de la traite : les éleveurs de petits ruminants sont encore peu équipés**

Six différents capteurs sont disponibles pour la surveillance de la traite (figure 14), avec des niveaux d'adoption variés selon les filières. Les compteurs à lait électroniques sont les objets connectés les plus présents en élevage laitier après les distributeurs automatiques de concentrés et les détecteurs de chaleurs. Ainsi, 47,2 % des éleveurs de bovins en sont équipés, suivis des capteurs de jaugeage du tank (26,5 %) et des analyseurs de lait (25,6 % - incluant les systèmes de mesure de la conductivité présents dans les compteurs à lait).

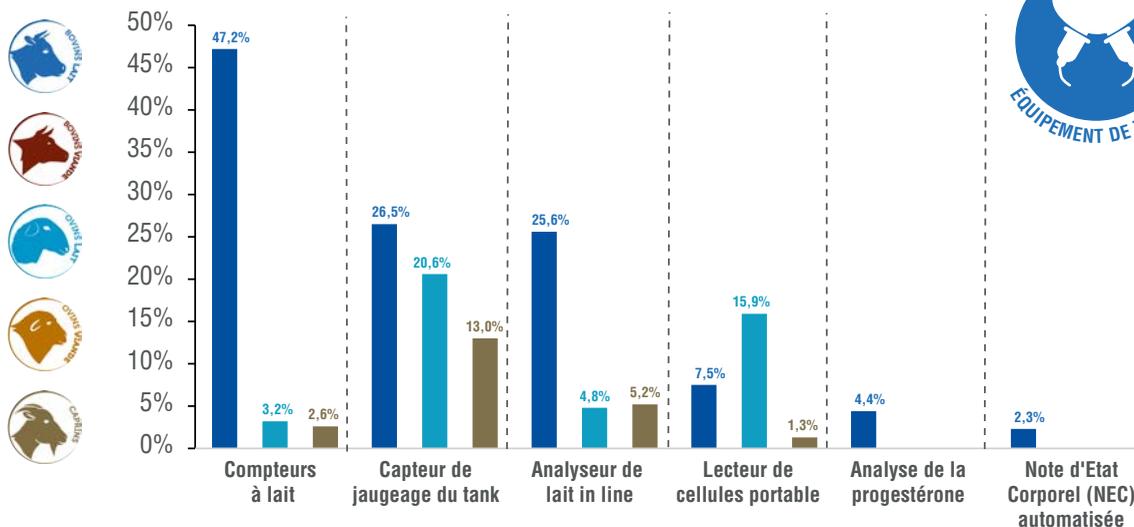
Pour les éleveurs de chèvres et de brebis, le système de mesure automatique de la quantité de lait dans le tank est l'équipement le plus répandu, adopté par 13 % des éleveurs de chèvres et par 20,6 % des éleveurs de brebis.

Pour les éleveurs ovins, le lecteur de cellules portable arrive en deuxième position avec 15,9 % d'utilisateurs. Cet outil vise à assurer un suivi de la santé mammaire et de la qualité du lait.



Les analyseurs de lait mesurent la conductivité, la température, voire parfois la composition et le niveau de cellules somatiques dans le lait. Ces dispositifs sont souvent intégrés dans ou associés à des robots de traite ou à des compteurs à lait.

FIGURE 14 : TAUX D'ÉQUIPEMENT EN ÉQUIPEMENTS DE TRAITE DES DIFFÉRENTES FILIÈRES D'ÉLEVAGE DE RUMINANTS - EN % D'ÉLEVAGES ÉQUIPÉS D'AU MOINS UN ÉQUIPEMENT DE TRAITE
Source : Enquête Projet Sm@rt élevage, 2023





Avec le changement climatique, les systèmes de ventilation automatisée sont de plus en plus courants dans les étables.

• Surveillance et pilotage des bâtiments

Le principal équipement de surveillance des bâtiments d'élevage chez les éleveurs laitiers (figure 15) est la caméra, utilisée par 34,9 % des éleveurs, soit une multiplication par 2,2 depuis 2015 (Idele, 2015).

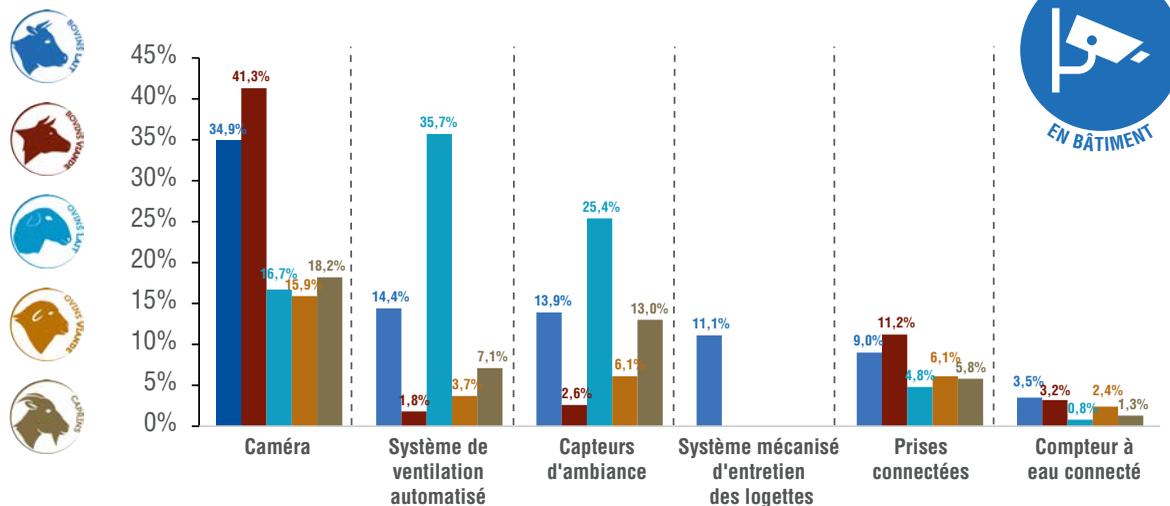
Chez les éleveurs de bovins viande, ce taux est légèrement supérieur, atteignant 41,3 %, tandis que pour les filières de petits ruminants, l'équipement en caméras varie de 15,9 % à 18,2 % selon les filières.

Viennent ensuite les systèmes de ventilation automatisés, utilisés par 14,4 % des éleveurs bovins laitiers et 35,7 % des éleveurs ovins laitiers, alors que les autres filières restent faiblement équipées. Les capteurs d'ambiance du bâtiment (t°, hygrométrie), sont principalement utilisés par 13 % des éleveurs caprins, 13,9 % des éleveurs bovins laitiers et 25,4 % des éleveurs ovins laitiers.

En termes de confort de l'éleveur, 11,1 % des éleveurs de bovins laitiers disposent d'outils mécanisés pour l'entretien des logettes.

Enfin, bien que les prises connectées et les compteurs à eau soient encore peu répandus, leur adoption progresse rapidement, notamment pour les prises connectées, qui bénéficient de bonnes perspectives d'équipement à court terme.

FIGURE 15 : TAUX D'ÉQUIPEMENT EN BÂTIMENT DES DIFFÉRENTES FILIÈRES D'ÉLEVAGE DE RUMINANTS - EN % D'ÉLEVAGES ÉQUIPÉS D'AU MOINS UN ÉQUIPEMENT
Source : Enquête Projet Sm@rt élevage, 2023



• **Suivi du pâturage : stations météo et drones sont en pleine croissance**

En ce qui concerne la gestion des fourrages et du pâturage, les stations météorologiques arrivent en tête des équipements extérieurs connectés, avec 13,4 à 16,1 % des éleveurs équipés en fonction des filières (figure 16).

Ces outils présentent un fort potentiel de croissance avec 32 % à 36 % des éleveurs déclarant prévoir un investissement à court ou moyen terme. Cette croissance importante est liée aux enjeux climatiques tels que la sécheresse et le stress thermique, qui incitent les éleveurs à s'équiper pour mieux anticiper et gérer ces défis.

Les drones suscitent également beaucoup d'intérêt chez les éleveurs avec 4 à 9,2 % d'entre eux déjà équipés pour la surveillance à distance des animaux et de fortes perspectives de croissance à court ou moyen terme.

De même, les clôtures connectées, qui permettent d'informer l'éleveur d'une chute de tension, connaissent également un intérêt croissant, même si elles n'équipent que 1,3 à 7,3 % des éleveurs.

Enfin, le niveau d'équipement en herbomètre électronique reste anecdotique et ne semble pas promis à une croissance importante malgré son intérêt.

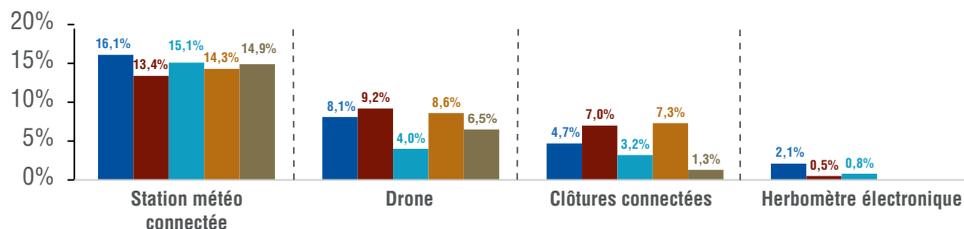


L'utilisation de drones pour surveiller les animaux au pâturage est de plus en plus répandue, quelles que soient les filières.



Les herbomètres électroniques sont d'une aide précieuse pour piloter finement le pâturage. Trop peu d'éleveurs sont équipés.

FIGURE 16 : TAUX D'ÉQUIPEMENTS AU PÂTURAGE DES DIFFÉRENTES FILIÈRES D'ÉLEVAGE DE RUMINANTS - EN % D'ÉLEVAGES ÉQUIPÉS D'AU MOINS UN ÉQUIPEMENT
Source : Enquête Projet Sm@rt élevage, 2023



QUELLE PERCEPTION ONT LES ÉLEVEURS DES TECHNOLOGIES NUMÉRIQUES ?

Quels sont les bénéfices de ces technologies, selon les éleveurs déjà équipés ?

Selon les résultats de l'enquête Sm@rt élevage, l'utilisation de ces outils permet aux éleveurs interrogés (toutes filières confondues) de gagner du temps (pour

77,1 % d'entre eux) et d'améliorer leur confort de travail (pour 70,6 %), devant ainsi les objectifs liés à l'amélioration des performances (62,3 %) ou aux gains économiques (56,7 %) (voir figure 17).

FIGURE 17 : BÉNÉFICES DE L'UTILISATION DE TECHNOLOGIES NUMÉRIQUES EN EXPLOITATION POUR L'ENSEMBLE DES FILIÈRES D'ÉLEVAGE DE RUMINANTS - EN % DE RÉPONDANTS D'ACCORD AVEC LES PROPOSITIONS DE GAINS APPORTÉES PAR LES TECHNOLOGIES

Source : Enquête Projet Sm@rt élevage, 2023

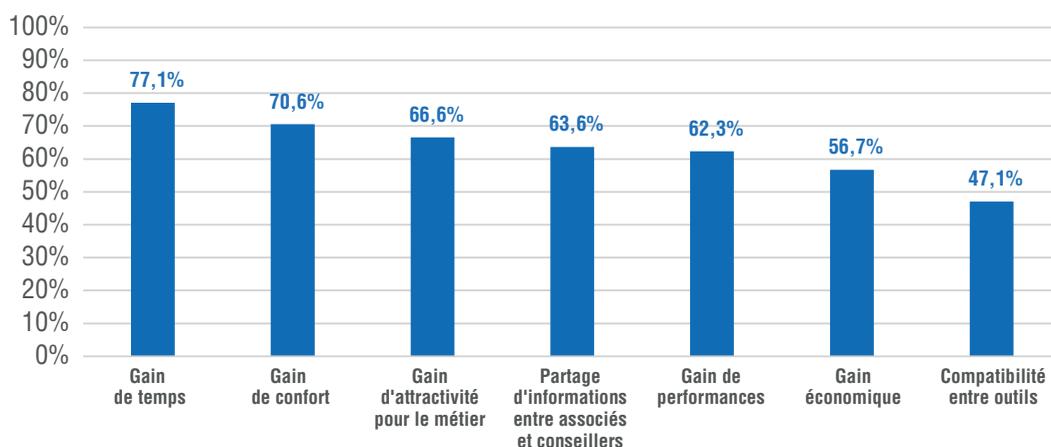
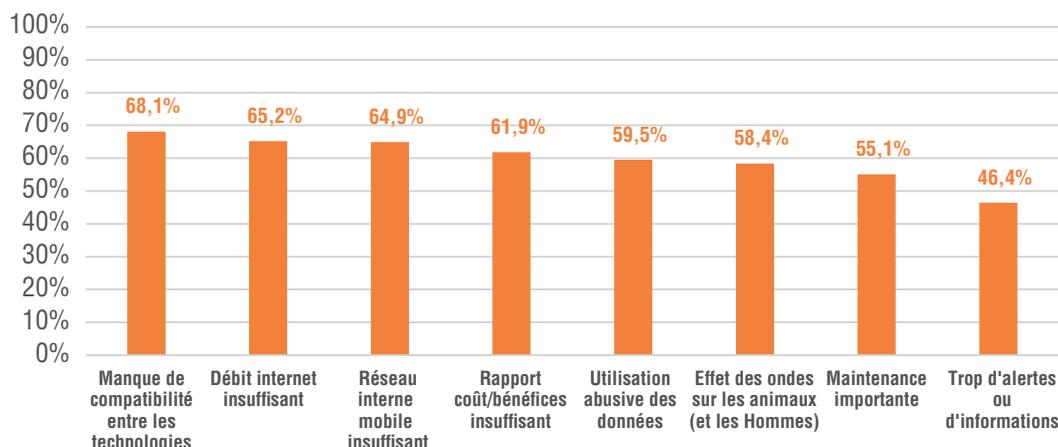


FIGURE 18 : LIMITES DE L'UTILISATION DE TECHNOLOGIES NUMÉRIQUES EN EXPLOITATION POUR L'ENSEMBLE DES FILIÈRES D'ÉLEVAGE DE RUMINANTS - EN % DE RÉPONDANTS D'ACCORD AVEC LES PROPOSITIONS DE LIMITES APPORTÉES PAR LES TECHNOLOGIES

Source : Enquête Projet Sm@rt élevage, 2023



De plus ces équipements contribuent à renforcer l'attractivité de la profession (point souligné par 66,6 % des répondants), tout en favorisant le partage d'informations entre associés et conseillers, comme l'indiquent 63,6 % des répondants.

Quelles sont les limites de ces technologies, selon les éleveurs déjà équipés ?

Les difficultés liées à l'utilisation des équipements numériques se concentrent principalement sur le manque de compatibilité entre les outils, un problème identifié par 68,1 % des répondants (figure 18). De plus, des limitations techniques telles qu'une vitesse insuffisante d'Internet fixe (65,2 %) et un accès à un réseau de données mobile inadapté (64,9 %) sont également fréquemment citées.

Parmi les autres préoccupations, figurent le rapport coût/bénéfice jugé insatisfaisant (61,9 %), la crainte d'une utilisation abusive des données par des acteurs externes à l'élevage (59,5 %) et les inquiétudes concernant les effets des ondes sur les animaux et les humains (58,4 %).

En revanche, certains aspects sont moins perçus comme des freins. Ainsi, la maintenance des outils est considérée comme

une difficulté par seulement 55,1 % des répondants, et le volume d'alertes ou d'informations ne constitue un problème que pour 46,4 % d'entre eux.

Quels sont les freins à l'adoption des technologies numériques en élevage de ruminants ?

Si le gain de confort et le gain de temps sont souvent cités par les éleveurs, toutes filières confondues, pour justifier l'investissement dans ces techniques, leur coût est cependant le principal frein (28,6 %) (figure 19). Il dépend notamment du coût de l'équipement, des performances du cheptel avant son acquisition, du système d'élevage et des pratiques d'utilisation des techniques par l'éleveur.

Le deuxième obstacle à l'équipement est la complexité d'utilisation de ces outils (pour 20,4 % des répondants). Puis vient l'absence de besoin (19,3 %), suivie de près par le manque de temps pour l'utilisation de ces outils (18,1 %).

Pour moins de 5 % des éleveurs enquêtés, le manque de fiabilité des outils, le volume des données à traiter, le manque d'interopérabilité entre les technologies et la peur du partage des données sont des obstacles à l'équipement.

• PAROLES D'ÉLEVEURS

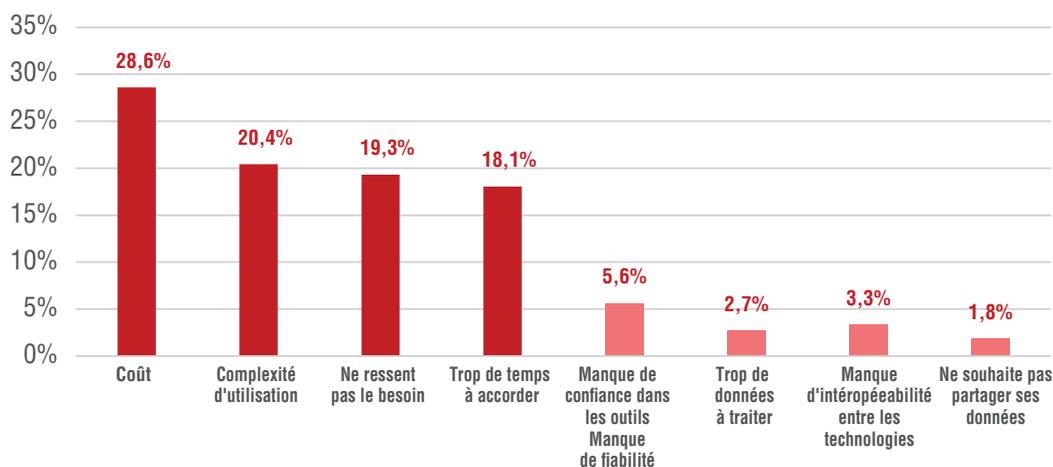
« La robotique apporte une souplesse d'horaire et réduit les efforts physiques. Elle a un avenir au sein des exploitations ; les gens veulent être plus libres, comme les salariés qui ont des vacances et des week-ends. »

« Éleveur en bovins allaitants bio, je privilégie l'autonomie alimentaire et me limite à une caméra pour surveiller les vêlages et à une clôture électrique connectée pour surveiller son bon fonctionnement. Ces matériels peu onéreux et faciles à prendre en main simplifient la vie. »

« Les choses seraient plus simples si les outils pouvaient communiquer entre eux. Et si les systèmes étaient étudiés pour éviter de faire les choses plusieurs fois. »

« Je pourrais avoir plus de matériels connectés, mais le réseau téléphonique et le wifi sont très problématiques ; les réseaux sont très faibles voire inexistants. »

FIGURE 19 : FREINS À L'ÉQUIPEMENT EN TECHNOLOGIES NUMÉRIQUES EN EXPLOITATION POUR L'ENSEMBLE DES FILIÈRES D'ÉLEVAGE DE RUMINANTS
Source : Enquête Projet Sm@rt élevage, 2023





TECHNOLOGIES NUMÉRIQUES ET PARTAGE DES DONNÉES : LES ÉLEVEURS LARGEMENT FAVORABLES MAIS SOUS CONDITIONS

Lors de l'enquête Sm@rt Élevage, une question a été posée sur la disposition des éleveurs à partager les données issues des technologies numériques avec différents acteurs du secteur.

Les résultats montrent que 80,6 % des éleveurs sont favorables à un partage de leurs données avec leur vétérinaire, afin de faciliter les soins aux animaux et d'identifier plus efficacement ceux nécessitant une intervention.

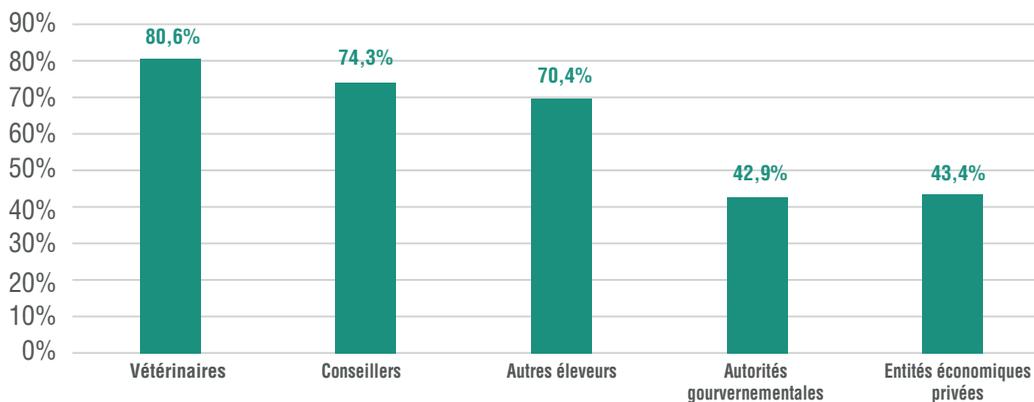
Par ailleurs, 74,3 % accepteraient de partager leurs données avec leurs conseillers, dans le but de recevoir des conseils plus ciblés, et 70,4 % avec d'autres éleveurs pour se comparer et faire du benchmarking.

En revanche, seuls 42,9 % et 43,4 % des éleveurs envisagent de partager leurs données respectivement avec les autorités publiques et des acteurs économiques privés. Les principales réticences concernent la confidentialité des données, la crainte d'une surveillance excessive, ainsi que la peur de se voir dépossédés de leurs données au profit d'une utilisation commerciale dont ils ne tireraient aucun avantage.

Ces résultats mettent en évidence un partage de données majoritairement orienté vers des acteurs perçus comme directement utiles à la gestion de leur élevage, avec des réticences accrues dès lors qu'interviennent des enjeux de confidentialité et de contrôle des données.

FIGURE 20 : PPOURCENTAGE D'ÉLEVEURS DE RUMINANTS PRÊTS À PARTAGER LEURS DONNÉES AVEC DIFFÉRENTS ACTEURS

Source : Enquête Projet Sm@rt élevage, 2023





• AVIS D'EXPERT



Christophe MARTINEAU,

Ingénieur « Production et qualité de la viande de veau » au CIRVEAU - Institut de l'Élevage

EN ÉLEVAGES DE VEAUX DE BOUCHERIE, LES NOUVELLES TECHNOLOGIES PARTICIPENT AU BIEN-ÊTRE ANIMAL ET OFFRENT DE MEILLEURES CONDITIONS DE TRAVAIL AUX ÉLEVEURS



« L'intégration du numérique et des nouvelles technologies dans les bâtiments veaux de boucherie constitue un facteur essentiel de durabilité des élevages, en particulier pour attirer des jeunes candidat(e)s à l'installation vers une production qui, aujourd'hui, ne couvre pas suffisamment les besoins de la consommation française de viande de veau. Dans un contexte de questionnement sociétal sur le bien-être des animaux d'élevage, de diminution des impacts environnementaux et d'amélioration des conditions de travail et de revenu des éleveurs, des solutions sont mises en œuvre dans les bâtiments de veaux de boucherie. Elles concernent en premier lieu l'automatisation et le pilotage de l'alimentation. À l'instar de la production porcine, les automates de distribution des aliments d'allaitement et des aliments solides se démocratisent sur le terrain. Le but est avant tout de diminuer la pénibilité du travail et de favoriser la « féminisation » du métier. Il s'agit aussi d'améliorer l'efficacité alimentaire des veaux par une meilleure gestion des rations. La technologie, encore trop peu utilisée actuellement, permettrait certainement de franchir un cap technologique tant sur le pilotage de l'alimentation que sur d'autres usages tels que le monitoring du bien-être animal ou le suivi sanitaire des animaux.

Le Centre d'Innovation et de Recherche sur le VEAU (CIRVEAU) est un support d'évaluation et de démonstration de ces nouvelles technologies, au service des acteurs de la filière veaux de boucherie.»

EN SAVOIR + SUR LE CIRVEAU :



• ZOOM

LES TECHNOLOGIES NUMÉRIQUES EN PRODUCTION PORCINE

Les automates d'alimentation, une technologie bien implantée

La mise en groupe des truies gestantes en 2013 a accéléré et démocratisé les automates d'alimentation en production porcine. Si les logettes individuelles permettaient d'alimenter les truies selon leurs caractéristiques propres, la mise en groupe oblige à repenser cette gestion. Ainsi, les automates ont pu se développer, permettant de gérer l'alimentation de manière individuelle dans des grands groupes (généralement entre 15 et 100 truies), les truies étant identifiées par une boucle auriculaire d'identification par Radiofréquence (RFID). Aujourd'hui, les automates sont fréquents sur le terrain pour les truies, dans différents systèmes, correspondant chacun à des attentes spécifiques des éleveurs.

Les promesses de la RFID, notamment en matière de traçabilité des animaux

Si la technologie RFID est d'ores et déjà utilisée pour l'identification des truies aux automates d'alimentation et, plus généralement, des animaux à certains points précis (verrat souffleur, abreuvoirs connectés, ...), d'autres usages basés sur cette technologie font leur apparition. Ainsi, la localisation d'animaux dans une case à l'aide de la RFID Ultra Haute Fréquence (UHF) a été testée dans le cadre d'un projet, ce qui permettrait, à terme, de savoir le temps passé par chaque animal dans les différentes zones de la case qui lui sont accessibles et notamment des courettes extérieures. Ces boucles RFID UHF pourraient également permettre une traçabilité complète de la naissance jusqu'à l'abattoir, ouvrant des opportunités d'analyses jusqu'ici inaccessibles.

Les outils d'aide à la décision peinent à se développer

Côté outils d'aide à la décision (OAD), différents projets émergent de plusieurs acteurs de la filière, mais ils servent actuellement principalement de facilitateurs de saisie et de consultation des données. Si c'est une étape indispensable pour prendre les bonnes décisions (traitements vétérinaires, réformes des truies, date de départ à l'abattoir, ...), peu d'OAD semblent aujourd'hui conçus pour guider et faire des propositions pour les choix quotidiens dans les élevages.

Les caméras : de nouvelles possibilités ?

En production porcine, les capteurs utilisés sont principalement les sondes de température (pilotage de l'ambiance) et les puces RFID (identification). Les progrès récents de puissance de calcul, couplés à la baisse des coûts des caméras, placent ces dernières comme de nouveaux capteurs intéressants. L'intérêt principal des caméras étant la diversité d'informations extraites des images collectées par un seul capteur. Ainsi il est aisé d'imaginer collecter l'activité des animaux, leur posture, la fréquentation des zones de la case (abreuvement, nourrisseur, enrichissement, repos, ...), les interactions sociales, ... en temps réel et de manière individualisée. Ces nouvelles données offrent de nouvelles perspectives de pilotage pour les éleveurs sur différents critères tels que l'alimentation, le bien-être animal, la reproduction, l'environnement, ...

Johan THOMAS, ingénieur au service bâtiments et équipements du Pôle Techniques d'Élevage de l'Ifip



Les technologies numériques peuvent modifier l'organisation du travail, la gestion technico-économique ainsi que le relation homme-animal.



• L'ESSENTIEL

L'utilisation de technologies numériques en élevage peut améliorer les conditions de travail de l'éleveur, optimiser les quantités d'aliment ou de médicaments utilisées, suivre le comportement et la santé des animaux. Mais des limites à leur adoption existent toujours telles que le faible retour sur investissement ou encore la difficulté de connexion entre les différents outils.

Estelle NICOLAS, Pierre-Guillaume GRISOT, Germain TESNIÈRE, Jocelyn FAGON, Amélie FISCHER, Béatrice MOUNAIX, Clément ALLAIN, Adrien LEBRETON, Benoît RUBIN (Institut de l'Élevage), Nicolas NAVARRO (MSA)

Promesses et défis des technologies numériques en élevages de ruminants

L'ÉMERGENCE DES TECHNOLOGIES NUMÉRIQUES REDÉFINIT LE QUOTIDIEN DES ÉLEVEURS : MOINDRE PÉNIBILITÉ DES TÂCHES, DIMINUTION DE L'ASTREINTE, AMÉLIORATION DES CONDITIONS DE TRAVAIL, DAVANTAGE DE TEMPS LIBRE. MAIS LES GAINS ATTENDUS NE SONT PAS TOUJOURS AU RENDEZ-VOUS, ET L'INTRODUCTION DE CES OUTILS PEUT ENGENDRER DU STRESS VOIRE PERTURBER L'AUTONOMIE DANS LA PRISE DE DÉCISIONS ET MODIFIER LES RELATIONS ENTRE L'ÉLEVEUR, SES ANIMAUX ET SES COLLABORATEURS. ALORS QUEL BILAN OBJECTIF PEUT-ON BROSSER DE CES OUTILS ET QUELS ENJEUX HUMAINS, ÉCONOMIQUES ET ORGANISATIONNELS SOULÈVENT-ILS ?

IMPACT DES TECHNOLOGIES NUMÉRIQUES SUR LES CONDITIONS DE TRAVAIL

FIGURE 21 : IMPACTS DES TECHNOLOGIES NUMÉRIQUES SUR LES DIFFÉRENTES DIMENSIONS DU TRAVAIL EN ÉLEVAGE
Source : Hostiou *et al.*, 2023



Dans un contexte marqué par l'agrandissement des exploitations et la recomposition de la main-d'oeuvre, les éleveurs recherchent des solutions pour gagner du temps et améliorer la productivité de leur exploitation, tout en préservant leurs conditions de travail et leur qualité de vie.

L'innovation technologique et les pratiques agricoles durables apparaissent comme des leviers essentiels, offrant des perspectives sur l'efficacité opérationnelle et sur la viabilité des exploitations. La figure 21 présente les sept dimensions du travail en élevage sur lesquelles les technologies numériques peuvent avoir un impact.

• DÉFINITION

GNSS : La Géolocalisation et Navigation par un Système de Satellites est une technologie de positionnement par satellites, souvent appelé GPS (Global Positioning System) qui n'est en réalité qu'une partie du GNSS.

• BIBLIO

ÉVALUER LA RENTABILITÉ DES INVESTISSEMENTS EN ÉLEVAGE LAITIÈRE. Cniel et Institut de l'Élevage, 2022 - Un dossier qui évalue l'impact sur les résultats économiques de l'exploitation et le temps de travail économisé de 15 équipements. Disponible sur : cniel-infos.com

AN EX ANTE ANALYSIS ON THE USE OF ACTIVITY METERS FOR AUTOMATED ESTRUS DETECTION: TO INVEST OR NOT TO INVEST. Rutten *et al.*, 2014. Un article scientifique qui évalue les bénéfices et les limites de la mise en place des détecteurs de chaleur.

DE LA SALLE DE TRAITE AU ROBOT, QUELS IMPACTS ? Fleuret et Marlet, 2014. Terra, 23-29. Un dossier sur l'impact de la mise en place des robots de traite dans les exploitations bovines lait.

• PAROLES D'ÉLEVEUR

« Avec la traite en moins, je travaille aux logettes, au paillage et surtout j'observe le troupeau de l'intérieur. Le suivi informatique simplifie la conduite. C'est une aide qui permet d'anticiper les chaleurs, la surveillance des vêlages, les problèmes de mammites. »

L'impact des technologies numériques sur la durée du travail : du temps gagné, à bien gérer

• Des gains de temps significatifs...

Le numérique en élevage est souvent perçu comme un levier pour réduire le temps de travail des éleveurs, notamment sur des tâches astreignantes ou physiquement pénibles.

Et en effet, les technologies automatisées, comme les robots de traite et les robots d'alimentation, permettent des gains de temps significatifs. Une étude menée aux Pays-Bas (Rodenburg, 2012) rapporte une réduction de 29 % du temps de travail dans les fermes équipées d'un système de traite automatique. L'automatisation de l'alimentation des animaux adultes, quant à elle, peut permettre d'économiser jusqu'à 0,6 minute par vache et par jour, soit environ 1,4 heure/jour pour un troupeau de 140 vaches (Cniel et Institut de l'Élevage, 2022).

La collecte automatisée de données via des capteurs constitue un autre moyen efficace de gagner du temps. Ces dispositifs centralisent les données, les analysent et restituent des alertes ou rapports synthétiques, permettant aux éleveurs de se concentrer uniquement sur les animaux nécessitant une attention particulière. Ils allègent également les tâches techniques comme la détection des

chaleurs, mammites, boiteries ou troubles métaboliques, particulièrement utiles pour les grands troupeaux ou en l'absence de main-d'œuvre qualifiée. Par exemple, un détecteur automatisé identifie entre 59 % et 99 % des chaleurs, contre 50 % à 55 % pour un vacher expérimenté (Rutten *et al.*, 2014), ce qui permet de libérer entre 20 et 60 minutes par jour selon la taille du troupeau.

La localisation des animaux au pâturage, grâce aux colliers GNSS (ou GPS) permet un gain de temps significatif : elle réduit de moitié le temps de recherche des animaux, particulièrement en cas de brouillard, vent ou pluie.

• ... qui améliorent la qualité de vie

Le temps économisé peut être réinvesti dans la gestion de l'exploitation, l'observation des animaux ou des activités personnelles. Ainsi, 28 % des éleveurs équipés de robot de traite déclarent prendre plus de temps libre le week-end, 83,7 % affirment être davantage disponibles pour leur famille et 68,9 % constatent une amélioration de leur qualité de vie (Fleuret et Marlet, 2014). Certains préfèrent utiliser ce temps pour développer de nouvelles activités (autre atelier, gîtes), approfondir les soins au troupeau ou acquérir de nouvelles connaissances et compétences.



La cage de pesée et de tri automatique permet à un opérateur de peser 600 brebis par heure.

Flexibilité et organisation du travail : le numérique révolutionne les emplois du temps et le partage des informations

• Trouver de la souplesse et réduire ses déplacements dans son organisation

L'introduction des technologies numériques en élevage offre une plus grande flexibilité dans l'organisation du travail. Ainsi, grâce aux robots de traite ou d'alimentation, les éleveurs ne sont plus soumis à des horaires fixes. Ils peuvent effectuer certaines tâches à des moments plus adaptés, libérant ainsi du temps pour d'autres activités et personnalisant leur emploi du temps. La flexibilité des horaires facilite la gestion des absences et imprévus sur l'exploitation et diminue la pression temporelle ressentie.

Les drones ou caméras installées dans les bâtiments permettent une surveillance à distance des animaux, réduisant la nécessité de se rendre sur l'exploitation ou dans les parcelles. De plus, les outils connectés comme les capteurs de localisation (colliers GPS, localisation des animaux en bâtiment...) ou les détecteurs de vèlage ou de chaleurs remplacent l'œil de l'éleveur, même (et surtout) la nuit, limitant ainsi les contraintes et améliorant la gestion des absences ou des imprévus.

• Un partage instantané d'informations pour plus de réactivité et de flexibilité

L'utilisation du numérique transforme également les relations entre les associés et/ou les salariés d'une exploitation. L'informatisation des plannings de travail, ainsi que l'analyse, possible par les logiciels de gestion de temps, de l'organisation et du temps de travail entre les différents ateliers, permettent d'optimiser la gestion des tâches et d'améliorer l'efficacité globale.

Par ailleurs, le partage instantané d'informations et de données avec les associés, salariés, conseillers ou vétérinaires facilite la coordination et favorise une prise de décision rapide en cas de problème, tout en réduisant la nécessité de déplacements. Ces outils contribuent ainsi à une gestion plus réactive et agile de l'exploitation. Cependant, une utilisation non maîtrisée de ces technologies peut également engendrer des effets négatifs, tels qu'une surcharge mentale liée à l'afflux constant d'informations, ainsi qu'un risque d'isolement des éleveurs. Il est donc essentiel d'adopter une approche équilibrée et raisonnée afin de tirer parti des avantages qu'offrent ces solutions.



Les drones équipés d'une caméra permettent de surveiller les troupeaux à distance.



• AVIS D'EXPERT



Jocelyn FAGON,

Chef de projet R&D sur les nouvelles technologies et le métier d'éleveur, à l'Institut de l'Élevage

EN ENTRANT DANS LES ÉLEVAGES, LES TECHNOLOGIES NUMÉRIQUES BOUSCULENT LES ORGANISATIONS ET GÈNÈRENT DE NOUVELLES TÂCHES

« Il est indéniable que les nouvelles technologies telles que les robots d'alimentation, robots de traite, caméras de surveillance, capteurs, cages de pesées ou drones simplifient voire suppriment plusieurs tâches perçues comme contraignantes par certains éleveurs : la traite, l'alimentation du troupeau, le nettoyage, la surveillance des animaux, leur pesée, le maintien de l'ambiance dans les bâtiments... Les éleveurs évoquent le fait de retrouver de la souplesse pour s'organiser.

Mais en parallèle, elles engendrent de nouvelles tâches. La consultation quotidienne des données, la gestion des alertes (animaux en chaleur, éminence de mise bas, localisation d'animaux hors zone...), la préparation des cuisines pour les robots d'alimentation, l'analyse des données (poids, activité, images et vidéos) deviennent des activités régulières.

Par ailleurs, des activités ponctuelles, comme l'entretien des équipements, le chargement ou changement des batteries, l'installation ou le retrait des capteurs, l'accompagnement des jeunes vaches au robot de traite, s'intègrent également dans le quotidien des éleveurs. Ces activités peuvent fortement limiter les économies de temps prévues.

De plus, l'accès constant aux informations peut encourager une "surveillance excessive", tandis que l'acquisition des compétences nécessaires à l'utilisation des outils numériques requiert du temps et des efforts supplémentaires.

Entre la masse de données nouvelles, les alarmes sur les équipements, les alertes pour les animaux, il est essentiel de bien paramétrer ces outils et savoir se déconnecter pour maîtriser la charge mentale associée.

Dans tous les cas, une intégration réfléchie et un accompagnement adapté sont essentiels pour maximiser les bénéfices que peuvent apporter ces nouvelles technologies. »

• BIBLIO

TECHNICAL, ECONOMIC AND SOCIOLOGICAL IMPACTS OF AN AUTOMATED OESTRUS DETECTION SYSTEM FOR DAIRY COWS. Allain *et al.*, 2016.
Une conférence au congrès européen Precision Dairy Farming.

USE AND INTERPRETATION OF MASTITIS ALERTS BY FARMERS. Hogeveen *et al.*, 2013.
Une conférence au congrès Precision Dairy Farming.

L'ÉLEVAGE DE PRÉCISION : QUELS CHANGEMENTS DANS L'ORGANISATION DU TRAVAIL ET LA GESTION DE DONNÉES EN ÉLEVAGE ? Désiré et Hostiou, 2015.
Un atelier réalisé lors des 4^{èmes} Rencontres nationales Travail en élevage.

Pénibilité physique et mentale : réel gain d'un côté, bilan mitigé de l'autre

• Des solutions qui soulagent le corps et l'esprit

Les technologies numériques offrent des solutions significatives pour réduire la pénibilité physique du travail en élevage. Ainsi, les automates, comme les robots de traite, de nettoyage ou d'alimentation, remplacent les tâches manuelles, physiques et répétitives par des activités de surveillance, diminuant ainsi la fatigue des éleveurs. Dans les élevages ovins, l'utilisation de cages de pesée automatique, voire d'autopesée, couplées à l'identification électronique et à une transmission sans fil des données, limite les manipulations des animaux et améliore le confort de travail des éleveurs.

Sur le plan mental, les capteurs et autres outils numériques apportent une aide précieuse pour anticiper des événements difficiles à observer à l'œil nu, comme les chaleurs, les premiers signes de vélages ou de troubles de santé. Par exemple, les systèmes de détection automatisée des chaleurs réduisent la pression liée au repérage et à la surveillance des animaux prêts pour l'insémination (Allain *et al.*, 2016).

• Une masse d'informations qui peut virer au trop plein

Cependant, ces technologies ne sont pas sans défis pour la charge mentale des éleveurs. Les capteurs génèrent souvent un

flux constant de données, rendant difficile la sélection des informations pertinentes pour la prise de décision. Le risque de perte d'informations ainsi que la confiance dans les messages générés par les algorithmes peuvent également freiner l'usage des technologies. La gestion des alertes, en particulier, est souvent vécue comme une source de stress. Ainsi, une étude a montré que seulement 3 % des alertes de mammite générées par les robots de traite entraînent une action de la part des éleveurs, soulignant la difficulté de prioriser les interventions (Hogeveen *et al.*, 2013).

De plus, la réception d'alertes sur smartphone peut engendrer une anxiété persistante, les éleveurs ayant le sentiment d'être constamment sollicités par leurs outils numériques (Désiré et Hostiou, 2015).

Le gain en compétences et en autonomie des éleveurs : évoluer dans ses pratiques sans perdre son savoir-faire

• Des prises de décisions facilitées grâce aux données transmises par les outils numériques

Les technologies numériques transforment les compétences et l'autonomie des éleveurs en réorganisant leurs pratiques de travail et en introduisant de nouvelles responsabilités.

D'un côté, les outils numériques permettent de collecter des données précises sur les animaux, facilitant ainsi des décisions mieux informées et l'anticipation d'événements tels que les chaleurs ou les troubles de santé. Ils offrent une compréhension approfondie des troupeaux dans des domaines variés (physiologie, comportement, métabolisme) que l'observation humaine seule ne permet pas d'atteindre.

• Un risque de dépendance aux indicateurs générés par les algorithmes

Mais ces technologies imposent en parallèle de nouveaux défis. La gestion et l'interprétation des données qu'elles transmettent exigent des compétences spécifiques que les éleveurs doivent acquérir : manipulation des outils, analyse des informations collectées, réglage des systèmes pour les adapter aux besoins de leur exploitation... Ces nouvelles tâches, souvent centrées sur la gestion et l'administration, peuvent éloigner les éleveurs de leur savoir-faire initial. Ce glissement



L'appareil d'autopesée WOW (Walk Over Weighing), expérimenté lors du projet OtoP 3D, pèse de manière dynamique et volontaire les brebis au pâturage, pour un suivi quotidien des animaux sans travail supplémentaire pour l'éleveur.

peut être perçu comme une perte d'autonomie, d'autant plus que la dépendance accrue aux algorithmes et indicateurs risque de diminuer leur capacité à prendre des décisions de manière autonome ou à reconnaître certains signes importants chez leurs animaux (chaleurs, problèmes sanitaires, troubles du bien-être).

• Formation obligatoire pour tous !

Ces outils numériques compliquent parfois la collaboration et le remplacement au sein des exploitations. Les membres de la famille, salariés, voisins ou bénévoles intervenant ponctuellement doivent eux aussi être formés pour utiliser ces technologies efficacement.

L'intégration des technologies numériques met ainsi en lumière l'importance de la formation. Si celle-ci est aujourd'hui principalement assurée par les fournisseurs, il est crucial de développer des réseaux d'apprentissage et des dispositifs de formation adaptés. Des réseaux tels que celui des Digifermes® permettent de tester en conditions réelles certaines solutions numériques afin d'éclairer les conseillers et les éleveurs dans le conseil ou le choix d'acquisition. Des initiatives collectives, émanant entre autres de CUMA ou de groupes d'échanges autour des robots de traite, jouent un rôle essentiel en permettant de partager les compétences et expériences, de renforcer les liens entre éleveurs et de favoriser une appropriation efficace de ces innovations.

Relations Homme - Animal : entre distanciation physique et nouvelle proximité

• Intégrer les technologies numériques sans perdre le lien avec les animaux

La relation Homme-Animal traduit la place que l'animal occupe pour l'éleveur dans l'exercice de son métier (Dockès et Kling, 2006). Ce niveau de lien plus ou moins fort entre l'animal et l'éleveur (Waiblinger *et al.*, 2006) se construit lors des interactions qu'ils ont dans les activités d'élevage sur la ferme. La relation entre l'éleveur et ses animaux, pilier du métier d'éleveur, repose sur la fréquence et la qualité des interactions lors des activités quotidiennes. L'introduction des technologies numériques, en particulier des automates, modifie cette dynamique en ajoutant une troisième dimension : la machine. Ce nouveau trio Homme-Animal-



Les caméras de surveillance permettent de gagner du temps et de limiter les déplacements pour intervenir uniquement lorsque c'est nécessaire en suivant les agnelages à distance par exemple.

Machine invite à repenser les liens entre éleveurs et animaux.

L'automatisation, comme le robot de traite, réduit les contacts physiques réguliers entre l'éleveur et les animaux. Les vaches, par exemple, gagnent en autonomie, adaptant leur rythme individuel pour se faire traire, se nourrir et se reposer.

En parallèle, l'éleveur voit potentiellement le temps consacré aux interactions quotidiennes diminué, notamment les moments de contacts directs lors de la traite (préparation des mamelles, observation des animaux, soins).

Si cette réduction offre une flexibilité temporelle à l'éleveur, elle peut également altérer la qualité du lien Homme-Animal si le temps libéré n'est pas réinvesti dans des moments choisis, tels que des observations calmes ou des soins préventifs. En l'absence de ces interactions volontaires, seules subsistent des interventions perçues comme stressantes (parage, castration, soins curatifs), risquant de détériorer les relations avec le troupeau, ou des interventions centrées uniquement sur les animaux à problèmes, altérant la vision des éleveurs sur la bonne santé de son troupeau.

Cependant, l'introduction de capteurs et d'automatismes sur l'exploitation peut générer également de nouveaux contacts. Ainsi la pose et le retrait des capteurs sur les animaux, l'accompagnement des vaches primipares au robot ou des brebis dans les stalles de pesée peuvent introduire de nouvelles interactions.

• PAROLES D'ÉLEVEURS

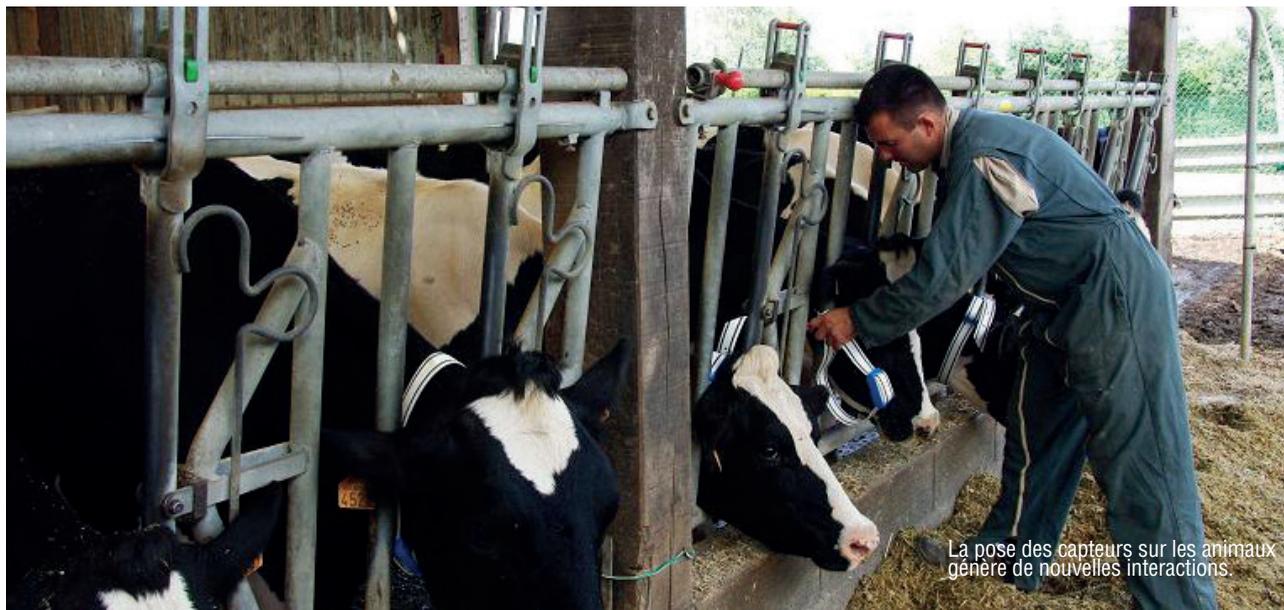
« Stéphanie est la seule à savoir utiliser correctement le robot. Les deux autres associés ne seraient pas capables de le gérer en cas d'absence. Ils s'en sortiraient, mais cela resterait risqué car ils ne savent pas tout faire. Ils sont polyvalents, sauf pour le robot. » (Hostiou *et al.*, 2023)

« La technologie c'est très bien, mais il ne faut pas qu'elle enlève le bon sens paysan et la relation aux animaux et aux personnes ... Au lieu de passer du temps sur des choses simples, on va le passer sur un ordinateur, une tablette, un portable qui détruit le contact. » (Enquête Sm@rt Elevage, 2023)

• BIBLIO

FARMERS' AND ADVISERS' REPRESENTATIONS OF ANIMALS AND ANIMAL WELFARE. Dockès et Kling, 2006.

ASSESSING THE HUMAN-ANIMAL RELATIONSHIP IN FARMED SPECIES: A CRITICAL REVIEW. WAIBLINGER ET AL., 2006



La pose des capteurs sur les animaux génère de nouvelles interactions.

Les capteurs et automates génèrent une grande quantité de données individuelles sur les animaux, transformant le rôle de l'éleveur. Ce dernier passe de la réalisation de tâches manuelles à la gestion d'indicateurs pour superviser la santé et la production du troupeau. Les données issues de capteurs (ex. température corporelle, déplacements, comportement) permettent de détecter plus tôt des anomalies, comme des troubles de santé ou des comportements atypiques. Cette surveil-

lance proactive aide l'éleveur à cibler ses interventions, particulièrement dans les grands troupeaux ou les systèmes extensifs où le contact quotidien avec chaque animal est difficile.

Grâce à ces technologies, les éleveurs acquièrent une connaissance plus fine et individualisée de leurs animaux. Ils peuvent ainsi anticiper des problèmes, ajuster les soins et mieux comprendre les besoins spécifiques de leur troupeau. Cette évolution renouvelle la proximité avec les animaux, même si elle s'exprime différemment, par la médiation des données.



L'introduction des technologies numériques en élevage redéfinit donc la relation Homme-Animal, offrant de nouvelles opportunités pour améliorer la gestion et le bien-être des animaux tout en posant des défis liés à la qualité des interactions et à la charge mentale. Trouver un équilibre entre automatisation, observation directe et utilisation des données est essentiel pour préserver et enrichir ce lien fondamental.

L'augmentation des données et alertes peut augmenter la charge mentale des éleveurs.

• EN RÉSUMÉ

TABLEAU 1 : RÉSUMÉ DE L'IMPACT DES TECHNOLOGIES NUMÉRIQUES SUR LES DIFFÉRENTES DIMENSIONS DU TRAVAIL EN ÉLEVAGE

Source : d'après Hostiou *et al.*, 2014 et Hostiou *et al.*, 2023

	IMPACTS POSITIFS	IMPACTS NÉGATIFS
 <p>Temps de travail</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Réduction du temps de travail, selon l'équipement • Automatisation des tâches astreignantes : traite, alimentation, nettoyage • Aide à la décision • Ciblage des interventions : liste d'animaux en alerte 	<ul style="list-style-type: none"> • Temps réinvesti sur de nouvelles tâches, selon l'équipement • Maintenance, entretien, paramétrage du matériel • Consultation des données • Perte de temps en cas de dysfonctionnement
 <p>Flexibilité et organisation</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Surveillance des animaux en continu en remplacement des observations (la nuit notamment) • Surveillance à distance (applications, caméras, drones) et donc moins de déplacements • Réorganisation possible de la journée avec les astreintes en moins = plus de souplesse 	<ul style="list-style-type: none"> • Apparition de nouvelles tâches : maintenance, gestion des pannes, consultation des données, installation des capteurs, adaptation des bâtiments • Modification de certaines tâches : observation des animaux, remplissage des cuisines/silos, gestion des consommables
 <p>Charge physique Charge mentale</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Automatisation des tâches physiques : amélioration du confort de travail • Délégation de la détection d'événements (chaleurs, mises bas, troubles sanitaires) : réduction du stress et de la charge mentale 	<ul style="list-style-type: none"> • Augmentation de la charge mentale due au fait du risque de pannes, de la complexité d'utilisation, des alertes à tout moment, de la nécessité d'une connexion permanente
 <p>Compétences et autonomie</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Permet de remplacer l'humain quand il est difficile de trouver un salarié qualifié • Apporte de nouvelles connaissances sur l'animal : comportement, données physiologiques ou métaboliques • Acquisition de nouvelles compétences : traitement de données, maintenance 	<ul style="list-style-type: none"> • Complexification du remplacement d'un associé en cas d'absence • Dépendance aux algorithmes et baisse de la capacité de prise de décisions • Risque de perte de savoir-faire • Besoin de formation
 <p>Relation Homme-Animal</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Connaissance plus fine et individualisée de ses animaux sur des paramètres non observables par l'œil humain • Temps libéré pour des contacts choisis plutôt que subis (traite, parage, soins). • Nouveaux contacts : lors de la pose des capteurs, l'accompagnement des animaux au robot de traite 	<ul style="list-style-type: none"> • Automatisation = risque de baisse de contacts entre l'éleveur et ses animaux • Liste d'alertes = risque d'interventions uniquement négatives : soins douloureux, piqûre, contention • Risque de se focaliser uniquement sur les animaux à problèmes

• ZOOM

L'ACCOMPAGNEMENT SUR LE NUMÉRIQUE ET L'ÉQUIPEMENT
PROPOSÉ PAR LA MSA MIDI PYRÉNÉES SUD**La MSA Midi Pyrénées Sud travaille sur les tests et sur la mise en œuvre, en France, des clôtures virtuelles.**

En effet, pour le service Prévention des Risques Professionnels, la clôture virtuelle pourrait avoir un impact sur les conditions de travail et sur la pénibilité des éleveurs et de leurs salariés, en permettant :

- un gain de temps et une diminution de la pénibilité par l'arrêt du transport et de la mise en place des piquets de clôture et des fils ;
- un gain de temps par l'arrêt du déplacement des clôtures ;
- un gain de temps et une diminution de la pénibilité par l'arrêt du débroussaillage sous les fils : en enlevant la charge de temps liée au déplacement et à l'entretien de la clôture physique, l'éleveur dispose de plus de temps pour l'observation des animaux et de leur environnement.
- un gain en termes de réactivité en cas de problème sur les animaux : la plupart des troupeaux sont visités une fois par jour, alors qu'avec le collier, des capteurs surveillent l'activité de l'animal 24h/24 et 7j/7 et alertent l'utilisateur *via* l'application s'ils détectent quelque chose d'inhabituel, ce qui pourrait indiquer qu'un animal est coincé, blessé... Les animaux fuyards sont automatiquement détectés, géolocalisés et l'information est transmise en temps réel à l'éleveur.
- un meilleur équilibre entre une professionnelle et vie privée.

Par ailleurs, dans le cadre des programmes de recherche et développement du Service Santé Sécurité au Travail, la MSA Midi Pyrénées Sud propose un accompagnement à la réflexion des projets en ferme : stabulation, parc de contention, quai d'embarquement, salle de traite, box vélages/inséminations

Cet appui technique pour la conception et/ou l'aménagement des espaces de travail, permet d'allier conditions de travail, santé, productivité et sécurité des utilisateurs.

Pour cela, la MSA réalise des plans en 3D des différents scénarios envisagés et, grâce aux lunettes de réalité virtuelle, la possibilité est donnée aux futurs utilisateurs de se projeter dans leur nouvel environnement de travail.

Le service prévention de risque professionnel de la MSA permet de faciliter l'accès à du matériel innovant par un soutien financier pouvant aller jusqu'à 50 % du montant hors taxe.

Plus d'informations sur : [MSA - L'AFSA une aide pour améliorer la santé et la sécurité au travail des TPE agricoles - MSA Grand Sud](#)



IMPACT DES TECHNOLOGIES NUMÉRIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT

Bien que le numérique soit immatériel en apparence, les données fournies par les solutions numériques reposent sur une infrastructure matérielle pour les générer, les véhiculer de l'outil à la plateforme qui les héberge, en passant par la fabrication, la distribution et la fin de vie de ses différents supports. Il a donc un impact environnemental indéniable.

Un secteur émetteur de gaz à effet de serre...

Ainsi, le numérique mondial agrège autour de 4 % des émissions de gaz à effet de serre (GES) mondiales et a une empreinte globale équivalente à 3 à 4 fois celle de la France (Green.IT, 2019). Cela reste peu, en pourcentage, par rapport aux émissions française du transport (39 % en 2021), de l'industrie (19 % en 2021) ou de l'agriculture (18,4 %) (Citepa, 2023).

Le numérique consomme donc des ressources matérielles et est donc associé à une empreinte environnementale dont la plus grosse partie est associée à la fabrication des outils et aux terminaux utilisateurs (figure 22).

...mais qui compense indirectement une partie de ses émissions

D'un autre côté, le numérique peut contribuer à une meilleure efficacité des systèmes de production, en libérant du temps, économisant de l'argent, réduisant l'utilisation d'intrants (phytosanitaires, antibiotiques, concentré azoté...), grâce au pilotage de précision ou individuel.

En apportant des outils de pilotage plus précis, le numérique favorise une gestion plus fine des ressources, limitant les rejets et améliorant la performance environnementale globale des exploitations. Il permet également d'autres services positifs pour l'environnement (voir tableau 2) liés à la gestion des ressources naturelles, à la gestion de la biodiversité ou aux émissions de GES.

Attention aux effets de rebonds !

Il n'est néanmoins pas si simple d'arriver à ce que la somme des services positifs pour l'environnement et l'éleveur soit supérieure à la somme des impacts négatifs du service numérique. En effet, le gain d'efficacité

apporté par le numérique induit souvent une augmentation de la consommation du produit car ce dernier consommant moins de ressources (énergie, surface, espace, temps, eau, main d'œuvre...) par unité de produit, incite souvent à produire plus et donc consommer plus. C'est l'effet rebond direct. En complément, ce gain d'efficacité dans un domaine donné amène à consommer plus dans d'autres domaines : c'est l'effet rebond indirect. Par exemple, un service numérique peut libérer du temps, qui est utilisé à d'autres fins : développer un nouvel atelier, passer plus de temps à observer les animaux... Selon l'usage de ce temps « libéré », cela peut générer des consommations de ressources supplémentaires qui n'existaient pas auparavant, parfois jusqu'à avoir une empreinte environnementale plus lourde par rapport à la situation initiale. Pour limiter réellement les impacts, il convient de viser une stratégie d'efficacité sobre : produire autant avec moins de ressources, en s'assurant que les gains ne génèrent pas de surconsommation indirecte.

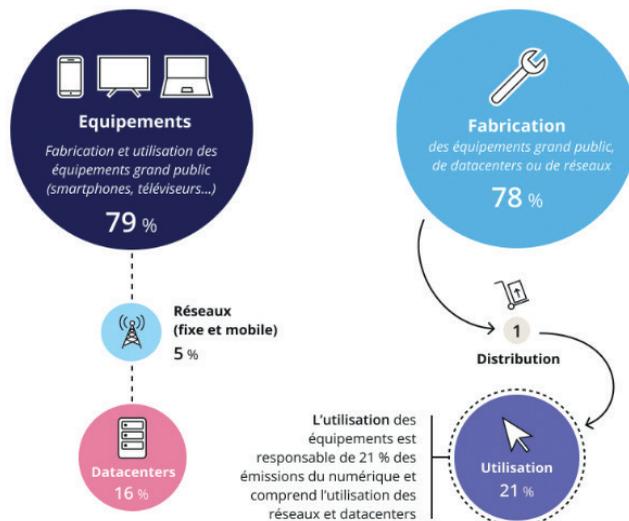
• DÉFINITION

EMPREINTE ENVIRONNEMENTALE

L'empreinte environnementale associée à un produit est la différence entre les services rendus à l'environnement sous forme de ressources évitées, reconstituées ou dépolluées, et les ressources consommées ou pollutions associées à cette activité.

FIGURE 22 : RÉPARTITION DE L'EMPREINTE CARBONE DU NUMÉRIQUE FRANÇAIS EN 2020 PAR COMPOSANTE DU NUMÉRIQUE (À GAUCHE) ET PAR PHASE DU CYCLE DE VIE DE L'ÉQUIPEMENT (À DROITE)
Source : issus de ARCEP – ADEME, 2023

L'empreinte carbone du numérique dépend essentiellement des équipements et de leur fabrication.



• BIBLIO

GUIDE DE QUESTIONNEMENT POUR LE DÉVELOPPEMENT DE SERVICES NUMÉRIQUES. ADEME, 2021 – Disponible sur librairie.ademe.fr



Quelques bonnes pratiques pour réduire son impact environnemental

Pour limiter l’empreinte environnementale de ses solutions numériques, il faut se poser les bonnes questions avant d’investir et, si le numérique est la meilleure solution identifiée, choisir le strict minimum en équipement, flux et volume de données. Référez-vous au « guide de questionnement pour le développement de services

numériques» pour vous aider (ADEME, 2021).

Préférez les outils partagés à plusieurs, prolongez la durée de vie, favorisez les services et outils low-tech que vous maîtrisez. Des initiatives telles que le Mobilab by AgriTIC (à retrouver sur mobilab.agrotic.org/) ou Low-tech lab (lowtechlab.org/fr) sont en accès libre et proposent des outils, tutoriels, trucs et astuces pour apprendre à faire soi-même.

TABLEAU 2 : EFFETS POSITIFS ET NÉGATIFS DES TECHNOLOGIES NUMÉRIQUES SUR 4 DIMENSIONS ENVIRONNEMENTALES

IMPACT ENVIRONNEMENTAL	POSSIBILITÉS	LIMITES
 <p>Utilisation d'intrants (aliments, médicaments) et pollution</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Optimisation de l'alimentation : les capteurs et modèles permettent une gestion fine par lot ou par individu, réduisant les intrants et les émissions d'azote et de phosphore. • Réduction de l'utilisation de médicaments : la détection précoce des troubles sanitaires diminue le recours aux antibiotiques et autres produits vétérinaires. 	<ul style="list-style-type: none"> • Faux positifs : les alertes précoces ou erronées peuvent entraîner un excès de médication. • Effet rebond : les gains d'efficacité incitent souvent à produire davantage, augmentant les consommations et l'intensification.
 <p>Gestion des ressources eau, énergie, ressources primaires</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Surveillance optimisée : le monitoring de l'eau et de l'électricité limite le gaspillage et optimise la consommation. • Réduction des énergies fossiles : la robotique diminue leur usage dans des tâches comme l'alimentation ou le nettoyage. • Approches raisonnées : l'utilisation ciblée d'animaux sentinelles réduit les besoins d'équipement pour l'ensemble du troupeau. 	<ul style="list-style-type: none"> • Impact environnemental des technologies : la fabrication, le recyclage et la collecte des ressources primaires pour les outils numériques peuvent générer des impacts négatifs. • Demande énergétique : les capteurs et robots nécessitent une quantité importante d'électricité pour fonctionner.
 <p>Émissions de gaz à effet de serre</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Amélioration de l'efficacité : les outils numériques augmentent les rendements et réduisent les émissions de gaz à effet de serre par unité produite. • Réduction des émissions de méthane : le suivi des émissions entériques permet de guider des stratégies d'atténuation. 	<ul style="list-style-type: none"> • Émissions indirectes : le stockage et le traitement des données augmentent les besoins en énergie, particulièrement problématique si celle-ci provient de sources non renouvelables.
 <p>Gestion de la biodiversité</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Encouragement des pratiques durables : des technologies comme les clôtures virtuelles ou les drones permettent de maintenir des systèmes basés sur le pastoralisme, les prairies naturelles ou les estives, préservant ainsi la biodiversité. • Épargne des habitats naturels : une productivité accrue limite l'expansion des terres agricoles, préservant les espaces naturels. 	<ul style="list-style-type: none"> • Risque d'intensification : les technologies numériques peuvent favoriser des modèles industriels déconnectés des espaces extérieurs. • Standardisation des animaux : la sélection peut privilégier des animaux compatibles avec certains outils comme les robots de traite.

LES POSSIBILITÉS OFFERTES PAR LES TECHNOLOGIES NUMÉRIQUES EN MATIÈRE DE SANTÉ ET DE BIEN-ÊTRE DES ANIMAUX D'ÉLEVAGE

Le bien-être des animaux d'élevage est une préoccupation croissante, tant pour les éleveurs que pour la société. Défini par le Farm Animal Welfare Council (FAWC, 1992), le bien-être repose sur cinq libertés fondamentales, qui constituent un cadre essentiel pour évaluer la santé et le bien-être des animaux (figure 23).

Des protocoles de mesures de ces libertés existent, sous forme de diagnostics ponctuels mais ils ne permettent pas toujours le suivi en routine, en particulier sur les aspects comportementaux. Les technologies numériques peuvent offrir des possibilités pour surveiller et évaluer le respect de ces libertés fondamentales.

Des outils pour vérifier que les animaux ne souffrent ni de faim ni de soif

Assurer aux animaux un accès constant à une alimentation et un abreuvement adéquats est essentiel. Les technologies de suivi de la production, comme les cages de pesée automatique ou les compteurs à lait électroniques, permettent de suivre le poids des animaux ou la production laitière pour détecter rapidement des variations anormales. Les caméras 3D intégrées dans les robots ou les salles de traite offrent désormais une évaluation précise de la note d'état corporel (NEC), un indicateur clé pour prévenir les troubles métaboliques liés à une alimentation inadéquate (figure 24).

FIGURE 23 : LES 5 LIBERTÉS FONDAMENTALES DU BIEN-ÊTRE ANIMAL



Par ailleurs, l'imagerie 3D permet aussi d'évaluer la consommation alimentaire en mesurant le volume et la masse des rations, tandis que les systèmes d'alimentation automatisés comme les distributeurs automatiques de concentrés (DAC) ajustent les rations en fonction des besoins individuels des animaux, favorisant une alimentation équilibrée et réduisant les risques de suralimentation ou de carences nutritionnelles.

En ce qui concerne l'accès à l'eau, des abreuvoirs connectés sont aujourd'hui commercialisés et permettent de connaître les quantités d'eau consommées par les animaux. Des dispositifs plus simples, comme les boucles RFID (Basses Fréquences ou Ultra Hautes Fréquences) permettent également de détecter l'accès (ou l'absence d'accès) aux auges et abreuvoirs.

Le distributeur automatique de concentrés permet d'ajuster la ration à l'individu ou au lot.

FIGURE 24 : CAMÉRA 3D PERMETTANT D'ÉVALUER LA NOTE D'ÉTAT CORPOREL DES ANIMAUX

Source : Delaval





Le podomètre permet de suivre le comportement et la position des animaux.

Assurer le confort physique des animaux grâce au numérique

Pour évaluer et améliorer le confort physique des animaux, les capteurs environnementaux jouent un rôle central. Ils surveillent la température, l'humidité et la qualité de l'air dans les bâtiments, et fournissant des informations essentielles pour calculer des indicateurs relatifs au stress thermique comme le THI (Temperature Humidity Index). Ils peuvent aussi permettre d'ajuster les systèmes de ventilation et de refroidissement.

Des capteurs comme les accéléromètres positionnés à la patte au cou ou à l'oreille offrent des données sur

le temps passé debout, couché ou en mouvement, indiquant ainsi l'accès suffisant et le niveau de confort des zones de repos. Ils peuvent également détecter des comportements spécifiques liés à l'inconfort thermique, comme l'hyperventilation. En complément, des caméras Time-Lapse aident à identifier les zones sous-utilisées ou surutilisées dans la journée, révélant des problèmes d'aménagement ou d'environnement.

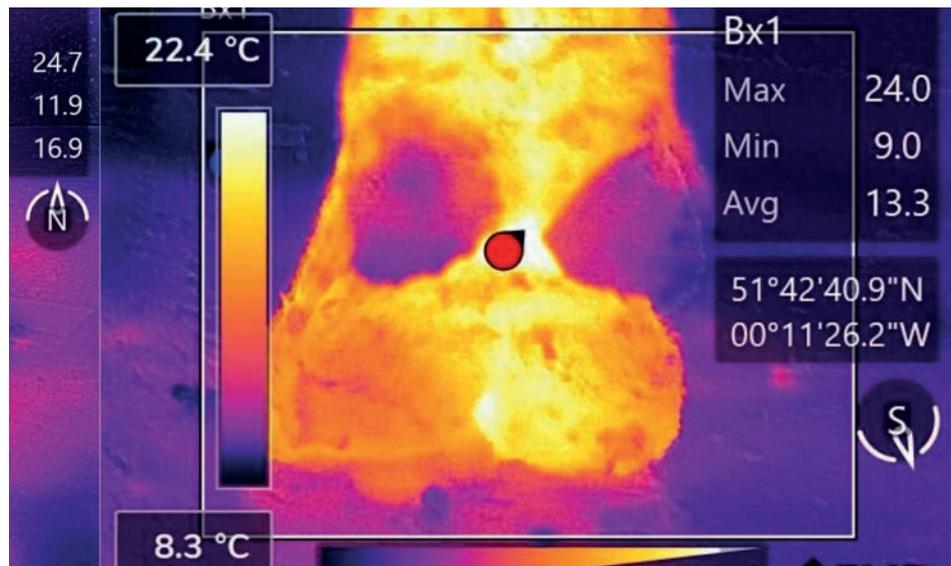
Ne pas souffrir de douleur, de blessure ou de maladie

Des thermobolus ont été développés pour les bovins, pour suivre notamment les risques d'hyperthermie. L'usage de ce type de capteurs dans le rumen est intéressant pour détecter précocement certaines maladies dont l'hyperthermie est l'un des signes cliniques précoces. Plusieurs systèmes de mesure de la température corporelle (boucles auriculaires, capteurs de surface...) sont à l'étude et devraient permettre de faciliter cette mesure dans l'avenir.

L'utilisation de podomètres peuvent aider à identifier les inflammations ou les douleurs locomotrices. Demain, les systèmes de mesure automatisée de la locomotion (tapis équipés de capteurs de pression) ou l'installation de caméras thermiques pour identifier automatiquement les zones de chaleurs liées à l'inflammation de la sole, pourront aider l'éleveur à repérer précocement et facilement les animaux boiteux. Des innovations qui s'inscrivent dans l'arsenal en plein essor de la télémédecine vétérinaire.

Enfin, les systèmes d'analyse de la quantité de lait (compteurs à lait) ou de sa composition physico-chimique (conductivité, température, présence de sang, de cellules...) permettent de détecter de façon précoce les problèmes mammaires.

Utilisation d'une caméra thermique pour identifier des problèmes locomoteurs. Ici, l'image d'un pied de bovin. Les zones très claires (pointée par un point rouge au centre de l'image) indiquent une température élevée liée à une inflammation (source : Coe *et al.*, 2022).



Pouvoir exprimer un comportement naturel approprié

Les ruminants d'élevage doivent pouvoir adopter des comportements naturels comme la rumination, l'exploration ou les interactions sociales. Les accéléromètres et systèmes de géolocalisation permettent de suivre le « budget temps » des animaux, comprenant leur alimentation, repos et activité sociale. L'analyse vidéo, combinée à des algorithmes de deep learning, permet aussi de suivre ces budgets temps tout en détectant les interactions sociales et les comportements déviants, comme les stéréotypies. En parallèle, l'étude des vocalisations animales commence à offrir des perspectives pour mesurer les états émotionnels et évaluer le bien-être de façon plus objective. De simples colliers GPS peuvent aussi permettre d'objectiver la présence des animaux dans les prairies et donc leur comportement de pâturage.



Collier GPS permettant de suivre l'accès et les déplacements des vaches au pâturage.



• AVIS D'EXPERT



Béatrice MOUNAIX,

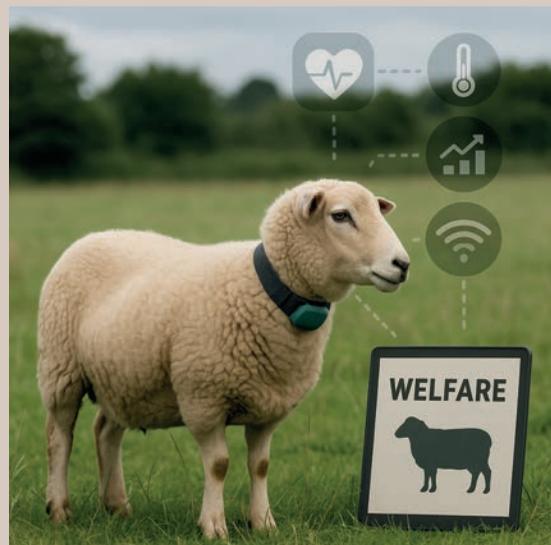
Ingénieure au Service « Santé et Bien-être »
à l'Institut de l'Élevage

DES PERSPECTIVES AUTOUR DE L'EXPRESSION DE L'ÉTAT ÉMOTIONNEL DES ANIMAUX DES TROUPEAUX

« La minimisation du stress ou de l'anxiété est une priorité pour garantir un bien-être optimal. Certains capteurs biométriques permettent de mesurer des paramètres comme la fréquence cardiaque, un indicateur de stress. Certaines recherches récentes permettent d'évaluer les expressions faciales, révélant des signes de peur ou de détresse, en associant des caméras à des algorithmes d'intelligence artificielle. Ces systèmes sont encore peu opérationnels en élevage de ruminants, mais il est possible d'espérer, demain, mieux évaluer les interactions sociales positives et négatives entre animaux, leurs expressions faciales ou les comportements stéréotypiques corrélés à leur état émotionnel. Si ces domaines sont encore très expérimentaux, ils sont très prometteurs pour aider l'éleveur à mieux comprendre le comportement de son troupeau et repérer des animaux qui seraient dans des états de stress.

Ces nouveaux outils ne doivent pas non plus limiter la capacité de l'éleveur à piloter le fonctionnement de son troupeau en le focalisant sur les informations numériques. Par exemple, gérer la reproduction en fonction des seules alertes numériques sur les vaches en chaleur et sans tenir compte des capacités de logement (par exemple la nurserie) ou des ressources alimentaires disponibles peut conduire à des situations à risques pour le bien-être des animaux.

Ces risques, pour réels qu'ils soient, seront limités par l'accompagnement technique des éleveurs dans le bon usage des nouvelles technologies. Le premier acteur du bien-être animal en élevage reste l'éleveur. »



• EN RÉSUMÉ

TABLEAU 3 : LIBERTÉS FONDAMENTALES, PARAMÈTRES MESURABLES ET TECHNOLOGIES ASSOCIÉES

LES 5 LIBERTÉS FONDAMENTALES	PARAMÈTRES MESURABLES	EXEMPLES DE TECHNOLOGIES ASSOCIÉES
Ne pas souffrir de faim et de soif	<ul style="list-style-type: none"> • Poids vif • Note d'état corporel (NEC) • Accès à l'eau et à la nourriture 	<ul style="list-style-type: none"> • Cages de pesée automatique • Caméras 3D (NEC) • Photogrammétrie (quantité d'aliments disponibles) • Systèmes d'alimentation et d'abreuvement automatisés • Boucles RFID
Ne pas souffrir d'inconfort	<ul style="list-style-type: none"> • Temps passé debout ou couché • Température ou humidité ambiantes (THI) • Qualité du couchage 	<ul style="list-style-type: none"> • Accéléromètres • Capteurs environnementaux (thermomètres, hygromètres) • Caméras Time-Lapse
Ne pas souffrir de douleur, de blessure ou de maladie	<ul style="list-style-type: none"> • Poids vif / NEC • Température corporelle • Locomotion (boiteries) • Temps de rumination / ingestion • Quantité et composition du lait 	<ul style="list-style-type: none"> • Cages de pesée automatique • Caméras 3D (NEC) • Thermobolus • Accéléromètres • Caméras thermiques • Compteurs à lait • Analyseurs de lait
Pouvoir exprimer un comportement naturel approprié	<ul style="list-style-type: none"> • Activité journalière (alimentation, repos, déplacements) • Interactions sociales • Vocalisations • Pâturage 	<ul style="list-style-type: none"> • Accéléromètres • Caméras + analyse vidéo avec deep learning • Micros et analyse des sons • Colliers GPS
Ne pas souffrir de peur ou de détresse	<ul style="list-style-type: none"> • Fréquence cardiaque ou respiratoire • Activités liées à des comportements positifs (brossage) • Comportements sociaux • Emotions positives ou négatives 	<ul style="list-style-type: none"> • Capteurs biométriques • Caméras + analyse vidéo avec deep learning



Expression d'un comportement naturel de jeu des agneaux



Surveillance du comportement des chèvres grâce à une caméra en aire d'exercice extérieure pour repérer tout comportement anormal



Ventilation automatisée des bâtiments pour assurer un confort thermique optimal et ne pas souffrir d'inconfort

ASSURER LA TRAÇABILITÉ DES ANIMAUX ET DES PRATIQUES D'ÉLEVAGE

Assurer la traçabilité des animaux et des pratiques s'avère indispensable tant pour les consommateurs que pour tous les intervenants des filières d'élevage.

Les technologies numériques au service de la traçabilité et de la certification

Les attentes des consommateurs et des citoyens envers les produits agricoles ont considérablement évolué ces dernières années. Autrefois, la traçabilité visait principalement à identifier l'origine des produits afin de remonter à la source en cas de problème sanitaire. C'est dans ce cadre que l'identification individuelle des animaux, et plus spécifiquement l'identification électronique, a vu le jour. Aujourd'hui, les exigences se sont élargies et diversifiées : les consommateurs souhaitent désormais être mieux informés sur les conditions de production tout au long de la chaîne alimentaire. Ils recherchent des garanties sur la qualité, la durabilité et l'éthique des pratiques agricoles. Des solutions technologiques présentes dans les exploitations permettent de garantir une traçabilité fiable sur le terrain et ainsi de répondre aux nouvelles attentes sociétales.

Les technologies blockchains peuvent être utilisées, dans ce cas, afin de sécuriser les données. C'est une technologie de stockage et de transmission d'informations, transparente, sécurisée. Elle crée une base de données avec l'historique de tous les échanges, partagée par ses différents utilisateurs, ce qui permet à chacun de vérifier la validité des données.

L'identification électronique et les outils numériques facilitent la collecte des données de traçabilité et de suivi individuel des animaux

L'identification électronique permet la collecte rapide et sans erreur du numéro d'un animal codé dans la puce électronique d'une marque auriculaire, d'une bague paturon, d'un bolus ruminal ou d'un transpondeur injectable. Au moyen d'un lecteur, l'acquisition du numéro peut être réalisée de manière individuelle ou

en groupe, sur des animaux à l'arrêt ou en mouvement. Différentes technologies (basse fréquence, ultra haute fréquence, lecture-écriture) permettent de répondre à de nombreux cas d'usage.

• Simplifier la collecte des données et les déclarations réglementaires

En 2000, la traçabilité bovine s'est construite sur un système déclaratif à base de formulaires papier. Très rapidement, l'utilisation d'outils numériques (Minitel puis logiciels éleveurs) a permis d'accélérer ces flux. C'est aujourd'hui la norme.

Appliquée en l'état à la traçabilité des petits ruminants, une telle organisation aurait été insuffisante en raison des effectifs importants dans les troupeaux ovins et caprins, de la charge du relevé manuel des numéros et du risque important d'erreurs de retranscription. En 2010, l'identification électronique des petits ruminants s'est imposée comme l'outil adapté pour répondre à ces contraintes et permettre la mise en place de la traçabilité des animaux.

En matière de traçabilité bovine, la prochaine évolution portera sur la dématérialisation des passeports des bovins. Elle s'appuiera sur des solutions numériques pour digitaliser les informations du passeport. Là aussi, l'identification électronique devrait jouer un rôle majeur pour faciliter l'accès aux données et accélérer les flux.



L'identification électronique des animaux se présente sous différentes formes. Par exemple ici : boucle auriculaire, bague paturon.

• BIBLIO

VALORISATION DE L'IDENTIFICATION ÉLECTRONIQUE : DOSSIER ET PUBLICATIONS AUTOUR DU FONCTIONNEMENT ET DE LA VALORISATION DES TECHNOLOGIES RFID.

Disponible sur <https://idele.fr/smarteleveage/publications>



En haut : Les bâtons de lecture RFID basse fréquence permettent de lire les boucles à courte distance.

En bas : La RFID UHF permet la lecture de plusieurs boucles en même temps et à des distances de lecture jusqu'à 5 m.



• Lecture/Écriture, une option pour faire circuler l'information avec l'animal

Les boucles électroniques habituellement utilisées ne contiennent que le numéro individuel unique de l'animal. Toute autre information d'intérêt liée à l'animal (Information sur la chaîne alimentaire, certification sanitaire, conformité démarche qualité, vaccination, etc...) doit circuler séparément sur un autre support. Selon les besoins, les acteurs des filières utilisent des documents papier, le transfert de fichiers ou des bases de données (si elles existent et s'ils disposent de droits d'accès).

Avec du matériel adapté à la lecture-écriture, il est possible d'enregistrer de l'information dans la boucle électronique (dont des informations de vaccinations ou de traitements médicamenteux). Ainsi, l'information peut circuler avec l'animal sans document d'accompagnement et reste lisible par tout autre intervenant : éleveur, transporteur, abatteur...

• De nouveaux usages grâce à l'identification électronique UHF

L'identification électronique à Ultra Haute Fréquence (UHF), normée par l'ISO en décembre 2023, permet la lecture simultanée de nombreuses puces électroniques à des distances considérablement plus élevées que les boucles classiques basse fréquence (BF) : environ 5 mètres en UHF contre 1 mètre en BF. Ces caractéristiques permettent de répondre à de nouveaux cas d'usage, comme les deux exemples suivants :

• La lecture des numéros d'un lot d'animaux en mouvement

L'activité des opérateurs intermédiaires des filières n'est pas toujours compatible avec une gestion individuelle, par exemple dans les opérations d'allotement ou de chargement/déchargement. Pouvoir capter les numéros individuels d'un lot d'animaux en mouvement constitue à la fois un véritable gain de temps et un atout considérable pour la traçabilité.

• Le suivi de fréquentation de zone d'intérêt par les animaux

Les grandes distances de lecture de l'identification électronique

UHF permettent de couvrir une zone sans modifier la contention et la circulation des animaux. Ainsi, il est aisé de suivre en continu et individuellement la fréquentation d'un abreuvoir ou d'un nourrisseur, de détecter des dérives d'un individu par rapport au groupe ou par rapport à ses propres habitudes et de générer, en conséquence, des alertes auprès des éleveurs.

Capteurs en élevage : valoriser les données collectées pour segmenter les produits

• Valoriser les données collectées pour segmenter et certifier les produits

Lorsqu'ils achètent ou consomment un produit, les consommateurs sont de plus en plus nombreux à vouloir connaître son origine et son parcours. Ils s'interrogent sur l'alimentation, le traitement, le transport et l'abattage des animaux, mais aussi sur les conditions et lieux de transformation du produit. Ils souhaitent également savoir si sa production respecte l'environnement et s'il présente de bonnes qualités nutritionnelles.

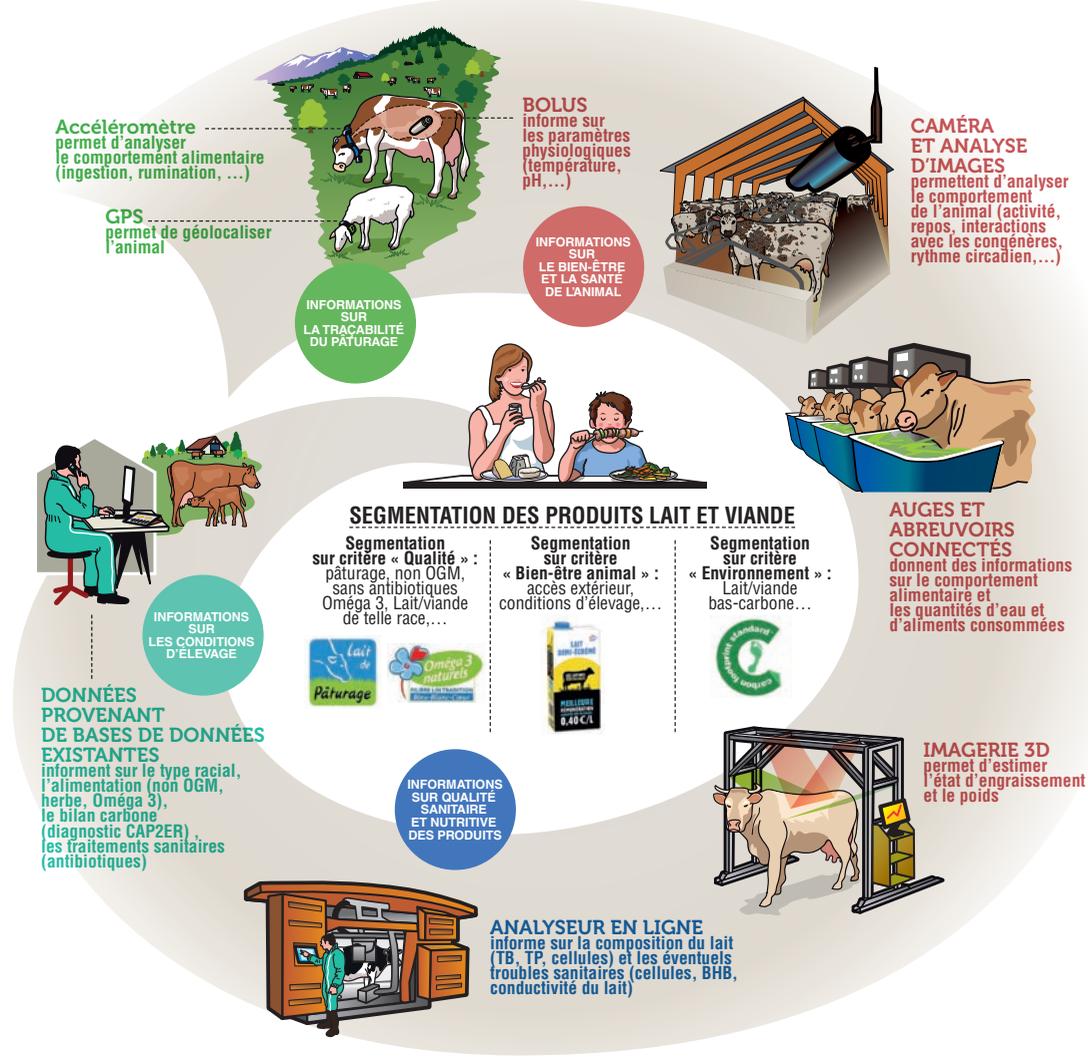
Les nouvelles technologies connectées, déjà largement déployées dans les exploitations, ouvrent des perspectives inédites pour collecter automatiquement des données pertinentes au sein des troupeaux et les rendre accessibles tout au long de la chaîne de production, pour répondre aux demandes sociétales.

Sécurisées par des technologies comme la blockchain, ces données pourraient accompagner le produit à chaque étape – de la ferme au transport, jusqu'à l'étalage, en passant par l'abattoir – tout en garantissant leur intégrité et leur origine. Ce système de traçabilité enrichie offrirait aux consommateurs des informations fiables et transparentes, renforçant leur confiance dans les produits qu'ils achètent.

La figure 24 illustre des exemples de segmentation des produits laitiers et carnés aujourd'hui sur le marché, sur 3 critères différents, ainsi que le potentiel des données issues des technologies numériques et d'autres sources pour démontrer automatiquement le respect des cahiers des charges.

Certains outils sont déjà mobilisés aujourd'hui, comme l'utilisation de colliers GPS pour assurer la traçabilité du pâturage des vaches laitières.

FIGURE 24 : EXEMPLES DE SEGMENTATIONS POSSIBLES DES PRODUITS LAIT ET VIANDE ET SOURCES DES DONNÉES QUI PERMETTRAIENT UNE OBJECTIVATION DU RESPECT DES CAHIERS DES CHARGES



• ALLER PLUS LOIN

LES COLLIERS GPS ET L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE, DES OUTILS POUR GARANTIR LA TRACABILITÉ DES BOVINS AU PÂTURAGE

Dans le cadre du projet Européen Cattlechain 4.0, l'Institut de l'Élevage a développé un dispositif permettant de suivre automatiquement l'accès au pâturage des vaches laitières. L'idée est d'utiliser des objets connectés sur les bovins (colliers GPS), d'analyser les données de localisation avec des algorithmes d'intelligence artificielle et de développer des outils de suivi du pâturage. Ces outils permettent ainsi de connaître automatiquement le nombre de vaches au pâturage, la surface pâturée, la durée de pâturage. L'éleveur peut également déduire les préférences du troupeau en matière d'utilisation des parcelles et ainsi disposer judicieusement les points d'abreuvement et d'alimentation.

Cattlechain est un projet européen qui, à travers de l'Internet des Objets, de l'Intelligence Artificielle et de Blockchain travaille pour parvenir à une traçabilité totale dans la consommation de produits laitiers et bouchers pour pouvoir rapprocher du consommateur l'ensemble du processus, de la ferme à l'assiette. Pour en savoir + : <https://cattlechain.eu/>



• BIBLIO

AN EX ANTE ANALYSIS ON THE USE OF ACTIVITY METERS FOR AUTOMATED OESTRUS DETECTION: TO INVEST OR NOT TO INVEST. Rutten *et al.*, 2014.

Un article scientifique qui évalue les bénéfices et les limites de la mise en place des détecteurs de chaleurs.

ECONOMIC VIABILITY OF ADOPTION OF AUTOMATED OESTRUS DETECTION TECHNOLOGIES ON DAIRY FARMS: A REVIEW. Adenuga *et al.*, 2014.

Un article scientifique qui recense les études sur la viabilité économique des détecteurs de chaleurs.

L'INTÉRÊT TECHNICO-ÉCONOMIQUE DES TECHNOLOGIES NUMÉRIQUES : À REGARDER AU CAS PAR CAS

Investir dans des outils d'élevage de précision nécessite une réflexion stratégique et une planification financière rigoureuse. Poser les bonnes questions et analyser soigneusement les différentes options et leurs implications doit permettre aux éleveurs de prendre des décisions éclairées qui alignent les investissements technologiques avec les objectifs à long terme de l'exploitation.

Quels sont les gains techniques possibles grâce aux technologies numériques ?

L'utilisation de technologies numériques par les éleveurs permet des avantages et des gains de plusieurs ordres.

• Amélioration de la productivité et de l'efficacité

Plusieurs outils d'élevage de précision permettent d'améliorer la productivité ou l'efficacité des animaux. Ainsi, les robots de traite, en augmentant la fréquence de traite (jusqu'à 2,5 à 3 traites/jour) et en distribuant des quantités de concentrés adaptés aux besoins de chaque individu, permettent d'augmenter la production laitière jusqu'à 2 litres par vache et par jour, bien que cela entraîne également une augmentation de la consommation de concentrés (de +10 à +20 %). Les robots repousse-fourrage, en favorisant l'ingestion des animaux, permettent de diminuer les refus et d'augmenter légèrement la production (de +1 à +2 %) et le taux protéique du lait jusqu'à 0,5 g/l. Enfin, les détecteurs automatisés des chaleurs, en augmentant le taux de détection des chaleurs (80 à 90 % des chaleurs détec-

tées) par rapport à un éleveur (50 à 60 % des chaleurs détectées), favorisent la réduction de l'intervalle vêlage-vêlage (IVV) moyen jusqu'à 20 jours et l'intervalle vêlage-1^{ère} Insémination Animale jusqu'à 14 jours. Peuvent en résulter une augmentation de production laitière et une diminution des coûts liés aux traitements contre les troubles de la reproduction.

• Détection anticipée des troubles sanitaires et amélioration du bien-être animal

Les capteurs et les différents systèmes de monitoring permettent une détection précoce des signes de maladie ou de stress. Par exemple, les dispositifs d'analyse du lait sur les robots de traite permettent parfois d'anticiper de plusieurs jours l'apparition d'une mammite en analysant la conductivité et la température du lait ou encore la présence de cellules somatiques. Ils permettent ainsi potentiellement une intervention rapide et une réduction des frais vétérinaires, tout en améliorant le bien-être des animaux concernés.

• Gain de temps et moindre besoin de main-d'œuvre

L'automatisation des tâches physiques ou de la surveillance des animaux libère du temps pour l'éleveur. Le temps ainsi gagné est variable et dépend des technologies concernées : de 10 min/j pour un robot repousse-fourrage jusqu'à 1h30/j pour un robot de traite.

L'éleveur peut alors se concentrer sur des tâches à plus haute valeur ajoutée, tout en réduisant le besoin de main-d'œuvre pour les tâches routinières.

• À SAVOIR

Selon l'enquête réalisée en 2023 dans le cadre du projet Sm@rt Elevage, l'un des principaux obstacles à l'adoption des technologies d'élevage de précision est leur coût initial élevé, et ce, quelle que soit la filière interrogée.

L'achat de capteurs ou de robots, les coûts de maintenance et l'abonnement à des services d'analyse de données peuvent en effet représenter des investissements substantiels. Même si ces coûts doivent être mis en balance avec les économies potentielles et les gains de productivité ou de temps, pour les éleveurs déjà équipés, l'enquête citée précédemment révèle que plus de la moitié d'entre eux considèrent le rapport « coût/bénéfices » insuffisant.

Certains équipements permettent d'avoir des répercussions significatives sur les performances techniques de l'exploitation (augmentation de la production, économie d'intrants...) en complément d'une diminution du temps de travail. Mais parfois, l'investissement ne génère que des charges supplémentaires : augmentation des intrants ou du coût de maintenance avec une économie de temps de travail négligeable. Par ailleurs, ces éléments sont très dépendants de l'exploitation concernée, des pratiques de l'éleveur avant et après équipement et des performances techniques réalisées grâce à ces investissements.

Les gains économiques très dépendants du système d'élevage, des pratiques de l'éleveur et des performances techniques

L'évaluation des avantages économiques découlant de l'adoption de technologies innovantes dans le secteur agricole, en particulier dans l'élevage, s'avère complexe en raison de la diversité des facteurs en jeu. Ces bénéfices sont influencés par le contexte spécifique de chaque exploitation agricole, notamment le type de système d'élevage adopté, les méthodes de gestion de l'éleveur et l'efficacité de la technologie mise en place.

• Le cas des détecteurs automatisés des chaleurs : des gains plus flagrants pour les élevages intensifs

La littérature scientifique et technique a fréquemment exploré l'impact des dispositifs de détection automatisée des chaleurs. La figure 25 présente le gain de marge brute d'élevages utilisateurs de détecteurs automatisés des chaleurs par rapport à des élevages où l'éleveur observe les chaleurs visuellement, et ce, en fonction du niveau de production laitière des vaches. Il apparaît que ces technologies offrent, en moyenne, une augmentation de la marge brute plus significative dans les systèmes d'élevage intensifs. Cette amélioration s'explique principalement par l'accroissement de la productivité, facilité par une réduction de l'intervalle entre les vêlages, surtout chez les vaches à haute production laitière qui présentent une sensibilité accrue aux troubles de la reproduction.

• Pas de gain pour les éleveurs à haut niveau de technicité

Les bénéfices économiques sont également conditionnés par l'efficacité de la technologie utilisée et par le niveau de compétence de l'éleveur avant l'introduction de l'outil. Dans le cas des systèmes de suivi des chaleurs, l'augmentation du taux de détection par rapport à la méthode traditionnelle est un facteur clé. Un éleveur déjà performant dans l'observation des chaleurs bénéficiera relativement moins de l'outil de monitoring qu'un éleveur initialement moins efficace.

La figure 26 présente le gain de marge brute estimé en fonction de l'augmentation du taux de détection des chaleurs par rapport à une situation initiale. Plus l'écart avec la situation initiale est important, plus la marge brute augmente. Un autre aspect important

est l'utilisation optimale de la technologie par l'éleveur, qui peut considérablement influencer le gain de temps réalisé. Par exemple, l'adoption complète des outils de monitoring peut libérer jusqu'à une heure par jour, tandis qu'une vérification systématique des alertes peut réduire ce gain à néant. L'impact de ces pratiques sur l'économie de l'exploitation est donc non négligeable et doit être pris en compte dans l'évaluation des bénéfices financiers.

FIGURE 25 : GAIN DE MARGE BRUTE PAR RAPPORT À UNE SITUATION SANS DÉTECTEURS AUTOMATISÉS DES CHALEURS, EN FONCTION DU SYSTÈME D'ÉLEVAGE (PLUS OU MOINS INTENSIF)

Source : à partir d'une revue réalisée par Adenuga *et al.*, 2020

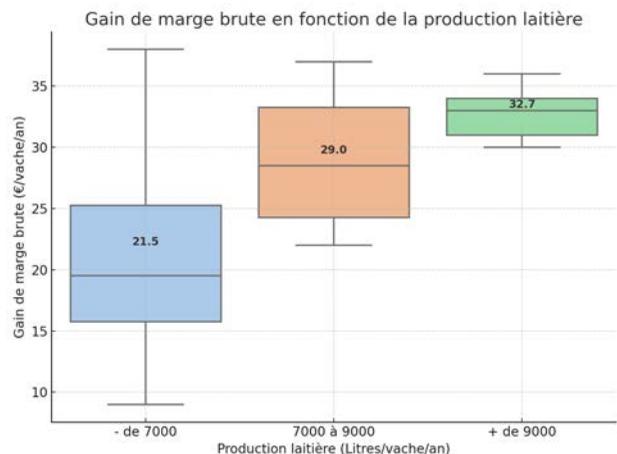
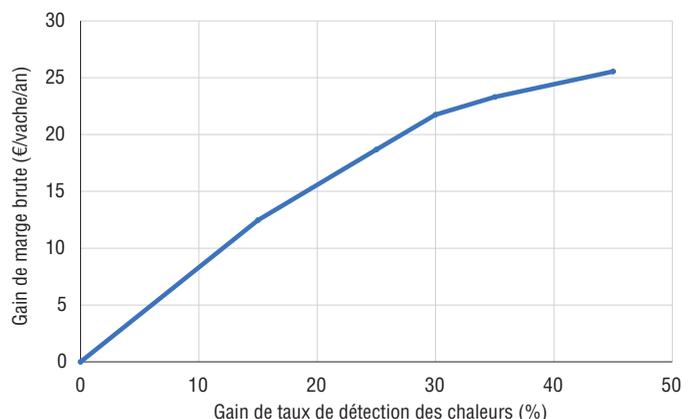


FIGURE 26 : GAIN DE MARGE BRUTE EN FONCTION DE L'AMÉLIORATION DU TAUX DE DÉTECTION DES CHALEURS PERMISE PAR L'UTILISATION D'OUTILS DE MONITORING DES CHALEURS – PAR RAPPORT À LA SITUATION INITIALE DE 50% DE CHALEURS DÉTECTÉES VISUELLEMENT PAR L'ÉLEVEUR

Simulations réalisées à partir d'un élevage de 130 vaches laitières Holstein en vêlages étalés et avec niveau de production laitière moyen de 8 310 kg/vache/an
Source : d'après Rutten *et al.*, 2014



• BIBLIO

INVESTISSEMENTS EN
ÉLEVAGE LAITIÉR.

Cniel, 2022.

ROBOT DE TRAITE :
AU-DELÀ D'UN SIMPLE
ÉQUIPEMENT, QUELS
IMPACTS SUR LES SYSTÈMES.Inosys Réseaux d'élevage,
2024.Disponible sur idele.fr**Enfin, investir dans les outils numériques est-il rentable ?**

Bien que l'utilisation des technologies d'élevage de précision puisse généralement entraîner une augmentation de la marge brute, il est crucial de prendre en compte le coût initial d'acquisition, ainsi que les dépenses annuelles liées à la maintenance ou aux abonnements, pour évaluer la viabilité de l'investissement. De plus, l'impact de l'économie de main-d'œuvre sur les calculs financiers est déterminant pour le résultat final. Le tableau 4 détaille le temps nécessaire pour amortir l'investissement dans divers outils d'élevage de précision. Plus l'investissement initial est conséquent, plus le délai pour réaliser un retour sur investissement s'allonge, pouvant parfois s'avérer nul. De même, lorsque les améliorations de production laitière offertes par ces technologies sont minimales ou si l'économie de temps n'est pas réinvestie dans une activité économique supplémentaire, le retour sur investissement peut être inexistant.

La conjoncture économique est également cruciale pour rentabiliser des investissements coûteux, comme des robots de traite. Une récente étude, menée par Inosys Réseaux d'élevage, comparant des systèmes laitiers avec ou sans robot de traite montre, qu'en conjoncture favorable, les systèmes robotisés tirent profit de leur productivité (figure 27). En revanche, en période plus difficile (2015-2016), l'impact économique de marges très réduites a été particulièrement lourd. Sur les 9 années de suivi, les élevages robotisés ont pu dégager 2 SMIC/UMO en moyenne contre 2,1 pour les systèmes non robotisés.

Toutefois, pour les investissements les plus conséquents, c'est le confort de travail procuré par ces outils qui représente souvent l'avantage recherché par les éleveurs. **En conclusion, ce sont les technologies qui permettent un gain de temps significatif ou qui améliorent les produits de l'exploitation, tout en affichant un coût initial modéré, qui s'avèrent être les plus susceptibles de justifier l'investissement.**

FIGURE 27 : ÉVOLUTION DE LA RÉMUNÉRATION PERMISE EN NOMBRE DE SMIC/UMO DANS 32 ÉLEVAGES ROBOTISÉS PAR RAPPORT À 83 ÉLEVAGES NON ROBOTISÉS, ENTRE 2014 ET 2022

Source : Inosys Réseaux d'élevage

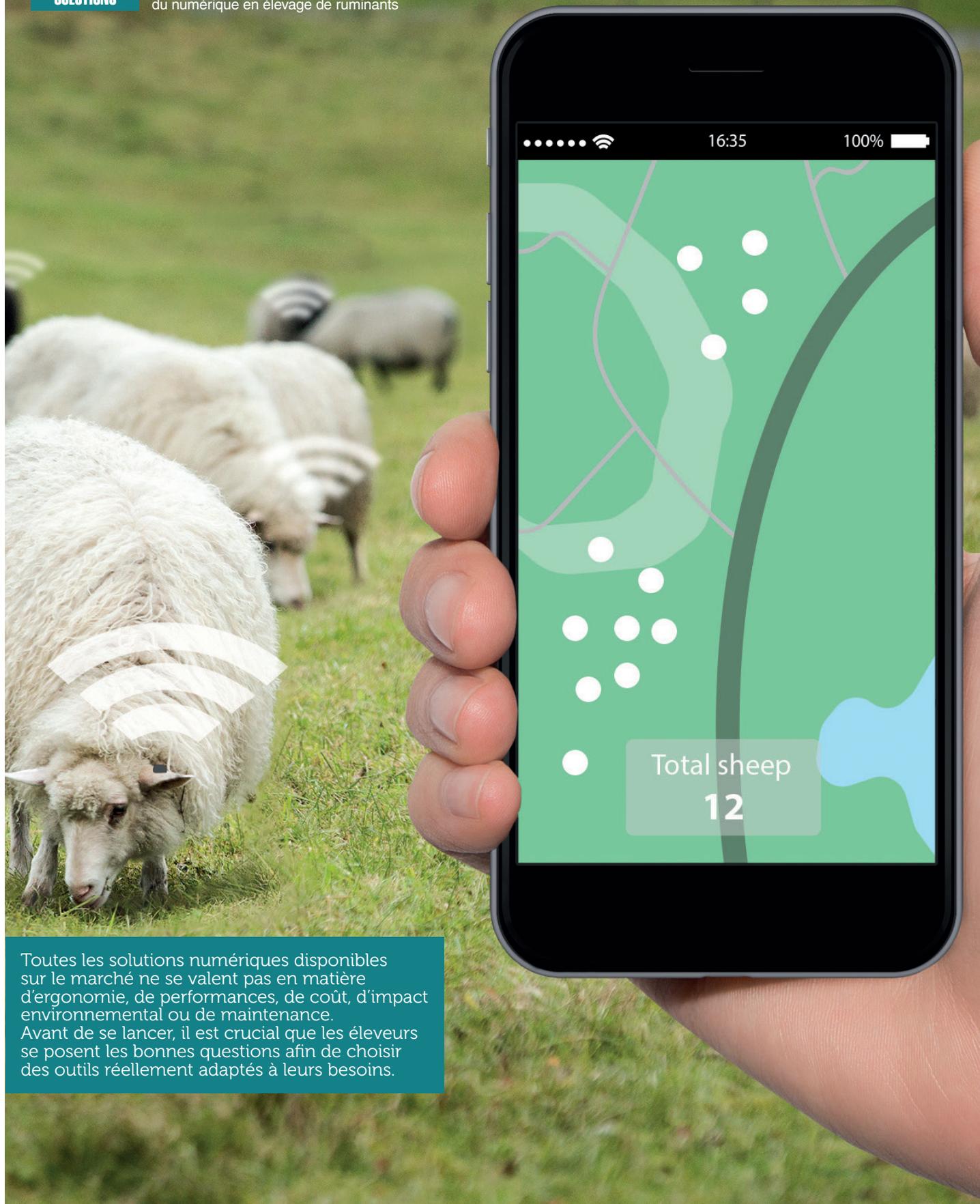


TABLEAU 4 : INTÉRÊT ÉCONOMIQUE D'INVESTISSEMENT DANS DIFFÉRENTES TECHNOLOGIES. COMPARAISON D'INVESTISSEMENT DANS UNE TECHNOLOGIE AUTOMATISÉE PAR RAPPORT À L'INVESTISSEMENT DANS UN OUTIL DE RÉFÉRENCE

Source : estimations réalisées d'après le dossier Investissements en élevage laitier, Cniel, 2022

	MONITORING DES CHALEURS	ROBOT DE TRAITE	ROBOT D'ALIMENTATION	ROBOT REPOUSSE-FOURRAGE	ROBOT ASPIRATEUR DE LISIER
Référence de comparaison	Observations visuelles	Salle de traite	Remorque mélangeuse	Lame sur télescopique	Raclage tracteur-robot
Coût d'investissement initial par vache	200 à 250 €	3 000 à 3 500 €	1 100 à 2 100 €	180 à 250 €	200 à 350 €
Coût d'entretien + abonnements par vache/an	15 à 20 €	75 à 155 €	80 à 100 €	200 à 800 €	1 000 à 1 500 €
Gain de temps par jour	20 min à 1 h	1 h à 1h30	55 min à 1h55	10 à 20 min	30 à 40 min
Gain de produits	<ul style="list-style-type: none"> • Augmentation de la production (jusqu'à 0,5 L/j/VL) • Baisse du nombre d'IA et de l'IVV 	<ul style="list-style-type: none"> • Augmentation de la production (jusqu'à 2 L/j/VL) 	<ul style="list-style-type: none"> • Augmentation de la production (jusqu'à 1 L/j/VL) • Augmentation du taux protéique (donc du prix du lait) 	<ul style="list-style-type: none"> • Augmentation du taux protéique (donc du prix du lait) 	Aucun
Confort de travail	+	+++	++	+	+
Retour sur investissement (RSI)					
• avec économie de temps de main-d'œuvre	0,8 à 4 ans	15 à 30 ans	7 à 14 ans	3 à 8 ans	3 à 8 ans
• sans économie de temps de main-d'œuvre	8 ans à aucun RSI	30 ans à aucun RSI	20 ans à aucun RSI	14 à 28 ans	Aucun RSI

* Dans le cas de technologies générant des produits supplémentaires (production laitière, qualité du lait), les retours sur investissement (RSI) sont très dépendants de la conjoncture économique. En situation de prix du lait élevé (2025) et avec un gain de production d'environ 1 L/vache/jour, le RSI peut être relativement rapide alors qu'il sera quasiment nul si la conjoncture est défavorable et le gain de production faible.



Toutes les solutions numériques disponibles sur le marché ne se valent pas en matière d'ergonomie, de performances, de coût, d'impact environnemental ou de maintenance.

Avant de se lancer, il est crucial que les éleveurs se posent les bonnes questions afin de choisir des outils réellement adaptés à leurs besoins.

• L'ESSENTIEL

L'intégration du numérique en élevage ne doit pas être une contrainte mais un levier d'amélioration. Pour en tirer le meilleur parti, il est essentiel de :

- définir clairement ses besoins,
- vérifier les infrastructures et la compatibilité des outils,
- sélectionner des équipements performants et adaptés,
- organiser l'usage et la gestion des données,
- préserver un équilibre entre gains d'efficacité et surcharge mentale.

Laurence DEPUILLE-PLAIS, Germain TESNIÈRE, Béatrice BALVAY et Gilles BLÉRIOT (Institut de l'Élevage), David SAUNIÈRE (Eliance)

Conseils et bonnes pratiques pour l'usage du numérique en élevage de ruminants

L'INTÉGRATION DES OUTILS NUMÉRIQUES EN ÉLEVAGE EST DEVENUE UNE PRATIQUE COURANTE, PORTÉE PAR UNE OFFRE DE PLUS EN PLUS DIVERSIFIÉE. POUR RÉUSSIR CETTE TRANSITION, AVANT TOUT INVESTISSEMENT, UNE RÉFLEXION APPROFONDIE S'IMPOSE POUR ALIGNER LES CHOIX TECHNOLOGIQUES À RETENIR AVEC LES OBJECTIFS ET LES CAPACITÉS DE L'EXPLOITATION.

LES QUESTIONS À SE POSER AVANT DE S'ÉQUIPER

Avant d'envisager tout achat d'outil numérique, il est recommandé de se poser quelques questions clés, liées à une démarche structurée en 4 étapes.

Étape n°1 : bien définir ses besoins pour évaluer la pertinence d'une solution de type numérique

La première étape essentielle consiste à identifier précisément le besoin ou le défi à relever dans l'exploitation, en lien direct avec les objectifs de l'éleveur (figure 28). Cela suppose une analyse fine du fonctionnement en cours : organisation du travail, caractéristiques et effectifs du troupeau, équipements disponibles, mais aussi contraintes et ressources structurelles et humaines.

Ce diagnostic permet de faire émerger les points de tension ou les leviers d'amélioration. Par exemple, le besoin peut être d'améliorer le suivi individuel de la santé animale tout en réduisant l'astreinte et le temps de travail.

Une fois ce besoin clairement défini, il est important d'évaluer les alternatives non numériques susceptibles d'y répondre. Dans le cas de l'exemple cité ci-avant, l'automatisation ou la mécanisation peuvent améliorer l'efficacité, tandis qu'une réorganisation du travail, la délégation de certaines tâches ou le recours à du personnel salarié peuvent alléger la charge de travail.

Ce n'est que si ces options sont déjà optimisées que le recours à un outil numérique devient pertinent.

Si l'option d'un outil numérique se confirme, une analyse approfondie du besoin et des capacités de l'exploitation à l'intégrer devient indispensable. Cela implique :

- l'identification des outils numériques déjà en place sur la ferme ;
- l'évaluation de leur usage réel et de leur potentiel encore inexploité ;
- l'examen des interactions possibles entre outils : interopérabilité, transferts de données...

• BIBLIO

GUIDE D'ACCOMPAGNEMENT
POUR INTÉGRER UN OUTIL
NUMÉRIQUE AU SERVICE DE
MON EXPLOITATION.

Caisse centrale MSA, 2019
Disponible sur MSA - Santé
Sécurité au travail en
Agriculture : ssa.msa.fr



Un même outil peut répondre à plusieurs besoins, à condition d'être bien choisi et intégré dans une stratégie globale de gestion. Il est également essentiel de réaliser un tour d'horizon des solutions disponibles sur le marché (voir page 71 - plateforme de recensement des outils) afin de retenir celles qui répondent efficacement au besoin identifié.

Étape n°2 : dimensionner et mettre en œuvre la solution numérique retenue

Une fois le besoin clairement identifié, il est crucial d'évaluer la capacité de l'exploitation à accueillir et intégrer l'outil numérique envisagé, en s'appuyant sur l'état des infrastructures existantes. Cette évaluation porte notamment sur :

- la connectivité : accès à Internet, couverture mobile, réseau local ;
- les équipements de base : bâtiments adaptés, espace pour l'installation ou le stockage du matériel ;
- les ressources énergétiques : disponibilité de l'électricité, autonomie, consommation ;
- les ressources humaines : temps disponible, compétences techniques, appétence pour le numérique.

Cette analyse permet d'anticiper les conditions concrètes de mise en œuvre et d'identifier d'éventuelles limites techniques ou besoins d'adaptation. Un outil performant mais mal adapté à l'environnement physique ou organisationnel de la ferme risque, en effet, d'être sous-utilisé, voire abandonné.

L'estimation des coûts liés aux adaptations éventuelles des infrastructures est un élément clé à intégrer dans la comparaison entre les différents outils.

Il est essentiel de raisonner en coût complet, en tenant compte de l'ensemble des dépenses associées à l'outil, à savoir :

- le coût d'acquisition ;
- les frais d'installation ;
- les adaptations des infrastructures existantes ;
- les abonnements éventuels ;
- les coûts de maintenance ;
- les besoins en formation des utilisateurs ;
- le nombre de capteurs nécessaires pour couvrir l'ensemble de la ferme ou du troupeau.

• ZOOM

CAPTEURS GPS : QUELS ANIMAUX ÉQUIPER EN PRIORITÉ ?

Une observation du comportement des animaux par l'éleveur peut permettre de mieux les identifier.

Les GPS pour localiser et connaître l'utilisation du territoire par les animaux sont des outils technologiques qui représentent une réelle opportunité de facilitation du travail pour les éleveurs pastoraux. Toutefois, le nombre important d'animaux du troupeau exclut d'équiper tous les individus, que ce soit pour des raisons pratiques, économiques ou environnementales. Les éleveurs sont donc confrontés très rapidement à la question suivante : « Si je veux suivre mon troupeau grâce à des outils numériques, sur quels animaux dois-je les placer ? »

Pour aider les éleveurs à répondre à cette question, un travail a été mené sur la description – pour les ovins – du réseau social des animaux dans le troupeau, afin d'identifier les animaux les plus centraux et donc les plus représentatifs de la répartition spatiale du troupeau.

**ANIMAUX COMPOSANT UN TROUPEAU OVIN : 4 CATÉGORIES FACILES À DISTINGUER****Animaux dominants**

Ces animaux ont un accès prioritaire, une priorité sociale, pour les ressources. Ils n'ont pas forcément une compétence de conduite du troupeau.

**Animaux leaders**

Ces animaux initient les déplacements du troupeau, notamment après une période de regroupement, et ouvrent une nouvelle zone. Un nombre suffisant d'individus est nécessaire pour amorcer une séquence comportementale de déplacement du troupeau, mais sans intervention du berger ou de l'éleveur.

**Animaux explorateurs**

Ce sont des individus qui, quand un groupe ouvre une nouvelle zone, sont devant et ne vont pas hésiter à s'éloigner des autres animaux du troupeau pour explorer la nouvelle zone.

**Animaux familiaux**

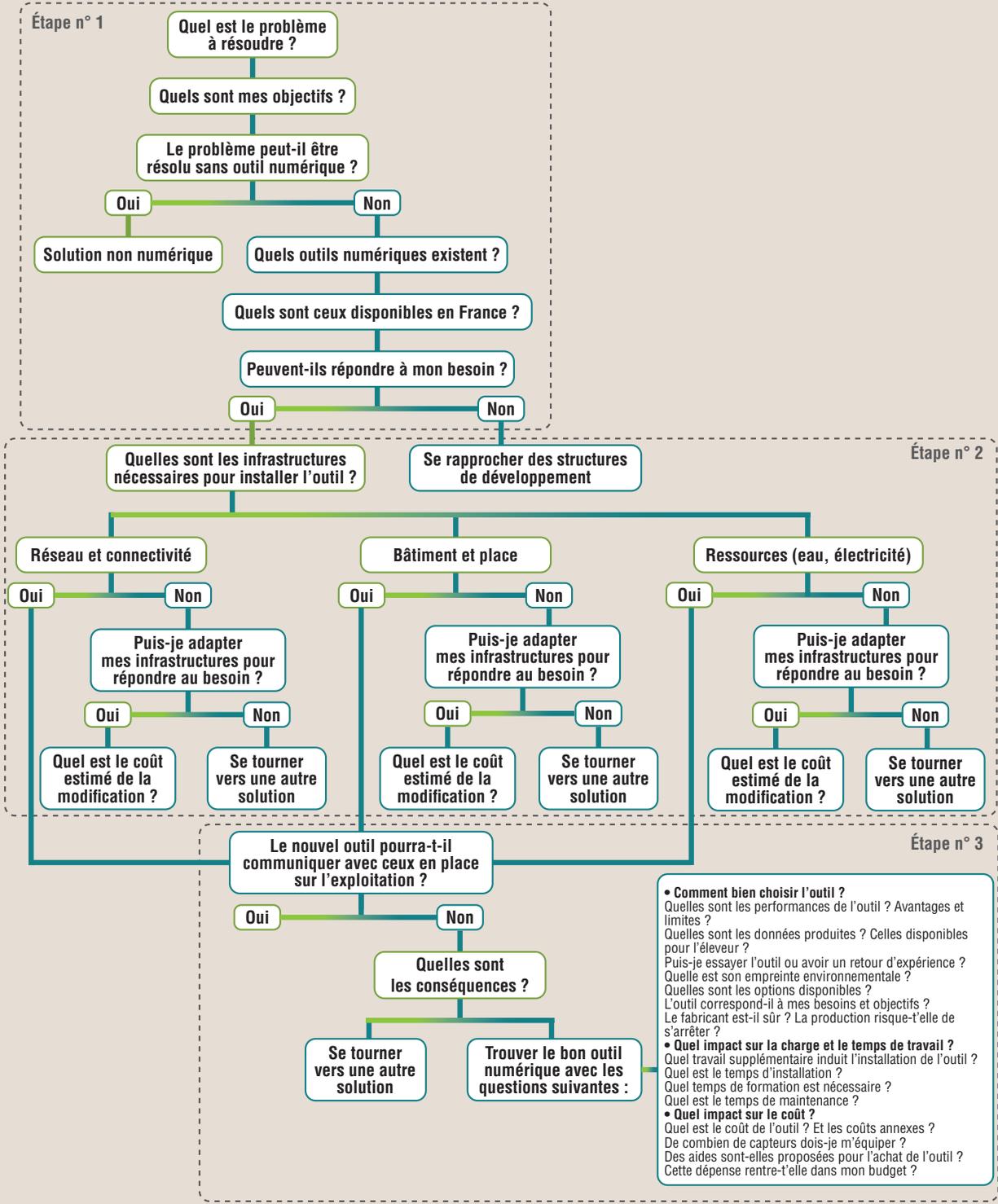
Ces animaux sont ceux qui viennent en premier quand ils sont appelés. Ils se retrouvent aussi souvent en tête des déplacements derrière l'éleveur et ne doivent pas être confondus, dans ces cas-là, avec les leaders.

Les animaux leaders et explorateurs sont les plus représentatifs des déplacements du troupeau. Ils initient les déplacements du troupeau, en recrutant un nombre d'individus significatif. Ce sont donc eux qui doivent être équipés en priorité avec les outils numériques de suivi.



À VOIR
EN VIDÉO :

FIGURE 28 : LES QUESTIONS IMPORTANTES À SE POSER AVANT D'ADOPTER UN OUTIL NUMÉRIQUE



• RESSOURCES UTILES

Sur les outils numérique disponibles en France et leurs intérêts et limites

- Page Numérique du site de l'Institut de l'élevage : idele.fr/domaine-dexpertise/numerique
- Réseau des digifermes® : digifermes.com
- Plateforme de référencement des outils numériques en agriculture : aspeixit.com
- Contacter les fabricants, concessionnaires, revendeurs

Sur l'intérêt du numérique sur votre exploitation

Contactez un acteur de proximité : technicien ou conseiller d'élevage, vétérinaire...

Sur l'adaptation des infrastructures (bâtiments)

Consulter les travaux du réseau Conseillers Bâtiment agricole ou contacter votre conseiller local : idele.fr/rmt-batice/

Sur les réseaux internet, la connectivité, l'interopérabilité, l'échange de données entre outils

- Contacter les opérateurs et fournisseurs de télécom
- Comprendre le principe de fonctionnement des réseaux et choisir le mieux adapté, PACAPIT sur le site de la Maison Régionale de l'Élevage sud PACA <https://mrepaca.fr/wp-content/uploads/2025/01/FF-Reseaux.pdf>

Ces éléments doivent être analysés dans une perspective de retour sur investissement, en prenant en compte les gains potentiels : gain de temps, amélioration du confort de travail, précision accrue ou performance technique.

Le dimensionnement de l'outil envisagé est également un paramètre déterminant, car il peut impacter directement le coût global et le temps d'installation. Tous les impacts techniques, économiques et sociaux des technologies numériques sont détaillés en Partie 2.

En poursuivant l'exemple précédant, plusieurs options peuvent être envisagées pour suivre la santé des animaux :

- des caméras de surveillance,
- des colliers de suivi d'activité,
- une cage de pesée automatisée.

Après analyse de l'organisation de la ferme et de ses infrastructures :

- les caméras sont écartées car il est techniquement difficile de couvrir l'ensemble des bâtiments et pâtures de l'exploitation ;
- la cage de pesée est également exclue car elle impliquerait des modifications structurelles importantes (réaménagement des flux d'animaux, espaces dédiés, etc.) peu compatibles avec le fonctionnement actuel ;
- les colliers de suivi d'activité sont alors identifiés comme la solution la plus pertinente, car ils nécessitent peu d'aménagements, la taille du troupeau est raisonnable pour l'équipement de chaque animal, l'outil s'intègre facilement dans l'organisation de travail existante et répond au besoin initial.

Dans un contexte différent, avec une taille de troupeau plus grande et un souhait de suivi de la santé des animaux uniquement en bâtiment, les caméras pourraient être l'outil le plus approprié.

Le choix de la technologie numérique répondant le mieux au besoin est très dépendante de l'exploitation elle-même.

Étape n°3 : choisir les critères de sélection de l'outil

Une fois le type d'outil numérique identifié, il est essentiel d'évaluer les différentes options disponibles afin de sélectionner la solution la plus adaptée à l'exploitation. Cette évaluation doit s'appuyer sur des critères techniques, pratiques, économiques et environnementaux.

Critères techniques et fonctionnels

L'analyse doit porter sur la capacité de l'outil à répondre au besoin identifié, en tenant compte des spécificités de la ferme. Les critères à étudier sont :

- la précision et fiabilité des mesures,
- l'autonomie énergétique : batterie, recharge, durée de vie,
- la connectivité et l'accès aux réseaux,
- l'interopérabilité avec les équipements ou logiciels existants,
- la robustesse face aux conditions du terrain (poussière, humidité, chocs...),
- la facilité de prise en main,
- les réglages et fonctionnalités utiles : alertes, tableaux de bord... ,
- les contraintes de maintenance et disponibilité des pièces détachées,
- la qualité du service après-vente et l'accès à des supports de formation.

Critères environnementaux et de durabilité

L'impact environnemental et la pérennité de l'outil sont aussi des éléments déterminants. Ils sont à estimer au travers des critères suivants :

- la nature des matériaux le composant et la consommation énergétique qu'il engendre,
- la recyclabilité et le potentiel de réutilisation,
- la durée de vie estimée et les possibilités de seconde vie,
- la fiabilité du fabricant ou du fournisseur;
- la sécurité d'approvisionnement en pièces de rechange,
- la capacité de mise à jour et d'évolution de l'outil dans le temps.

Retour d'expérience et test terrain

Il est vivement recommandé de s'appuyer sur les retours d'expérience d'autres éleveurs, d'observer l'outil en situation réelle (dans des fermes de démonstration, lors de visites techniques, de salons agricoles) ou idéalement de le tester sur sa propre exploitation. Ces démarches permettent de vérifier concrètement l'adéquation de l'outil avec le besoin, son intégration dans le quotidien de la ferme, ainsi que les éventuelles contraintes liées à son utilisation.

Étape n°4 : intégrer l'outil numérique dans le quotidien de l'exploitation

L'intégration optimale des outils numériques dans le quotidien de l'exploitation représente un enjeu majeur. Ces outils doivent jouer pleinement leur rôle de facilitateurs, sans ajouter de complexité ou de contraintes inutiles.



• AVIS D'EXPERT



LAURENCE DEPUILLE-PLAIS,

Ingénieure au Service « Capteurs - Équipements - Bâtiments » à l'Institut de l'Élevage

PERFORMANCE D'UN CAPTEUR : LES HUIT CRITÈRES À CONSIDÉRER

La performance d'un capteur peut être évaluée sous différents angles :

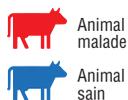
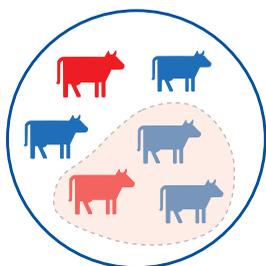
- **LA PRÉCISION** du capteur désigne sa capacité à mesurer et transmettre la valeur réelle de la donnée observée. Elle est cruciale pour certaines applications comme la mesure de la température ou de la pluviométrie. Cependant, une précision très élevée n'est pas toujours nécessaire, notamment pour des outils dont les alertes reposent sur la détection d'un écart par rapport à une situation de routine (par exemple, une variation du comportement alimentaire ou de locomotion).
- **LA RÉPÉTABILITÉ ET LA REPRODUCTIBILITÉ** des données concernent la stabilité des mesures dans le temps. La répétabilité correspond à la capacité du capteur à fournir une même valeur dans des conditions identiques, tandis que la reproductibilité reflète la capacité à maintenir cette cohérence lorsqu'un paramètre externe change (par exemple, l'opérateur ou l'environnement). Ainsi, un animal pesé deux fois de suite avec la même cage de pesée devrait présenter un poids similaire à chaque mesure.
- **L'INTERVALLE ET LES CONDITIONS DE MESURE** décrivent les plages de fonctionnement optimales du capteur. Par exemple, un thermomètre peut ne fournir des mesures fiables qu'entre -10 et +35 °C. Dans un autre registre, un collier détecteur de chaleurs conçu à partir de données issues de vaches au pâturage pourrait être inadapté pour une utilisation sur des chèvres élevées en bâtiment.
- **LA DÉRIVE** de l'outil désigne la tendance d'un capteur à produire des mesures de moins en moins fiables au fil du temps. Cela peut être dû à l'usure des composants, à des changements environnementaux ou à un défaut de calibration. Certains capteurs, comme les sondes pH utilisées en fromagerie, nécessitent ainsi un étalonnage régulier pour garantir leur fiabilité à long terme.
- **LA SENSIBILITÉ ET LA SPÉCIFICITÉ** sont deux indicateurs essentiels pour évaluer la qualité d'un capteur en matière de détection d'événements ou d'états particuliers (par exemple, la détection d'un vêlage, d'un comportement anormal ou d'un état pathologique) :
 - La **sensibilité** représente la capacité du capteur à détecter correctement un événement lorsqu'il se produit réellement (vrais positifs). Une sensibilité élevée signifie que peu d'événements sont manqués.
 - La **spécificité** évalue la capacité du capteur à ne pas signaler d'événements lorsqu'ils ne se produisent pas (vrais négatifs). Une spécificité élevée limite les fausses alertes.

L'équilibre entre ces deux critères est essentiel : un capteur très sensible mais peu spécifique détectera bien tous les cas réels mais générera aussi beaucoup de fausses alertes, ce qui peut entraîner une perte de confiance de l'utilisateur. À l'inverse, un capteur très spécifique mais peu sensible manquera de nombreux événements importants (figure 29). Le choix de cet équilibre dépendra donc de l'usage prévu et du niveau de tolérance à l'erreur acceptable dans le contexte d'utilisation.

FIGURE 29 : NOTIONS DE SENSIBILITÉ ET DE SPÉCIFICITÉ : EXEMPLE D'UN CAPTEUR DE DÉTECTION DE TROUBLE SANITAIRE

Source : Institut de l'Élevage

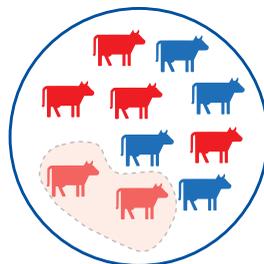
Dans un troupeau composé d'animaux sains (en bleu) et malades (en rouge), le capteur détecte les comportements anormaux avec une certaine précision (bulle beige).



Détection du capteur

SITUATION N°1

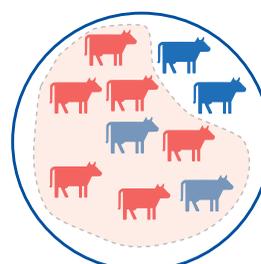
**Sensibilité = 33 %
Spécificité = 100 %**



Dans la situation n°1, le capteur a une très forte spécificité, c'est-à-dire qu'il ne produit pas de fausses alertes → aucun animal sain n'a été détecté comme étant malade. Cependant sa sensibilité étant faible, tous les animaux malades ne sont pas correctement détectés (seulement 2 animaux détectés sur 6 malades).

SITUATION N°2

**Sensibilité = 100 %
Spécificité = 50 %**



Dans la situation n°2, le capteur a une très forte sensibilité, il permet donc de détecter tous les animaux malades. Cependant, sa spécificité de 50 % induit de fausses alertes : en effet 2 animaux sains ont été détectés comme malades par le capteur.

• EN SAVOIR PLUS

CONTRIBUTIONS DES
TECHNOLOGIES DE
PRÉCISION POUR
AMÉLIORER LES
CONDITIONS DE TRAVAIL
DANS LES ÉLEVAGES
AGROÉCOLOGIQUES :
QUESTIONNEMENTS ET
PERSPECTIVES.

Hostiou N., Jeanneaux P.,
Duval J., Lebrun M., Nowak B.
2023. Nat. Sci. Soc., vol. 31
(2) : 179-187

LE TRAVAIL EN ÉLEVAGE :
UN MOTEUR DES
TRANSFORMATIONS DES
EXPLOITATIONS.

Nathalie Hostiou, 2022.
Sciences du Vivant [q-bio].
Université Clermont Auvergne,
2022. fftel-03983046f

CONSULTER LES
RESSOURCES DU RMT
TRAVAIL EN AGRICULTURE.

Éleveur vérifiant
un collier de DAC
sur vache.

Temps d'appropriation

L'appropriation des outils est une étape clé, car seule une bonne maîtrise permet d'en tirer tous les bénéfices. La durée de cette phase varie selon la complexité de l'outil (un robot de traite demandera davantage de temps qu'un simple collier GPS) mais aussi selon le profil des utilisateurs et leur familiarité avec le numérique.

Certains outils numériques modifient en profondeur l'organisation du travail. Il est donc essentiel de prévoir un temps spécialement dédié à :

- la découverte des fonctionnalités,
- l'ajustement des routines de travail.

La réussite de cette étape repose sur la participation de l'ensemble des utilisateurs de l'exploitation. Il convient également de laisser le temps nécessaire à tout nouvel associé, salarié ou stagiaire pour s'approprier l'outil.

« Routiner » les activités liées aux outils

L'étape d'appropriation permet d'identifier les activités générées par l'utilisation de l'outil et leur fréquence. Les outils numériques produisent une quantité importante de données. Pour éviter la surcharge, il est recommandé de définir des temps de consultation réguliers, structurés par fréquence, objectifs et types d'informations à analyser.

En reprenant notre exemple, les colliers de détection de chaleurs et de suivi de la santé retenus comme solution pour suivre la santé individuelle des vaches engendreront :

- quotidiennement, une vérification des alertes, la consultation des animaux signalés pour un problème de santé ou une chaleur, la gestion des affectations (groupes, colliers) ;
- toutes les semaines, une analyse des données (rumination, stress thermique) à

l'échelle du groupe, un suivi de la reproduction, l'anticipation des événements à venir : vêlage, retour en chaleur ;

- tous les mois, la vérification de la cohérence entre les colliers et les animaux, le contrôle des affectations aux bons groupes.

Certains outils permettent une personnalisation de l'affichage et des analyses. Mettre en avant les données les plus pertinentes facilite un accès rapide et ciblé à l'information.

Préserver l'équilibre entre flexibilité
numérique et déconnexion

Il reste fondamental de trouver un équilibre entre les opportunités offertes par les outils connectés et la nécessité de ne pas transformer la ferme en bureau mobile permanent. La flexibilité des outils numériques doit soutenir l'autonomie, sans envahir la vie personnelle.

Activités ponctuelles à anticiper :
maintenance, pannes, remplacement
de matériels

Comme tout équipement, les outils numériques peuvent tomber en panne ou se dégrader avec le temps. Certains intègrent des systèmes d'alerte pour signaler des dysfonctionnements ou anomalies. Ces incidents peuvent perturber l'organisation du travail. Pour limiter les impacts, la meilleure stratégie reste la prévention. Pour cela :

- effectuer régulièrement les opérations de maintenance recommandées,
- anticiper le remplacement des équipements vieillissants,
- prévoir un plan de gestion en cas de panne : procédures, ressources de secours...,
- gérer les alertes.

• ZOOM

LA GESTION DES ALERTES : GARDER LE CONTRÔLE POUR UNE UTILISATION SEREINE

Certains outils numériques génèrent des alertes destinées à attirer l'attention sur un évènement ou une information spécifique. Bien que leur objectif soit de faciliter la réactivité, un excès de ces alertes, qui peut être dû à une mauvaise configuration, peut rapidement devenir envahissant et source de stress.

• Le paramétrage des alertes : un levier d'efficacité

La majorité des outils proposent des options de personnalisation, permettant d'adapter les alertes aux priorités de l'exploitation. Il est ainsi possible :

- d'activer uniquement les types d'alertes jugés pertinents ;
- de choisir le canal de notification : téléphone, SMS, notification via l'application mobile ou simple affichage sans alerte sonore ;
- de définir des seuils ou niveaux de déclenchement. Ainsi, pour la rumination, une alerte peut être générée après 4 heures ou seulement après 12 heures sans activité, selon le degré de vigilance souhaité.

• Configurer les alertes selon la réaction attendue

Le paramétrage doit être pensé en fonction du type de réponse envisagé face à une alerte. Par exemple, en cas d'alerte "Santé" pour un animal, on peut avoir 3 réactions :

1) Réaction immédiate avec appel au vétérinaire

→ Activer les notifications sur téléphone avec un niveau d'alerte élevé, pour ne recevoir que les cas les plus graves.

2) Vérification rapide sur place

→ Notification sur téléphone ou application mobile avec un niveau d'alerte moyen ou bas, permettant de détecter à la fois les cas confirmés et les signaux précoces.

3) Observation différée lors de la tournée quotidienne

→ Désactiver les notifications mais conserver un niveau d'alerte bas pour repérer les signaux faibles lors de la consultation quotidienne des données.

• Répartition des alertes : qui est notifié ?

Un autre point essentiel concerne la distribution des alertes. Il convient de définir précisément :

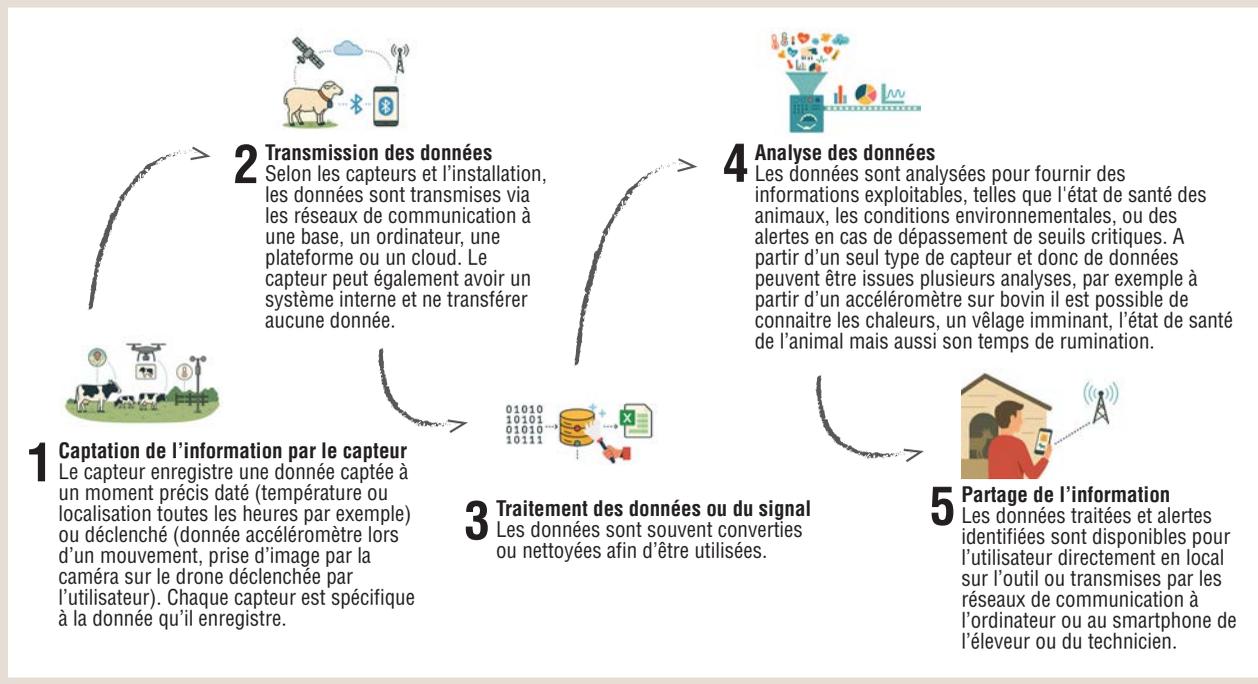
- Qui reçoit les alertes : responsable d'atelier, chef d'exploitation ou l'ensemble des salariés ?
- Quelles conséquences cela implique en termes de gestion des absences, de charge mentale et de coordination interne ?

Ce paramétrage doit faire l'objet d'une réflexion partagée pour garantir une répartition cohérente des responsabilités et maintenir une bonne communication au sein de l'équipe.



FIGURE 30 : PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UN OUTIL NUMÉRIQUE

Source : Laurence Depuille-Plais - Institut de l'Élevage



• EN SAVOIR PLUS

LA CHARTE DATA AGRI, UNE
RÉPONSE PROFESSIONNELLE
À LA COMPLEXITÉ
RÉGLEMENTAIRE AUTOUR
DU CONSENTEMENT

Face à la complexité et à l'évolution permanente du cadre réglementaire, la profession agricole a initié, dès 2019, une démarche de labellisation des fournisseurs, fondée sur une charte éthique : la Charte Data Agri.

Celle-ci fait du consentement de l'éleveur une condition préalable obligatoire à tout transfert de données et définit 13 principes qui doivent se retrouver au sein des conditions générales de vente (CGV) de tout acteur intervenant chez des agriculteurs.

+ d'infos : data-agri.fr

DONNÉES ISSUES DES OUTILS NUMÉRIQUES :
COMMENT LES PROTÉGER

Les outils numériques génèrent des données... en nombre ! Tout leur intérêt réside dans leur bonne valorisation, qui dépend entre autres de leur stockage, de leur accès, de leur interconnectivité. Mais aussi de leur protection.

Caractéristiques des données issues
des capteurs en élevage

Lorsqu'un éleveur investit dans un capteur, il recherche avant tout un service technique concret (par exemple la détection des chaleurs, la surveillance sanitaire...). Ce service est généralement restitué sous forme de comptages, d'indicateurs ou d'alertes intégrés dans un outil d'aide à la décision. Toutefois, les données brutes générées par ces capteurs sont rarement accessibles directement et leur caractérisation demeure souvent complexe.

Les données brutes collectées sont des mesures physiques (impulsions électriques, conductivité, etc.) inutilisables sans l'algorithme du fabricant qui les transforme en mesures concrètes (comptages, durées...). Un continuum de traitement est ainsi observé, allant des données instantanées jusqu'à l'information finalisée (alerte), en passant par leur consolidation à la seconde, à la minute ou à l'heure.

De plus, le fonctionnement du service ne repose pas uniquement sur les données issues du capteur. Il nécessite également des informations contextuelles fournies par l'éleveur, comme l'identité et les caractéristiques des animaux équipés du capteur.

Propriété des données : deux types
de données relevant de deux cadres
juridiques distincts

Réfléchir à la réglementation et aux droits d'utilisation des données issues des capteurs revient à distinguer deux catégories de données :

- les données brutes : sans propriétaire, mais avec des ayants droit,
- les données élaborées : issues d'un traitement algorithmique, elles relèvent du droit de la propriété intellectuelle et leur transfert de propriété à l'éleveur doit être expressément prévu par contrat.

Il convient aussi de différencier :

- les données personnelles, régies par le RGPD (Règlement Général sur la Protection des Données, 2016), qui concernent toute information pouvant être rattachée à une personne physique (comme le numéro d'exploitation individuelle),
- les données non personnelles, encadrées par le Data Governance Act (entré en vigueur en 2023), qui impose l'autorisation explicite de l'ayant droit pour tout partage.

Dans le cadre agricole, la majorité des exploitations étant unipersonnelles, de nombreuses données sont désormais considérées comme personnelles. Ainsi, le RGPD s'applique largement, imposant que tout usage des données soit légitime et consenti librement et de manière éclairée par l'éleveur.

Le consentement : l'importance
d'une gestion partagée des données

Pour les raisons réglementaires et professionnelles décrites ci-avant, le consentement est devenu central dans les accès aux données. Il constitue l'accord formulé par l'éleveur et doit absolument préciser les éléments suivants :

- l'exploitation concernée pour laquelle l'éleveur est l'ayant droit des données,
- l'organisme au bénéfice duquel le consentement de l'éleveur est accordé,
- les dates de début et de fin,
- le type de données concernées,
- l'usage pour lequel l'accès est accordé.

• DÉFINITIONS

DONNÉES PERSONNELLES ET IMPERSONNELLES : QUELLES DIFFÉRENCES ?

Les données personnelles sont définies comme toutes données pouvant être reliées, directement ou non, à une personne physique. Ainsi les données reliées à un numéro d'exploitation ou de client sont des données personnelles dès lors que l'exploitation est conduite par une personne physique. Les textes d'application en France du RZUE (Règlement Zootechnique de l'Union Européenne), prévoient de généraliser ce statut à toutes les données d'élevage du fait du grand nombre d'exploitations unipersonnelles. Ainsi le RGPD s'applique et protège l'ayant droit contre l'utilisation abusive de ses données en exigeant que ces utilisations soient légitimes. La principale base de légitimité est le consentement de la personne concernée qui doit être donné librement et de façon éclairée.

Les données non personnelles sont régies par le Data Governance Act qui vise à créer un environnement sûr dans lequel les données peuvent être partagées entre les secteurs et les Etats membres dans l'intérêt de la société et de l'économie, notamment à l'aide de structures d'intermédiation des données. Il instaure une obligation d'autorisation de l'ayant droit avant le transfert de données.



Les consentements sont collectés sous des formes variées de plus en plus largement par les fournisseurs de services depuis plusieurs années et enregistrés dans leurs systèmes d'information propres ne permettant pas aux éleveurs, sollicités trop fréquemment sur le sujet, de garder une visibilité globale sur les consentements qu'ils accordent. Pour remédier à la dispersion des consentements dans les systèmes des différents fournisseurs, la Confédération Nationale de l'Élevage promeut l'outil Agata-Consent, un outil de gestion des consentements utilisable, moyennant un abonnement, par tous les acteurs intervenant sur les filières. Ce système sécurisé, regroupe dans un seul système informatique, de type Blockchain pour en assurer la sécurité technique, tous les consentements accordés par un éleveur, quels que soient les bénéficiaires ou les données concernées. Il comporte une interface destinée aux éleveurs, accessible gratuitement qui permet :

- d'enregistrer ses consentements,
- de consulter tous les accords déjà donnés,
- de maîtriser l'usage de ses données, quelles que soient les plateformes concernées.

Enjeux concrets pour les éleveurs : pouvoir disposer de leurs données

Cet environnement encadrant les droits d'accès et d'utilisation des données des capteurs se concrétise dans des enjeux de natures différentes pour les éleveurs. L'un d'eux est la maîtrise des valorisations que le fournisseur fait des données. Quand elles sont utilisées non seulement pour élaborer le service vendu avec le capteur,

mais aussi à d'autres fins potentiellement rémunératrices, les éleveurs sont demandeurs d'en partager la valeur.

Les autres enjeux sont plus directement opérationnels : pouvoir utiliser les données produites par le capteur en dehors des services vendus avec celui-ci, notamment pouvoir échanger des données entre plusieurs matériels ou logiciels de prestataires différents et surtout pouvoir garder ses données passées à la fin du contrat avec le prestataire.

Le premier enjeu concerne principalement les données animales fournies au capteur par l'éleveur lui-même : il en est l'ayant droit et son consentement doit préciser les usages qu'il autorise le fournisseur à en faire.

Les autres enjeux portent sur les données produites par le capteur et se traduisent par les modalités pratiques de leur mise à disposition de l'éleveur, en particulier l'existence ou non d'un outil d'exportation de fichiers depuis le logiciel ou la plateforme rendant le service. Le caractère au moins partiellement élaboré de ces données ne permet pas de donner à l'éleveur le statut d'ayant droit sur ces données. Par défaut, c'est le fournisseur qui est l'ayant droit.

Il est donc primordial pour l'éleveur de rechercher si le transfert de propriété, en sa faveur, des données élaborées par les capteurs est bien prévu dans le contrat de service et de vérifier comment il se traduit opérationnellement en termes d'export de fichiers, en cours et surtout en fin de contrat. Le choix de fournisseurs labellisés Data Agri apporte une sécurité sur cette maîtrise des données.

S'ASSURER D'UNE BONNE CONNECTIVITÉ : UN INDISPENSABLE !

• EN SAVOIR PLUS

TROUVER LA COUVERTURE RESEAU :

- LoRa® : Couverture LoRa®
Orange | Orange Business



- Sigfox : Coverage - Sigfox
OG Technology



- Réseau mobile : Mon réseau
mobile



De nombreux outils numériques combinent plusieurs types de réseaux pour assurer leur fonctionnement. Il est donc essentiel de vérifier leur disponibilité et la fonctionnalité de chacun des réseaux mobilisés.

En cas de défaillance d'un seul maillon de la chaîne de communication, l'ensemble du système peut être perturbé, voire rendu inopérant.

La connectivité, au cœur de nombreux outils numériques

La connectivité se réfère à la capacité d'un dispositif, d'un système ou d'une organisation à se connecter à d'autres dispositifs ou systèmes, le plus souvent au moyen de diverses formes de réseaux de communication (voir l'exemple des colliers GPS, figure 31) Elle implique l'échange de données et l'accès aux ressources sur un réseau, que ce soit Internet ou un réseau privé.

Elle peut s'établir à divers niveaux :

- matériel : connexion physique entre des équipements informatiques tels que les ordinateurs, smartphones, serveurs, routeurs et autres périphériques par le biais de câbles (Ethernet, USB) ou sans fil (Wi-Fi, Bluetooth).
- logiciel : faculté des applications ou des systèmes d'exploitation à se connecter avec d'autres, que ce soit pour la synchronisation de données, l'accès à des services distants ou la collaboration entre utilisateurs.

- réseau : implique des protocoles de communication et de transfert de données permettant la liaison entre dispositifs à travers des réseaux locaux (en anglais Local Area Network ou LAN) ou étendus (Wide Area Network ou WAN), y compris Internet.

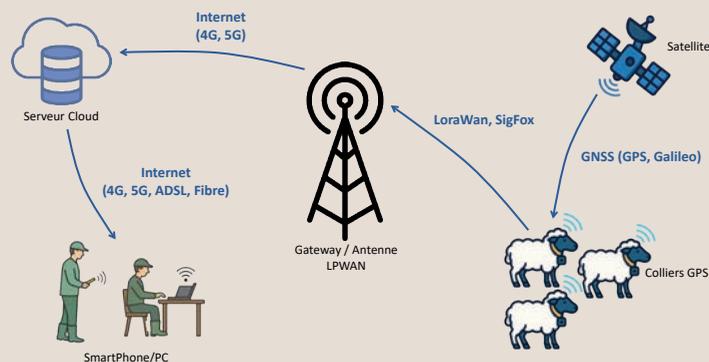
Comment s'assurer concrètement de la bonne connectivité sur son exploitation

Pour s'assurer d'une bonne connectivité sur l'exploitation, il est possible :

- **d'évaluer la couverture réseau existante.** Il est recommandé de tester la couverture des différents réseaux disponibles sur l'exploitation : 4G/5G, Wi-Fi, voire réseaux bas débit (LoRa, Sigfox). Des applications mobiles ou des outils en ligne permettent de mesurer la qualité du signal et d'identifier les zones blanches ou peu couvertes.
- **de vérifier la performance des équipements.** Les routeurs, antennes Wi-Fi, répéteurs ou autres dispositifs de connexion doivent être correctement dimensionnés et installés. Un entretien régulier (mises à jour, dépoussiérage, vérification des câbles et alimentations) est essentiel pour garantir la stabilité du réseau.
- **de sécuriser l'accès à Internet.** Disposer d'une connexion Internet fiable, qu'elle soit via ADSL, fibre optique ou 4G/5G, est indispensable. En zone rurale, une solution de secours (clé 4G ou box 4G/5G) peut être envisagée pour pallier une coupure du réseau principal.
- **d'optimiser la couverture sur l'exploitation.** Dans le cas des exploitations de grande superficie et avec différents bâtiments, l'installation de relais Wi-Fi ou de bornes d'accès / antennes supplémentaires peut améliorer la portée et éviter les pertes de signal dans certaines zones (bâtiments isolés, pâturages éloignés).
- **de se faire accompagner si nécessaire.** Des prestataires spécialisés peuvent aider à réaliser un audit de connectivité et à proposer des solutions adaptées aux besoins de l'exploitation (diagnostic réseau, installation de solutions alternatives comme le satellite).

FIGURE 31 : PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DES COLLIERS GPS

Source : Laurence Depuille-Plais et Clément Allain - Institut de l'Élevage



L'INTEROPÉRABILITÉ : FAIRE DIALOGUER LES TECHNOLOGIES ENTRE ELLES

David SAUNIER,

Ingénieur en technologie, Eliance

Pour pouvoir fonctionner, de nombreux outils numériques doivent communiquer et échanger des informations en temps réel avec d'autres systèmes (logiciels, ordinateurs, autres outils). Il est donc essentiel de vérifier l'interopérabilité des éléments destinés à échanger entre eux.

L'interopérabilité, ou la communication entre « machines »

L'interopérabilité est la capacité qu'a un logiciel, un appareil, une application ou toute autre entité numérique à pouvoir se connecter et échanger des données avec d'autres systèmes ou appareils, de façon fluide et sans effort particulier de la part de l'utilisateur final.

Cela concerne donc l'accès aux données, leur transmission et leur valorisation par un outil numérique tiers.

L'interopérabilité est un critère déterminant lors de l'acquisition de solutions technologiques en élevage. Elle conditionne l'efficacité quotidienne de l'exploitation. Un système non interopérable est, à terme, un système qui ne pourra pas s'adapter, ni évoluer. Il est donc crucial de choisir des outils ouverts, communicants et adaptés à l'écosystème numérique agricole.

Concrètement, qu'est-ce que cela signifie pour les filières d'élevage ?

Le secteur de l'élevage est en pleine transformation pour intégrer les nouveaux outils numériques dans le but de simplifier le quotidien des éleveurs, qui s'équipent de ces technologies innovantes.

Cette transition implique l'intégration de l'ensemble des dispositifs automatisés utilisés dans les élevages – qu'il s'agisse de DAC, de robots de traite, de capteurs ou d'autres outils connectés – pour suivre les animaux et piloter les troupeaux. Leur interconnexion avec la Base de Données Nationale (BDN), qui centralise les informations d'inventaire, d'événements et de performances (notamment pour les bovins), est essentielle.

Pour permettre cette interopérabilité, les constructeurs d'équipements numériques doivent développer des applications

capables d'échanger des données avec des systèmes tiers. La réussite de cette interconnexion dépend à la fois des capacités techniques et de la volonté des fabricants de rendre leurs solutions technologiques compatibles avec les infrastructures existantes.

Depuis 2019, Eliance a mis en place dataHUB 360®, une plateforme d'échange haute performance capable de dialoguer avec l'ensemble des technologies du marché : DAC, robots, salles de traite, capteurs en élevages laitiers caprins et bovins ainsi qu'en bovin viande.

Cette plateforme peut se connecter aux clouds des fabricants ou aux applications installées sur les ordinateurs des exploitations. Elle garantit la mise à jour, en temps réel, des informations relatives à chaque animal, à condition que l'éleveur donne son accord.

Des avantages non négligeables pour les éleveurs

Les avantages de l'interopérabilité sont nombreux. Parmi eux, citons :

- le gain de temps, du fait de la suppression de la double saisie,
- la sécurité des données, grâce à l'import direct depuis la BDN,
- la gestion centralisée : pilotage multi-équipements (robots, capteurs d'activité...),
- l'actualisation automatique : mise à jour continue des dispositifs,
- des alertes fiables, grâce à des données fraîches et synchronisées,
- un partage facilité des informations (notamment transmission des données aux conseillers et à la filière génétique).

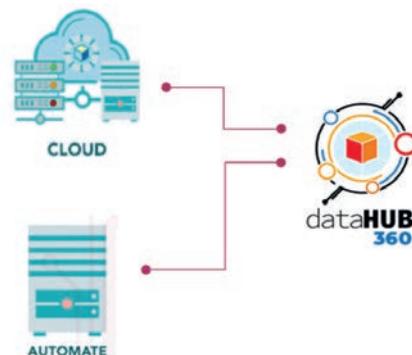
Des solutions interopérables existent pour les éleveurs qui s'équipent de systèmes automatisés. Ils peuvent à la fois récupérer des données utiles depuis les bases nationales, et envoyer des informations issues de leurs technologies pour améliorer le suivi du troupeau, faciliter les conseils techniques et valoriser le potentiel génétique de leurs animaux.

• DÉFINITION

API : APPLICATION PROGRAMMING INTERFACE (INTERFACE DE PROGRAMMATION D'APPLICATION)

Application facilitant les flux de données entre services, dans le cloud. Pour l'utilisateur final qu'est l'éleveur, cela offre une expérience ergonomique, limitant les saisies d'informations déjà saisies par ailleurs.

DataHUB 360® est une plateforme d'échanges bidirectionnels de données à haut débit dédiée aux producteurs de lait équipés d'automates.



STOCKAGE DES DONNÉES : LE CLOUD AU SERVICE DES ÉLEVEURS

Françoise BRUN,

Responsable du pôle Agriculture numérique et sciences des données, ACTA

• EN SAVOIR PLUS

RMT NAEXUS – LE RÉSEAU
MIXTE TECHNOLOGIQUE DU
NUMÉRIQUE AGRICOLE



Pour l'éleveur, les données collectées sont de plus en plus nombreuses et diverses, en lien avec la multiplication des équipements et des logiciels. Ces données jouent un rôle crucial pour asseoir des décisions techniques ou être en ordre au niveau réglementaire. Dans les deux cas, leur disponibilité est cruciale. Or celle-ci dépend notamment de leur stockage.

Un stockage à distance, dans le cloud, pour plus d'efficacité

Désormais, la très grande majorité des données issues d'outils numériques est stockée et gérée à distance dans le *cloud* (ou nuage) qui correspond aux infrastructures informatiques mutualisées et mobilisées par les fournisseurs de services. Le *cloud* comprend deux types d'infrastructures principales :

- les centres de données sont dédiés au stockage, à la gestion et à la distribution des données des utilisateurs,
- les centres de calcul sont utilisés pour l'exécution de tâches de calcul intensives telles que les simulations nécessaires aux outils d'aide à la décision. Ces installations sont équipées de serveurs puissants et de vastes capacités de stockage pour répondre aux besoins des utilisateurs.

Le cloud offre plus de flexibilité dans la consultation et la sécurité des données

Pour les éleveurs, cette configuration offre une plus grande flexibilité dans l'accès à distance à leurs données et applications,

via leurs ordinateurs ou smartphones. Elle permet aussi de limiter les investissements dans des ordinateurs puissants et de bénéficier de solutions avancées de sauvegarde et de sécurité.

Pour les fournisseurs de services, l'utilisation du *cloud* permet de réduire leurs investissements en matériel informatique, en centralisant le stockage et le traitement des données sur des serveurs distants. Les fournisseurs de services profitent également des infrastructures *cloud* pour centraliser les données de leurs utilisateurs, facilitant ainsi les évolutions de services et la montée en charge. De plus, l'utilisation du *cloud* favorise l'innovation en permettant aux opérateurs de services de se concentrer sur le développement de leurs activités plutôt que sur la gestion de l'infrastructure informatique.

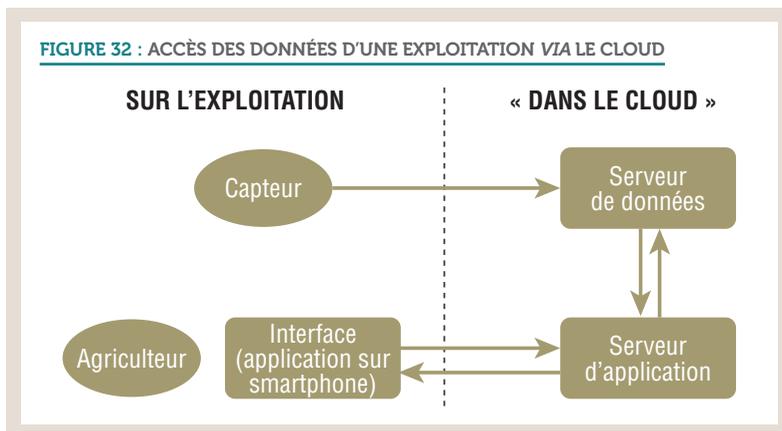
Défis et limites posés par le stockage à distance

Malgré ses nombreux avantages, l'utilisation du *cloud* peut poser des défis, notamment en ce qui concerne la dépendance à la qualité de la connexion Internet. Cependant, le haut débit (fibre et 4/5G) devient une réalité même dans les territoires les plus ruraux et des solutions telles que l'accès hors ligne avec synchronisation des données sont envisageables pour pallier ces problèmes.

Néanmoins, l'éleveur doit prendre des précautions vis-à-vis de son fournisseur concernant la gestion de ses données. Ainsi, il doit s'assurer que le fournisseur est bien respectueux de ses données et notamment de ses données personnelles. Il est aussi préférable que l'opérateur de stockage de données propose un hébergement en France ou en Europe. Dans tous les cas, l'éleveur veillera à limiter la communication d'informations personnelles seulement nécessaires pour opérer le service attendu.

La possibilité de pouvoir accéder aux données brutes de ses équipements doit être une autre exigence, même si dans la pratique il convient de se limiter à l'utilisation des visualisations ou synthèses proposées par les interfaces. Dans l'idéal, l'export dans un format standardisé permettant de changer d'opérateur serait à rechercher, mais c'est loin d'être une réalité envisageable à court terme, compte tenu de la forte diversité des services proposés.

FIGURE 32 : ACCÈS DES DONNÉES D'UNE EXPLOITATION VIA LE CLOUD



• ZOOM

LES RÉSEAUX DE COMMUNICATION

Il existe une grande diversité de réseaux de communication qui diffèrent par leur débit et leur portée, chacun répondant à des besoins spécifiques en matière de connectivité.

• Les réseaux de proximité

Les réseaux de proximité permettent la communication entre deux dispositifs situés à faible distance : de quelques centimètres à une centaine de mètres. Par exemple, une boucle électronique peut être lue à l'aide d'un bâton de lecture utilisant la technologie RFID, puis les données sont transmises à une tablette ou un smartphone via Bluetooth, pour affichage dans un logiciel de gestion de troupeau. Le protocole ZigBee est, quant à lui, principalement utilisé en domotique, notamment pour automatiser certains équipements dans les bâtiments agricoles.

• Les réseaux locaux

Les réseaux locaux sont déployés à l'échelle d'un bâtiment, d'une maison ou d'une exploitation agricole. Ils permettent de connecter des équipements entre eux et à Internet, en s'appuyant sur un routeur, souvent relié à l'ADSL ou à la fibre optique. Un exemple typique est celui des capteurs de gestion de l'ambiance (température, humidité) installés dans les bâtiments d'élevage. Ces capteurs communiquent avec une box locale via des connexions radio ou WiFi, qui centralise les données. Cette box peut ensuite être connectée à Internet pour rendre les données accessibles à distance.

• Les réseaux étendus

Les réseaux dits étendus regroupent les réseaux mobiles (2G/GSM, 3G/UMTS, 4G/LTE, 5G), déployés via des antennes par les opérateurs de téléphonie mobile. Bien qu'ils quadrillent largement le territoire, des zones « blanches » subsistent, notamment en milieu rural, où la couverture est encore imparfaite. Ces réseaux sont indispensables, par exemple, pour l'envoi d'alertes vers les smartphones des utilisateurs.

Il existe également les réseaux LPWAN (Low Power Wide Area Network) qui sont des réseaux de télécommunication conçus pour transmettre de petites quantités de données sur de longues distances tout en consommant très peu d'énergie. Ils sont particulièrement adaptés aux objets connectés nécessitant une autonomie prolongée et une couverture étendue. On trouve dans ces réseaux les technologies LoRaWAN, Sigfox ou NB-IoT.

• Les réseaux satellitaires

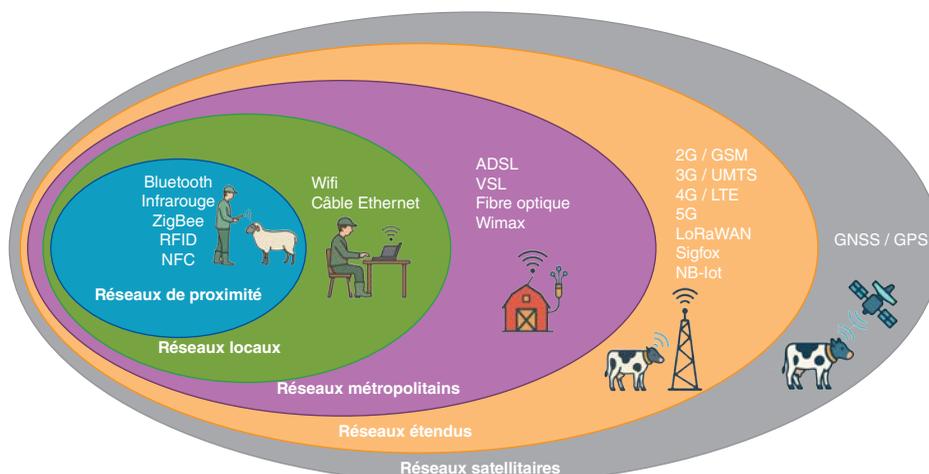
Les réseaux satellitaires offrent une couverture globale, plus ou moins précise selon la densité de satellites au-dessus de la zone concernée. Ils permettent notamment :

- la géolocalisation des animaux via des colliers GPS,
- la communication dans les zones sans couverture mobile.



PLUS D'INFOS SUR
LES RÉSEAUX DE COMMUNICATION :

FIGURE 33 : SCHÉMATISATION DES DIFFÉRENTS RÉSEAUX DE COMMUNICATION



RÉFÉRENCES UTILES

Retrouvez des références techniques utiles sur les outils numériques en élevage

Ce Dossier Technique de l'Élevage s'appuie sur l'expérience et les résultats acquis grâce à l'implication de l'Institut de l'Élevage dans de nombreux projets partenariaux, menés aux échelles régionale, nationale et européenne sur le numérique en élevage, et plus particulièrement grâce au programme structurant Sm@rt Élevage, financé par la CNE depuis 2017.



APPORT DES NOUVELLES TECHNOLOGIES POUR UN PILOTAGE FIN DU TROUPEAU ET DES EXPLOITATIONS D'ÉLEVAGE HERBIVORE

Les 5 enjeux poursuivis par le programme Sm@rt Élevage sont de :

- Connaître l'état des lieux du déploiement du numérique dans les différentes filières herbivores.
- Accompagner les éleveurs et les filières dans le choix de technologies et solutions adaptées à leurs besoins :

- en produisant des outils d'aide à la décision et des références techniques ;
- en proposant une démarche d'accompagnement à la transition numérique et d'aide au choix de solutions numériques.

- Évaluer les nouvelles technologies au regard de leurs performances techniques, sociales (travail) et économiques mais aussi en évaluant leur impact environnemental et sociétal.
- Mieux valoriser la « donnée » déjà présente dans les bases de données existantes, mais aussi celle générée par les nouvelles solutions technologiques (capteurs, satellites...).
- Améliorer l'interopérabilité entre les technologies du numérique.

Financé par : CNE

Site web : <https://idele.fr/smarteleavage/>

+ D'INFOS



PRODUCTION D'AGNEAUX ET CONDUITE DES ANIMAUX AU PÂTURAGE GRÂCE AUX INNOVATIONS ET TECHNOLOGIES

Ce projet a pour finalité d'accompagner les producteurs, à travers l'utilisation de nouvelles technologies, à produire des agneaux répondant aux attentes de la filière et à assurer leur autonomie alimentaire grâce à une meilleure gestion du pâturage en contexte de prédation.

ACTIONS MENÉES :

- Émergence, animation et accompagnement d'une **dynamique collective sur l'utilisation de technologies numériques**.
- Acquisition de références techniques produites à partir d'expérimentations en stations et en élevages pour **l'utilisation de ces technologies** par les utilisateurs eux-mêmes.
- **Test de nouvelles technologies** en sites expérimentaux et amélioration de leurs degrés de maturité sur l'échelle TRL.

FINANCÉ PAR : Union Européenne, Région Sud Provence Alpes Côte d'Azur

Site web : <https://mrepa.fr/pacapit/>

+ D'INFOS



LE LIVING LAB DE L'AGROÉCOLOGIE NUMÉRIQUE EN OCCITANIE

Soutenu par la Banque des Territoires et la Région Occitanie, OccitAnum réunit agriculteurs, entreprises de l'AgTech, chercheurs, collectivités, structures de développement agricole et citoyens autour d'un objectif commun : **co-construire des solutions numériques au service de l'agriculture de demain**.

Face aux enjeux environnementaux, alimentaires et économiques, OccitAnum mise sur les technologies numériques pour :

- Accélérer la transition vers une agriculture durable et agroécologique.
- Créer de la valeur pour les agriculteurs.
- Favoriser une alimentation locale et saine.
- Développer l'économie numérique régionale.

FINANCÉ PAR : France Relance 2030 Territoires d'Innovation

Site web : <https://www.occitanum.fr/>

+ D'INFOS



UTILISATION DE L'IDENTIFICATION UHF POUR LA CONDUITE DE TROUPEAU ET LA DÉTECTION DE L'ALTÉRATION DE L'ÉTAT DE SANTÉ EN ÉLEVAGE OVIN

Ovi-Flash vise à explorer l'usage de la technologie RFID UHF (Radio Frequency Identification ou Ultra Haute Fréquence) dans les élevages ovins. Cette technologie permet une identification à distance, simultanée et paramétrable, des animaux.

OBJECTIFS DU PROJET :

- Faciliter le suivi des troupeaux, notamment lors des mouvements.
- Gérer la transition alimentaire des agneaux.
- Détecter précocement les altérations de l'état de santé des animaux.

Dans le cadre de ce projet différents cas d'usage seront étudiés dans le but d'initier le développement d'algorithmes d'aide à la décision.

FINANCÉ PAR : Casdar

Site web : <https://idele.fr/ovi-flash/>

+ D'INFOS





LA DÉTECTION AUTOMATISÉE DES AGNELAGES GRÂCE AUX TECHNOLOGIES NUMÉRIQUES

Num'Agnel est un projet visant à automatiser la détection des agnelages en élevage ovin grâce aux technologies numériques. L'agnelage étant une période critique, le projet cherche à améliorer la surveillance, réduire la mortalité des agneaux et alléger la charge de travail des éleveurs.

Le dispositif repose sur :

- des caméras et systèmes de vision par ordinateur,
- des capteurs embarqués (accéléromètres, proxy-loggers),
- des algorithmes d'intelligence.

FINANCÉ PAR : Casdar

Site web : <https://idele.fr/NumAgnel/>

+ D'INFOS



CONSTRUIRE



LE RÉSEAU EUROPEEN SUR L'INNOVATION NUMÉRIQUE AU SERVICE DES SYSTÈMES D'ÉLEVAGE PASTORAUX

Ce projet vise à renforcer l'innovation numérique dans les systèmes d'élevage en territoires pastoraux. Face aux défis de durabilité et de résilience, il propose un réseau innovant axé sur les technologies numériques et la valorisation des données pour les agriculteurs et autres utilisateurs de ces territoires.

Le projet s'appuie sur une approche multi-acteurs dans 10 pays européens, favorisant le partage de connaissances, la collaboration et l'échange de bonnes pratiques. Il cherche à :

- stimuler l'innovation numérique dans les systèmes pastoraux,
- lever les freins à l'adoption des technologies par les acteurs de terrain,
- favoriser les échanges et la formation autour des outils numériques.

FINANCÉ PAR : Horizon Europe
Site web : digirangeland.eu

+ D'INFOS



INSTALLATIONS EUROPÉENNES D'ESSAIS ET EXPÉRIMENTATIONS POUR L'INNOVATION AGROALIMENTAIRE

Agri-Food TEF (Testing and Experimentation Facilities) ambitionne de soutenir l'innovation numérique dans le secteur agroalimentaire. Le projet offre aux PME et entreprises européennes des services personnalisés pour tester et valider leurs solutions en intelligence artificielle (IA) et robotique dans des conditions réelles.

OBJECTIFS PRINCIPAUX :

- Accélérer la mise sur le marché de technologies innovantes.
- Garantir la fiabilité et la sécurité des solutions testées.
- Adapter les services aux besoins spécifiques des utilisateurs.

FINANCÉ PAR : Union Européenne, BPI

Site web : <https://agrifoodtef.eu/>

+ D'INFOS



UN PROJET EUROPÉEN POUR ÉVALUER L'IMPACT ET L'EFFICACITÉ DES SOLUTIONS NUMÉRIQUES EN AGRICULTURE

QuantiFarm est un projet européen visant à vérifier si les outils numériques sont efficaces et performants, à accélérer l'adoption des technologies numériques agricoles pour améliorer la durabilité et la compétitivité du secteur.

OBJECTIFS CLÉS :

- Évaluer les coûts, bénéfices et impacts des technologies numériques via 30 cas d'études dans 7 secteurs agricoles.
- Fournir des outils pratiques aux agriculteurs, conseillers et décideurs via le QuantiFarm Toolkit.
- Renforcer les compétences des conseillers agricoles grâce à la Digital Innovation Academy.

FINANCÉ PAR : Horizon Europe

Site web : <https://quantifarm.eu/>

+ D'INFOS



UN PROJET EUROPÉEN VISANT À AMÉLIORER LE SUIVI ET LA TRAÇABILITÉ DES ANIMAUX D'ÉLEVAGE GRÂCE À DES SOLUTIONS NUMÉRIQUES DE POINTE

Digi4Live vise à transformer les systèmes d'élevage grâce aux technologies numériques et à une meilleure valorisation des données. Il a pour objectif d'améliorer le bien-être animal, la traçabilité, la sélection, et les pratiques environnementales, d'harmoniser et normaliser les données pour faciliter leur partage et leur exploitation et de renforcer la résilience et la transparence des systèmes d'élevage.

ACTIONS CLÉS :

- Développement de six cas d'usage.
- Mise en œuvre de techniques d'intelligence artificielle robustes pour le suivi des animaux.
- Création d'une communauté multi-acteurs : agriculteurs, chercheurs, conseillers, entreprises tech, décideurs publics.

FINANCÉ PAR : Horizon Europe

Site web : <https://digi4live.eu/>

+ D'INFOS



PESÉE ET POINTAGE DES VEAUX DE RACES ALLAITANTES AU SEVRAGE PAR IMAGERIE 3D

Le projet Pheno3D ambitionne de faire entrer la sélection des bovins allaitants dans le phénotypage à haut débit avec l'imagerie 3D. Grâce à l'intelligence artificielle, l'automatisation de l'analyse d'image 3D est aujourd'hui possible. Ainsi à partir d'un « scanner » 3D développé par un prestataire français (3D Ouest), le projet PHENO3D vise à mettre au point un dispositif de traitement automatisé (intelligence artificielle) et en temps réel d'images 3D pour extraire des phénotypes utilisés dans la filière bovins viande (le poids et les notes de pointages).

FINANCÉ PAR : APIS-GENE, Casdar

Site web : <https://idele.fr/>

+ D'INFOS





LES TECHNOLOGIES 3D AU SERVICE DE LA TRAITE CAPRINE

CapriMam3D est un projet visant à améliorer les conditions de traite mécanique chez la chèvre pour réduire les risques d'infections intramammaires. Il se concentre sur l'interaction animal-machine, élément central du processus de traite. Le projet utilise des technologies 3D (imagerie et impression) pour :

- développer un phénotypage tridimensionnel haut débit des mamelles caprines, afin d'améliorer leur aptitude à la traite par une meilleure évaluation de leur conformation.
- caractériser les interactions entre les manchons trayeurs et les trayons, pour adapter le matériel de traite aux spécificités anatomiques des animaux.

FINANCÉ PAR : Casdar

Site web : <https://idele.fr/caprimam3d/>



+ D'INFOS



DÉVELOPPER UN PILOTAGE DE PRÉCISION DU CONCENTRÉ AJUSTÉ À LA DIVERSITÉ DE PROFILS DE VALORISATION DES VACHES LAITIÈRES

HARPAGON vise à développer une alimentation de précision pour les vaches laitières, en ajustant individuellement les apports en concentrés selon les profils de valorisation de chaque animal.

OBJECTIFS DU PROJET :

- Optimiser l'utilisation des concentrés en fonction des réactions individuelles des vaches.
- Définir des règles de décision adaptées aux objectifs de l'éleveur et aux réponses des animaux.
- Tester et comparer cette approche à une ration complète sur les plans zootechnique, économique et environnemental.

MÉTHODES :

- Utilisation de capteurs existants, imagerie 3D, pesée et spectres MIR du lait.
- Identification de familles de réaction à la baisse de concentré.
- Co-construction des outils avec les éleveurs, conseillers et chercheurs.

FINANCÉ PAR : Casdar

Site web : <https://idele.fr/harpagon/>

+ D'INFOS



MARIAGE - MONITORING AUTOMATISÉ DE LA REPRODUCTION : INNOVATIONS ET APPLICATIONS POUR L'ÉLEVAGE BOVIN LAITIER

L'objectif du projet MARIAGE était d'élaborer des applications et des stratégies innovantes permettant de tirer au mieux parti des capteurs déjà déployés en élevage, à partir de l'exemple de la détection des chaleurs.

Concrètement, les objectifs opérationnels étaient de :

- Analyser les motivations des éleveurs à s'équiper et estimer leurs gains en confort de travail.
- Produire une méthode d'analyse du rapport coûts/bénéfices d'un équipement en capteurs pour la détection automatisée des chaleurs.
- Caractériser de nouveaux phénotypes et de nouveaux indicateurs de suivi de la reproduction, à partir des enregistrements automatisés des capteurs de reproduction.

FINANCÉ PAR : Casdar

Site web : <https://idele.fr/>

+ D'INFOS



FACILITER LE PARTAGE D'EXPÉRIENCE POUR STIMULER L'ADOPTION DE L'INNOVATION GRÂCE AUX VISITES DE DÉMONSTRATION

Le projet NEFERTITI vise, via la mise en œuvre d'actions de démonstration innovantes, à stimuler l'adoption de l'innovation, améliorer l'apprentissage par les pairs et la connexion des réseaux agricoles à travers l'Europe, afin de faciliter la transition vers un élevage plus durable. Il est organisé autour de 10 réseaux thématiques interactifs, eux-mêmes divisés en groupes régionaux (appelés Hubs), composés d'agriculteurs, de conseillers, de formateurs, de chercheurs et de décideurs politiques. Chaque hub propose des portes ouvertes en fermes, en stations expérimentales ou encore des journées d'échanges entre agriculteurs, en présentiel, ou à distance. En Bretagne et Normandie, quatre hubs en lien avec l'élevage bovin ont été construits sur les thématiques carbone, élevage de précision, bio et attractivité du métier.

FINANCÉ PAR : Horizon 2020

Site web : <https://nefertiti-h2020.eu/fr/>

+ D'INFOS



AUTO-PESÉE ET IMAGERIE 3D, DEUX OUTILS DE PHÉNOTYPAGE À HAUT DÉBIT ET D'AIDE À LA DÉCISION EN ÉLEVAGE OVIN

Le projet OtoP-3D, vise à faire la preuve du concept et à tester deux technologies adaptées à l'élevage ovin (animaux à faible valeur économique et troupeaux de grandes tailles) :

- l'image tridimensionnelle (3D),
- l'auto-pesée.

Ces deux technologies complémentaires de phénotypage à haut débit non invasives visent à se substituer à la note d'état corporel. L'intérêt est double : servir d'outils d'aide à la décision aux éleveurs pour une conduite plus efficiente du troupeau et donner accès à une sélection génétique rationalisée à partir de nouveaux caractères.

FINANCÉ PAR : Casdar

Site web : <https://idele.fr/Otop-3D/>

+ D'INFOS





DES TECHNOLOGIES INNOVANTES POUR AMÉLIORER LA GESTION DU BIEN-ÊTRE DES PETITS RUMINANTS

TechCare est un projet européen qui a pour objectif d'améliorer le bien-être des petits ruminants (ovins et caprins) grâce à des technologies de précision adaptées à l'ensemble de la chaîne de production.

ACTIONS CLÉS :

- Démontrer des approches innovantes pour le suivi des indicateurs de bien-être animal.
- Développer des modèles économiques viables pour intégrer ces technologies dans les élevages.
- Impliquer tous les acteurs : éleveurs, conseillers, chercheurs, consommateurs et régulateurs.

FINANCÉ PAR : Horizon 2020

Site web : <https://techcare-project.eu/>

+ D'INFOS



TECHNOLOGIES NUMÉRIQUES POUR LES PETITS RUMINANTS

Sm@RT est un réseau européen dédié à l'innovation numérique pour les petits ruminants (ovins et caprins). Il s'inscrit dans une dynamique de recherche, démonstration et échange de connaissances autour des technologies de précision en élevage.

OBJECTIFS :

- Faciliter l'adoption de solutions numériques adaptées aux élevages de brebis et de chèvres.
- Tester et démontrer des outils innovants dans des fermes pilotes (Digifermes®).
- Partager les bonnes pratiques entre éleveurs, chercheurs et conseillers.

FINANCÉ PAR : Horizon 2020

Site web : <https://smartplatform.network/>

+ D'INFOS



AMÉLIORER LA PRODUCTIVITÉ DES EXPLOITATIONS AGRICOLES ET GARANTIR LA TRAÇABILITÉ DES TROUPEAUX AVEC LA BLOCKCHAIN

CattleChain 4.0 est un projet qui combine IoT (capteurs connectés) et blockchain pour améliorer la productivité, la traçabilité et le bien-être animal dans les élevages bovins.

OBJECTIFS :

- Augmenter la productivité des fermes grâce à la détection précoce des problèmes de santé, la réduction des pertes et l'optimisation du travail.
- Garantir la traçabilité des animaux "de la ferme à la fourchette" via des données inviolables.
- Améliorer le bien-être animal par le suivi automatisé de la santé, du comportement, de l'alimentation et du temps de pâturage.

FINANCÉ PAR : Horizon 2020

Site web : <https://cattlechain.eu/>

+ D'INFOS



INNOVATIONS ET RENFORCEMENT DES CAPACITÉS POUR LES SERVICES D'AÉRONEFS SANS ÉQUIPAGE À BORD POUR L'AGRICULTURE, L'ENVIRONNEMENT ET LA RURALITÉ

ICAERUS a pour objectif d'évaluer les risques et les impacts de l'utilisation des drones. Le projet explore les principales applications et encourage un usage sûr et efficace pour soutenir l'agriculture, la sylviculture et les communautés rurales dans l'Union européenne.

OBJECTIFS :

- Tester, démontrer et optimiser les technologies drones à travers des expérimentations multi-acteurs dans 5 pays.
- Évaluer les risques et les bénéfices liés à leur utilisation.
- Favoriser l'innovation via des appels à projets pour développeurs et utilisateurs finaux.

FINANCÉ PAR : Horizon Europe

Site web : <https://icaerus.eu/>

+ D'INFOS



DÉVELOPPEMENT DE MÉTHODOLOGIES D'ÉVALUATION DU BIEN-ÊTRE DES BOVINS EN PARC D'ENGRASSEMENT

BeBoP est un projet visant à développer des méthodologies d'évaluation du bien-être des jeunes bovins mâles en parc d'engraissement.

OBJECTIFS :

- Créer des protocoles simplifiés et innovants pour évaluer le bien-être en routine, sans risque pour les observateurs.
- Développer un modèle prédictif basé sur l'analyse comportementale automatisée via des images vidéo captées en continu, en mobilisant des techniques d'intelligence artificielle.

FINANCÉ PAR : Casdar

Site web : <https://idele.fr/smarteleveage/>

+ D'INFOS



DÉTECTER PRÉCOCEMENT ET AUTOMATIQUER LES TROUBLES RESPIRATOIRES DES JEUNES BOVINS

BeefSense est un projet qui vise à développer un outil automatique de détection précoce des troubles respiratoires chez les jeunes bovins en engraissement, afin de réduire l'usage des antibiotiques.

ACTIONS MENÉES :

- Utilisation de podomètres, colliers activimètres et bolus intraruminaux pour collecter les données.
- Suivi vétérinaire quotidien et mesures de température rectale hebdomadaires.
- Construction d'un modèle prédictif.

FINANCÉ PAR : Carnot

Site web : <https://idele.fr/beefsense/>

+ D'INFOS



Donner aux agriculteurs les moyens d'agir grâce à des outils open source



OpenAgri est un projet européen visant à démocratiser l'agriculture numérique en développant des solutions open source, à la fois logicielles et matérielles, adaptées aux zones rurales peu connectées.

OBJECTIFS :

- Créer des outils numériques accessibles et performants pour les agriculteurs.
- Proposer des services réutilisables en Cloud, Edge ou hybride, selon les contextes locaux.
- Offrir un outil d'aide à la décision pour choisir les solutions les plus adaptées.

FINANCÉ PAR : Horizon Europe

Site web : <https://idele.fr/detail-article/openagri>

+ D'INFOS



UTILISATION DES TECHNOLOGIES NUMÉRIQUES POUR L'ÉTUDE DES COMPORTEMENTS

Le projet AniMOV vise à développer un système automatisé de suivi comportemental des animaux pour détecter les cycles d'activité (alimentation, reproduction) et les situations à risque (stress, maladie, blessure, mise bas, agressivité).

MÉTHODOLOGIE :

- Utilisation de caméras et capteurs placés dans les bâtiments d'élevage.
- Analyse d'images pour reconnaître les comportements et générer des indicateurs ou alertes.
- Système connecté en temps réel pour informer les éleveurs ou soigneurs.

FINANCÉ PAR : Région Centre-Val de Loire

Site web : univ-orleans.fr/Fr/pole-capteurs/animov

+ D'INFOS



SALTO

LOCALISATION ET SUIVI DES OVINS EN BÂTIMENT GRÂCE À L'IDENTIFICATION ÉLECTRONIQUE UHF

Le projet SALTO constitue une première étape vers l'élaboration d'un outil d'aide au suivi de troupeau en élevage ovin consistant à alerter l'éleveur de modifications comportementales d'animaux nécessitant une attention ou un soin particulier. Le principe repose sur un suivi permanent de la localisation des animaux offert par la technologie d'identification électronique à Ultra Haute Fréquence (RFID UHF) et l'utilisation d'une antenne ESPAR innovante.

FINANCÉ PAR : Carnot

Site web : <https://idele.fr/detail-article/salto>

+ D'INFOS



MORPHO 3D

3D QUEST 3D INRA



L'IMAGERIE 3D, UN OUTIL FIABLE POUR ESTIMER LES CARACTÉRISTIQUES CORPORELLES DES ANIMAUX

Morpho3D vise à évaluer la fiabilité de l'imagerie 3D pour mesurer les caractéristiques corporelles des bovins laitiers.

OBJECTIFS :

- Comparer des méthodes de mesure 3D (scanner fixe Morpho3D et dispositif portable BodyMAT V) aux mesures manuelles de référence.
- Tester la précision, répétabilité et reproductibilité des mesures morphologiques obtenues.
- Estimer la note d'état corporelle et le poids des animaux

FINANCÉ PAR : Casdar

Site web : <https://idele.fr/>

+ D'INFOS



SYSTÈMES INNOVANTS ET DURABLES COMBINANT TRAITE ROBOTISÉE ET PÂTURAGE DE PRÉCISION

Autograssmilk est un projet européen visant à concilier pâturage et traite robotisée dans les systèmes bovins laitiers. Il répond à une problématique croissante : l'installation de robots de traite tend à réduire le recours au pâturage, pourtant économiquement et écologiquement avantageux.

OBJECTIFS :

- Intégrer le pâturage dans les systèmes avec robot de traite.
- Développer des stratégies d'alimentation combinant herbe et robotisation.
- Utiliser des technologies de précision pour optimiser cette intégration.
- Améliorer la durabilité et la compétitivité des élevages laitiers européens.
- Créer un outil d'optimisation économique pour les exploitations combinant pâturage et robot de traite.

FINANCÉ PAR : Union Européenne



DES CAPTEURS EMBARQUÉS AU SERVICE DES ÉLEVAGES PASTORAUX : VERS LA CONSTRUCTION D'UN OUTIL D'AIDE AU GARDIENNAGE DE PETITS RUMINANTS DANS LES ESPACES PASTORAUX

CLOChÈTE vise à développer un outil d'aide au gardiennage des petits ruminants en zones pastorales, basé sur des capteurs embarqués (GPS et accéléromètres). Co-construit avec des éleveurs et bergers, il répond aux besoins concrets du terrain.

OBJECTIFS :

- Localiser les animaux à distance, notamment en cas de mauvaise visibilité ou de relief difficile.
- Recevoir des alertes en cas de franchissement de limites sensibles (cultures, routes, zones à risques).
- Optimiser la gestion du pâturage grâce au suivi des déplacements et des comportements.
- Optimiser le nombre d'animaux à équiper, selon les contextes d'élevage (ovins viande, ovins lait, caprins).

FINANCÉ PAR : Casdar

Site web : <https://idele.fr/clochette/>

+ D'INFOS



MAXIMISER LES CO-BÉNÉFICES DE LA NUMÉRISATION DE L'AGRICULTURE GRÂCE À DES ÉCOSYSTÈMES NUMÉRIQUES FAVORABLES

CODECS est un projet européen qui cherche à améliorer la motivation et la capacité des agriculteurs européens à comprendre et à adopter la numérisation en tant que facteur de changement durable et transformateur.

OBJECTIFS :

- Favoriser l'adoption du numérique par les agriculteurs comme levier de durabilité et de transformation.
- Évaluer les coûts et bénéfices des technologies numériques selon les contextes agricoles européens.
- Développer des outils d'aide à la décision et des plateformes pour faciliter l'évaluation et l'adoption des technologies.
- Mettre en place des démonstrations pour accélérer l'adoption.

FINANCÉ PAR : Horizon Europe

Site web : <https://www.horizoncodecs.eu/>

+ D'INFOS



PLATEFORMES DE SERVICES GÉNÉTIQUES POUR ADAPTER LES RACES OVINES LOCALES AUX ENJEUX DU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET DE LA TRANSITION AGROÉCOLOGIQUE

PhénoPasto est un projet visant à structurer deux plateformes de phénotypage pour améliorer l'efficacité et la résilience des races ovines.

ACTIONS CLÉS :

- Phénotypage de béliers pour la résistance aux strongles.
- Suivi de la vigueur des agneaux.
- Évaluation des réserves corporelles via une note d'état corporel manuelles et imagerie 3D.
- Tests de capteurs pour mesurer l'aptitude à la marche au pâturage.
- Collecte de données météo et d'ambiance pour analyser l'impact climatique.

FINANCÉ PAR : France Relance 2030

Site web : <https://idele.fr/>

+ D'INFOS



PACC

PESÉE AUTOMATIQUE ET EN CONTINU DES CHEVRETTES

Le projet PACC vise à expérimenter l'autopesée pour le suivi de la croissance des chevrettes. Ce projet s'inscrit dans la dynamique du numérique en élevage, en tirant parti des technologies d'identification électronique et de collecte automatisée de données.

OBJECTIFS :

- Mettre en place un dispositif d'autopesée adapté aux chevrettes.
- Tester son efficacité en conditions réelles.
- Suivre la croissance, l'alimentation et la santé des animaux.
- Réduire la charge de travail des éleveurs.
- Valoriser les données pour la recherche et la sélection génétique.

FINANCÉ PAR : ANICAP



UTILISATION DE LA THERMOGRAPHIE INFRAROUGE POUR LA DETECTION DES LÉSIONS PODOLES EN FILIÈRES VIANDE BOVINE ET OVINE

ThermoPod est un projet qui vise à développer un outil de détection précoce des lésions podales chez les bovins et ovins allaitants, en utilisant des caméras infrarouges fixes.

OBJECTIFS :

- Détecter les inflammations podales par élévation de température avant l'apparition de boiteries.
- Concevoir un dispositif sans contact intégré à une cage de contention, adapté aux conditions d'élevage.
- Automatiser l'analyse des images via des algorithmes de deep learning spécifiques à chaque espèce.

FINANCÉ PAR : Casdar

Site web : <https://idele.fr/thermopod/>

+ D'INFOS



ARCHIPELL - ACTIVER ET RODER UN ARCHIPEL INNOVANT DE PARTAGE DES USAGES NUMÉRIQUES ÉPROUVÉS EN MODE LIVING LAB

L'objectif du projet est de favoriser l'appropriation et le déploiement massif des usages numériques éprouvés par les agriculteurs et les conseillers. Cet objectif passe par la création et le déploiement d'un écosystème de démultiplication : ARCHIPELL, le laboratoire vivant (LivingLab) des usages numériques (et robotiques) pour l'agriculture.

FINANCÉ PAR : Casdar

Site web : <https://idele.fr/>

+ D'INFOS





Les Digifermes®, un espace privilégié pour se renseigner sur les outils numériques

Les Digifermes® sont un réseau de fermes d'innovation qui s'intéressent au développement et à la démonstration de solutions numériques. Aujourd'hui composé de 21 sites labellisés, repartis partout en France, ce réseau permet de promouvoir et de développer le numérique autour de 11 filières agricoles.

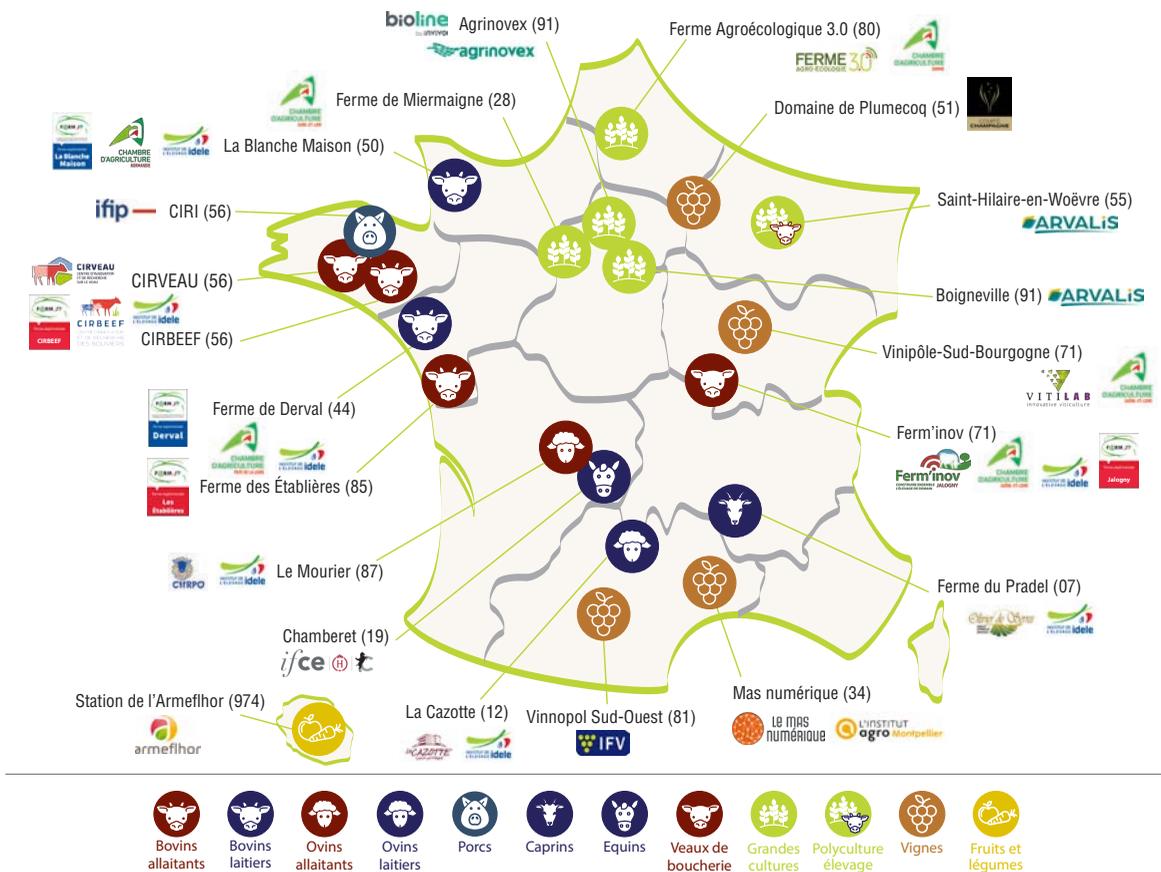
Les Digifermes® sont des fermes supports mis à disposition des filières et des entreprises de l'AgTech pour tester et développer des innovations technologiques qui répondent aux besoins des agriculteurs.

Chaque ferme d'innovation est portée par des structures de Recherche, Développement et Innovation, ce qui permet de s'appuyer sur leur excellence méthodologique pour mener des évaluations objectives et rigoureuses. Bien intégrées dans leur filière, elles sont un lieu d'échange et de démonstration privilégié pour les outils numériques.

Pour plus d'informations sur les réalisations et les actualités du réseau : <https://digifermes.com>



21 FERMES EXPÉRIMENTALES SONT LABELISÉES DIGIFERMES® EN 2025



WIKI AGRI TECH, LA PLATEFORME PARTICIPATIVE DE PRÈS DE 2000 OUTILS NUMÉRIQUES POUR AGRICULTEURS



par **Corentin LEROUX**, fondateur d'Aspexit.

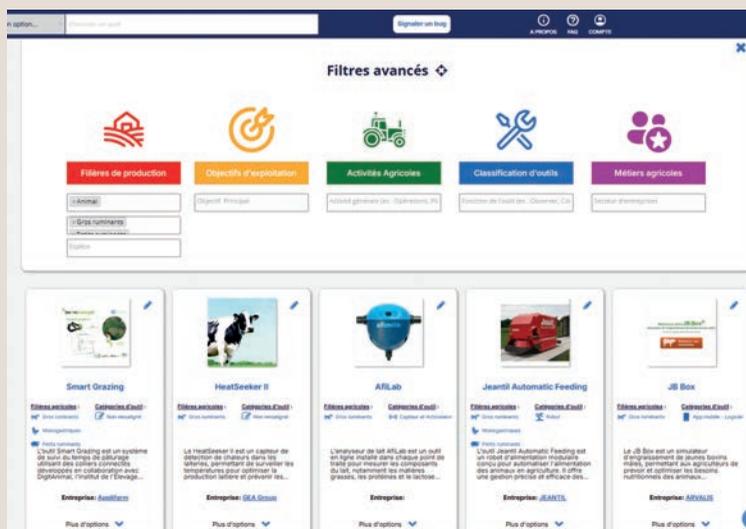
Vous vous en êtes certainement rendu compte : l'écosystème numérique en agriculture est extrêmement foisonnant et complexe ! Et pour ne rien arranger à la chose, la veille existante sur les outils numériques est dispersée et éphémère, les expertises sont souvent cloisonnées et les retours d'expériences des agriculteurs sur les outils numériques ne sont pas partagés.

La plateforme Wiki AgriTech a été créée avec l'ambition de centraliser et diffuser la connaissance au plus grand nombre. Cette plateforme offre 5 services principaux :

- C'est déjà un **espace de découverte** pour s'acculturer et appréhender la complexité de l'écosystème AgriTech au travers de livres blancs, articles et infographies thématisées.
- C'est ensuite un ensemble de **catalogues d'outils et d'entreprises** pour visualiser l'offre numérique sur le marché en réponse à des filières de production ou encore à des objectifs d'exploitation.
- C'est aussi un **lieu de partage** dans lequel il est possible de rejoindre des communautés publiques ou privées pour échanger et discuter sur des thématiques ciblées autour des outils numériques agricoles.
- Ce sont aussi des **diagnostics en ligne** pour évaluer votre relation avec le monde du numérique en général et pour trouver les outils numériques qui correspondent le mieux à votre profil d'exploitant et d'exploitation.
- C'est enfin un **écosystème de formations**, généralistes ou dédiées à des outils numériques particuliers, pour s'acculturer et monter en compétences dans le domaine de l'AgriTech.

Pour plus d'informations sur la plateforme :

<https://www.wiki-agri-tech.com/>



La coordination de ce dossier a été assurée par
Laurence Depuille-Plais et Clément Allain (Institut de l'Élevage).

Liste des contributeurs :

Laurence Depuille-Plais, Clément Allain, Estelle Nicolas, Élodie Doutart, Christophe Martineau, Pierre-Guillaume Grisot, Germain Tesnière, Jocelyn Fagon, Amélie Fischer, Béatrice Mounaix, Adrien Lebreton, Benoît Rubin, Béatrice Balvay, Gilles Blériot, Zoë Guy, Sébastien Duroy et Jean-Marc Gautier (Institut de l'Élevage), Johan Thomas (Ifip), Corentin Leroux (Aspexit), Nicolas Navarro (MSA) et David Saunier (Eliance)

Crédits photos : Boumatic - Ferme expérimentale du Pradel - Ferme expérimentale de Carmejane - IA - Jenquip - ChatGPT - ICAERUS - Lely - Leonardo/AdobeStock - générée par IA - Medria - Panuwat/AdobeStock - Scharfsinn86/AdobeStock - Agathe Cheyde/Idele - Laurence Depuille-Plais/Idele - Marie Leclerc/Idele - Servane Leclerc/Idele - Corinne Maigret/Idele - Germain Tesnière/Idele - DR - Barillo Images/AdobeStock - Oswasa/AdobeStock - Photo de couverture : VINA/AdobeStock

Conception : Beta Pictoris • **Mise en page :** Corinne Maigret (Institut de l'Élevage) • N° réf. Idele : 0025 317 039 • N° ISBN : 978-2-7148-0185-2 • Septembre 2025

TECHNOLOGIES NUMÉRIQUES : COMPRENDRE ET ACCOMPAGNER LEUR ESSOR EN ÉLEVAGE DE RUMINANTS



Ce dossier technique propose un état des lieux de l'adoption des technologies numériques en élevage de ruminants, à partir d'une enquête menée en 2023 dans le cadre du programme Sm@rt Elevage. Il analyse les taux d'équipement des élevages, les facteurs de réussite et les freins identifiés par les éleveurs. Il explore les impacts du numérique sur le temps et le confort de travail, l'environnement, le bien-être animal, la traçabilité et le retour sur investissement. Il apporte également des repères pour guider les choix et des éléments méthodologiques pour accompagner les éleveurs et leurs conseillers dans la mise en place d'outils numériques.

D'après l'enquête Sm@rt Elevage, l'adoption des technologies varie selon les systèmes de production, mais reste globalement élevée. Les éleveurs de bovins laitiers sont les plus équipés avec 92 % équipés d'au moins un outil numérique, et une moyenne de 6,6 dispositifs par exploitation. Les autres filières sont également équipées d'outils numériques avec 84 % en bovins viande, 94 % en ovins lait, 82 % en ovins viande et 85 % en caprins des éleveurs équipés d'au moins un outil numérique. De nombreux éleveurs non encore équipés envisagent de s'équiper prochainement, traduisant un intérêt croissant pour le numérique dans toutes les filières.

Les technologies numériques transforment le quotidien des éleveurs en améliorant la gestion du temps, la flexibilité du travail et en réduisant la pénibilité. Elles facilitent la prise de décision, renforcent les compétences, mais peuvent aussi générer une surcharge d'informations ou une dépendance aux outils. Leur impact est également notable sur la relation homme-animal, le bien-être des troupeaux, la traçabilité et l'environnement. Si les bénéfices techniques sont réels, la rentabilité économique varie selon les systèmes et appelle une évaluation au cas par cas.

S'équiper en numérique nécessite une démarche structurée : identifier ses besoins, choisir une solution adaptée, définir les bons critères (performance, fiabilité, coût) et intégrer l'outil au quotidien. Une bonne connectivité, l'interopérabilité entre systèmes et une gestion maîtrisée des alertes sont essentielles. La question des données (propriété, protection, stockage) doit être anticipée pour garantir un usage sécurisé et efficace des outils numériques.

LES DOSSIERS TECHNIQUES DE L'ÉLEVAGE : UN REGARD ÉCLAIRANT SUR DES SUJETS PHARES

L'Institut de l'Élevage présente le 8^{ème} numéro des DOSSIERS TECHNIQUES DE L'ÉLEVAGE.

Cette collection a pour ambition d'apporter, à chacune de ses parutions, un regard nouveau et perspicace sur un sujet technique d'actualité ou clé pour les éleveurs et leurs filières. Y sont présentés les derniers résultats des études conduites par l'Institut de l'Élevage et ses partenaires, sur des sujets portant sur les techniques d'élevage, les structures des exploitations, les bâtiments et équipements d'élevage, les enjeux sociétaux (environnement, bien-être animal), la qualité des produits, le travail en élevage, les transformations des métiers de l'agriculture ou les relations entre acteurs des filières et des territoires... Ces dossiers mettent tout particulièrement l'accent sur les analyses critiques, les avis d'experts et les approches prospectives. L'objectif est de nourrir la réflexion stratégique des acteurs des filières herbivores.

Ce numéro 8 des « DOSSIERS TECHNIQUES DE L'ÉLEVAGE » aborde le sujet des technologies numériques en élevage de ruminants afin d'aider les éleveurs et acteurs du développement à faire les bons choix dans leur stratégie d'équipements.

LES DOSSIERS TECHNIQUES DE L'ÉLEVAGE sont disponibles en téléchargement sur notre site idele.fr

