

PSDR4 SANT'Innov - Bien-être des bovins et pâturage : la conception partenariale d'outils de conseil normatifs dans une coopérative française

Bonnet-Beaugrand F.¹, Guatteo R.¹, Mercier J.-B.², Bareille N.¹

¹ INRAE, Oniris, BIOEPAR, 44300, Nantes, France

² Terrena Innovation, La Nouëlle, BP 20199, F-44155 Ancenis

Correspondance : florence.beaugrand@oniris-nantes.fr

Résumé

Le projet SANT'Innov s'intéresse à l'agro-écologisation de l'élevage sous le prisme de la santé animale. Deux thématiques principales sont abordées : santé et bien-être au pâturage chez les bovins laitiers et usage raisonné d'antibiotiques dans les filières bovine et porcine. Le projet explore l'innovation sous différentes perspectives : les verrous scientifiques, le développement de pratiques de conseil innovantes, la coordination dans la chaîne de valeur. Les problématiques ont été bâties en collaboration entre les acteurs des filières et les académiques et mobilisent des disciplines variées : épidémiologie, immunologie, sciences humaines et sociales... Cet article présente ici la démarche de conception partenariale d'une application d'évaluation du bien-être des bovins laitiers dans le projet SANT'Innov. La coopérative et l'unité de recherche impliquées ont collaboré avec un comité d'experts interne et externe. Trois phases de conception ont alterné avec des phases de test sur le terrain avec des utilisateurs finaux. L'application inclut des aides à l'évaluation (photographies, grilles d'évaluation) qui façonnent implicitement de nouvelles normes d'action, constituant ainsi une connaissance actionnable. Les tests terrain ont confirmé la robustesse de l'outil et ont permis de collecter des données de recherche.

Mots-clés : Connaissances, Innovation, Partenariat, Conseil, Elevage

Abstract: PSDR4 SANT'Innov project – Grazing dairy cattle welfare: a partnership design of normative advisory tools in a French Western cooperative

The SANT'Innov project focuses on the agro-ecological development of livestock farming considering animal health. Two main themes are addressed: health and animal welfare in grazing dairy cattle and prudent use of antibiotics in the beef and pork sectors. The project deals with innovation from different perspectives: scientific barriers, innovative advisory practices, coordination in the value chain. The issues stem joint from stakeholders and academics; they involve a range of disciplines such as epidemiology, immunology, human and social sciences. In this paper, the authors describe the multistakeholder design of an app aimed at evaluating animal welfare in dairy cows. Both a cooperative and a research unit have been involved, as well as an expert steering committee in decision-making and end users during experimentation phases. This app contributes to building new shared norms and actionable knowledge about animal welfare friendly practices. The tool revealed reliable and was used to generate new research data.

Keywords: Knowledge, Innovation, Partnership, Advice, Livestock.

1. Introduction

1.1 Cadre contextuel du projet SANT'innov

Les filières de produits animaux représentent un des piliers de l'agriculture du Grand-Ouest, qu'il s'agisse de lait de vache (51% de la production nationale), de la viande porcine (75%), et de la viande de jeunes bovins (engraissement des jeunes bovins allaitants, 43%). Or, la crise économique et la mondialisation

fragilisent le secteur agricole et agro-alimentaire et accentuent la concurrence entre bassins de production. L'agriculture est confrontée à de nombreuses transformations, dues aux transitions climatique, environnementale, alimentaire, numérique, énergétique, économique. Ces multiples transitions créent à la fois des opportunités et des menaces concomitantes et focalisent l'attention sur les risques. L'agriculture se caractérise par une coexistence des systèmes de production entre une agriculture intensive et capitaliste, voire une agriculture de firme (Purseigle et al., 2017) et une agriculture alternative plus extensive (Thomas et al., 2014). Des scénarios contrastés d'évolution de l'agriculture montrent des divergences fortes entre ces modèles de production (Delanoué et al., 2018), soumis à des contraintes contradictoires pour répondre aux besoins alimentaires mondiaux (Le Mouél et Mora, 2019), la gestion durable des ressources, la prise en compte d'une santé intégrant tant les humains que les animaux et l'environnement (EcoHealth), la sécurité des aliments, l'éthique et le bien-être animal.

La compréhension de l'évolution des pratiques agricoles s'appuie sur des cadres analytiques variés. Ils incluent l'analyse des transitions à plusieurs niveaux (Geels, 2002), l'étude des trajectoires de changement de pratiques en lien avec le système sociotechnique ou la sociologie de l'innovation. L'écologisation des pratiques et sa généralisation chez les éleveurs repose sur des cheminements et une transition complexes, multivariés et itératifs (Lamine, 2017), à l'échelle des comportements individuels et des chaînes de valeur. La santé animale y occupe une place à part, représentant à la fois un facteur de production et un facteur de risque individuel et collectif.

Dans le projet SANT'Innov, les thématiques abordées en terme d'écologisation des pratiques portent sur le maintien du pâturage et/ou de la prairie dans les systèmes d'exploitation bovins, le bien-être des bovins et l'utilisation raisonnée d'antibiotiques en filières porcine et bovine. Le bien-être et la santé animale sont en effet un des axes de la transition agroécologique pour les élevages ; améliorer le bien-être est un impératif éthique autant qu'un vecteur potentiel de productivité. Les questions de recherche s'intègrent dans une perspective multi-niveaux et portent sur les freins et motivations des éleveurs au changement de pratiques, l'intégration d'innovation dans la chaîne de valeur ou les verrous techniques. Les auteurs présentent ici un des résultats du projet : la conception partenariale d'un outil de conseil relatif au bien-être des troupeaux laitiers au pâturage.

1.2 L'agroécologie : principes de base

L'agroécologie est un concept relativement récent, qui n'est pas stabilisé. Un consensus émerge autour de la définition de Gliessman en 2005 qui met en exergue l'opposition entre des systèmes agricoles conventionnels reposant sur l'utilisation d'intrants chimiques et des systèmes agro-écologiques qui s'appuient sur les interactions écologiques et les régulations naturelles (Gliessman, 2005).

Cinq processus généraux sont visés : favoriser la régulation naturelle des écosystèmes, réduire la toxicité due aux intrants chimiques, optimiser le fonctionnement du sol, équilibrer les différents cycles naturels (chaîne trophique, cycles de l'eau et de l'énergie, dynamique des populations), favoriser le maintien des fonctions naturelles (eau, sol, biodiversité) (Altieri, 2002). Ces processus sont déclinés pour les productions animales de la façon suivante : adopter des mesures de gestion durable de la santé animale, diminuer les intrants (dont les intrants médicamenteux), optimiser le fonctionnement métabolique des systèmes d'élevage, favoriser la diversité des systèmes de production pour favoriser la résilience et préserver la biodiversité des systèmes (Dumont et al., 2013 ; 2014).

L'agroécologie s'oppose à un paradigme du contrôle uniforme des ressources naturelles excluant l'incertitude ; elle mobilise au contraire une adaptation fine et permanente à la situation, tant pédoclimatique que temporelle, qui passe par un apprentissage continu. Les propriétés des systèmes agro-écologiques sont ainsi l'élasticité, la résilience, la robustesse, la flexibilité, l'adaptabilité (Milestad et al., 2012). Certains auteurs définissent donc l'agroécologie davantage comme un processus socio-cognitif que comme un système technique défini. Ce processus recouvre non seulement des façons d'agir

individuelles (Toffolini et al., 2019), mais également un contexte socio-technique multipartenarial dont les dimensions touchent aux externalités environnementales, au développement des territoires, à la proximité géographique des systèmes d'alimentation, aux partenariats entre producteurs et consommateurs, à l'accès au marché et à la marge de manœuvre financière des exploitants et organisations, à la durabilité des réseaux de producteurs, aux échanges de savoirs, à l'équité sociale et redistributive, à la gouvernance démocratique des organisations impliquées dans une démarche collective (Dumont et al., 2016).

Ainsi, les principes et propriétés de l'agroécologie, définis de façon extensive, se traduisent-ils par une très grande variété de pratiques, non seulement d'un pays à l'autre, mais également sur un même territoire. Une des difficultés afférente est donc l'atomisation des expériences et la difficulté de construire des cadres de connaissance générique (Toffolini et al., 2019). Les modalités d'institutionnalisation sont donc parcellaires et diffèrent largement selon les pays (Lamine et al., 2020).

1.3 La contribution des coopératives à la production de normes agroécologiques

Les agriculteurs, dans ce contexte, se réfèrent à différents réseaux pour trouver des ressources ou confronter leurs expériences et définir ainsi de nouvelles normes socio-techniques représentatives du « good farming » (Burton, 2004). Ces réseaux peuvent être liés à l'approvisionnement et à la mise en marché, au conseil technique et de gestion, au partage de matériel et d'entraide ; il peut s'agir de réseaux de partage d'information et d'expérience, de réseaux politiques du monde agricole voire de réseaux interférant avec le monde non agricole (Cardona et Lamine, 2014). Les exploitants rejoignent souvent plusieurs réseaux de façon simultanée (Pascucci, 2011; Ramat et al., 2021). Parmi ces réseaux, les coopératives agricoles occupent une place à part, notamment parce que leurs conseillers interviennent auprès des trois quarts des agriculteurs. Leur rôle dans l'accompagnement aux pratiques agro-écologiques est reconnu (Adam et al., 2017) et participe d'un recadrage des débordements des systèmes agricoles productivistes précédents (Di Bianco, 2018a).

Les outils fournis aux conseillers agricoles constituent en particulier un vecteur de déploiement rapide des nouvelles pratiques agro-écologiques. Souvent numériques, ces outils de conseil permettent d'élaborer un diagnostic structuré sur une exploitation en y associant des préconisations ciblées. Les résultats fournis par les outils sont positionnés par rapport à de nouvelles normes agro-écologiques et intègrent donc un jugement sur la pertinence des pratiques en place. Dans le même temps, les outils apportent une aide à la décision et au pilotage adaptée à chaque situation. Pour cela, les connaissances génériques complexes nécessaires à une analyse fine des processus agro-écologiques sont intégrées dans les outils (encapsulées), que ce soit dans la structure du diagnostic ou dans les données de référence. Ces outils mobilisent parfois de l'intelligence artificielle dans les algorithmes de traitement de l'information ou en vue d'un apprentissage continu du système expert. Ces nouveaux outils s'insèrent dans une relation de conseil préalable tout en permettant une traçabilité normée et une homogénéisation des conseils apportés sur le territoire, grâce à un investissement formel de la part des organismes de conseil (Di Bianco, 2018a). En ce sens, ils participent d'une proximité organisationnelle des exploitants du territoire (Torre et Wallet, 2014).

Nous nous intéressons ici à la façon dont la construction partenariale d'outils dans le projet SANT'Innov financé par le PS DR4 Grand Ouest avec la coopérative Terrena correspond à cette logique de création de normes par encapsulation des savoirs dans un outil de conseil en élevage, et à la façon dont cette construction s'inscrit dans la création de connaissances dans le projet. Nous avons déjà eu l'occasion de décrire comment la mise au point dans le projet SANT'Innov d'un dispositif d'évaluation du risque sanitaire et d'algorithmes d'optimisation des allottements (la grille Atless®) est susceptible de modifier en profondeur les pratiques de la filière jeunes bovins de boucherie quant à l'utilisation raisonnée d'antibiotiques (Bonnet-Beaugrand et al., 2019). Nous décrivons ici la même logique portant sur la mesure du bien-être des bovins laitiers.

Tout au long du projet, la conception et l'implémentation de l'outil Tibena® lait ont été réalisées conjointement entre la coopérative Terrena (Loiseau, 2016) et l'UMR BIOEPAR, notamment via le co-encadrement de travaux (Berrou, 2018 ; Delezoide, 2017 ; Doublet, 2016). La conception de cette application d'évaluation du bien-être prend place dans le projet SANT'Innov dans un ensemble plus vaste de travaux sur le bien-être et la santé des bovins, notamment en lien avec le pâturage, qui constituent des axes d'écologisation majeurs jouant sur la santé des animaux, les intrants alimentaires, la biodiversité. Ces travaux ont mobilisé des compétences disciplinaires variées : l'épidémiologie pour objectiver l'impact sanitaire de l'utilisation du pâturage dans la littérature et en station expérimentale (Bareille et al., 2019a ; Bareille et al., 2019b ; Carcel, 2019b) ; la zootechnie des systèmes pour évaluer la représentation des éleveurs sur les liens entre santé et recours au pâturage et/ou à la prairie dans les systèmes d'exploitation (Couvreur, 2016 ; Gotti, 2019 ; Gotti et al., 2020 ; Petit et al., 2020) ; le marketing pour mesurer les perceptions des consommateurs sur ces mêmes liens (Carcel, 2019a ; Denos et al., 2018 ; 2020). Dans la deuxième partie de l'article, nous décrivons la genèse de l'outil Tibena® lait et de son utilisation dans une étude sur l'impact du pâturage sur le bien-être animal. Nous nous limiterons à la catégorie des vaches en production bien que l'application développée traite toutes les catégories d'âge. Nous discuterons ensuite dans la troisième partie de la complémentarité des partenaires dans la construction et la diffusion de normes agroécologiques via cet outil et de la concurrence à l'adoption entre différentes normes.

2. Bien-être des bovins lait : une instrumentation via une application destinée aux conseillers de la coopérative

2.1 Une démarche de conception concertée et itérative

L'élaboration de l'outil s'inscrit pour la coopérative dans la filiation d'un outil similaire développé sous la forme d'une application smartphone pour le porc, et sur lequel un dépôt de marque avait déjà été fait sous le nom de Tibena®. L'outil doit être utilisable dans les conditions du conseil, porter sur toutes les catégories d'âge des bovins lait, il doit être discriminant dans l'évaluation du bien-être et indiquer des mesures correctives. Le paradigme est donc un positionnement qui allie la confrontation via l'évaluation et la préconisation experte.

Les paradigmes qui sous-tendent les référentiels existants en matière d'évaluation du bien-être animal sont multiples. Ils peuvent se focaliser sur les attentes du consommateur, être centrés sur les animaux, sur le mode d'élevage paysan, ou être inscrit plus largement dans une démarche environnementale globale. Ici, le choix s'est porté sur la grille Welfare Quality® pour plusieurs raisons ; c'est la méthode qui fait actuellement référence en Europe et elle comporte de nombreuses mesures validées scientifiquement sur l'animal et pas seulement sur les conditions d'élevage, et combinant une approche zootechnique empirique et une approche sensorielle (Bismuth et al., 2018). Les indicateurs mesurés sont agglomérés pour obtenir une évaluation multicritère au moyen de pondérations, avec un niveau minimal attendu sur chaque critère. La grille rend également visible des catégories correspondant aux cinq libertés de la définition opérationnelle du bien-être animal par le Farm Animal Welfare Committee (Mormède et al., 2020), c'est-à-dire le cadre des définitions du bien-être animal, ce qui est un vecteur pédagogique important. Toutefois, un des objectifs était de corriger des défauts de la grille Welfare Quality® liés à sa durée d'utilisation jugée trop longue, à une pondération jugée trop sévère et à une adaptation difficile à un contexte de conseil.

Les indicateurs ont été sélectionnés sur la base des résultats scientifiques récents, de leur fiabilité (répétabilité, sensibilité ou spécificité) ou leur facilité de mise en place sur le terrain (Doublet, 2016).

Les personnes impliquées dans le projet (scientifiques et personnel de la coopérative) ont confronté leurs propositions à un comité de pilotage sélectionné pour représenter les différents enjeux stratégiques (Figure 1).

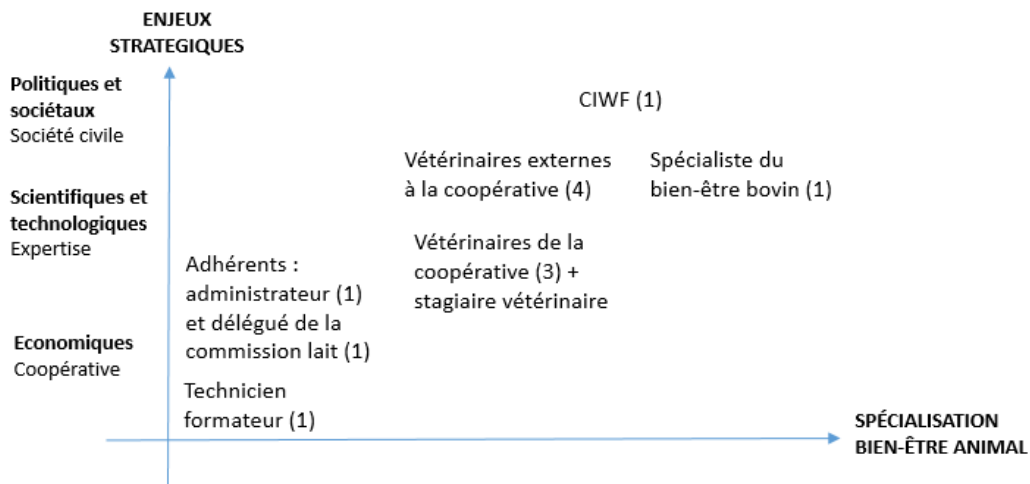


Figure 1 : Composition du comité de pilotage en fonction des enjeux stratégiques représentés et du niveau de spécialisation en bien-être animal de ses membres

Le travail de conception a alterné des phases de conception, de tests terrain et de validation, avec des itérations successives en fonction des questions abordées sur la définition des indicateurs, de leur mesure, de la fiabilité et de la répétabilité de l'évaluation, de la mobilisation dans un contexte particulier (le pâturage). La même attention a été apportée, dans les phases de test de premiers prototypes, à intégrer des éleveurs également membres de la commission lait de la coopérative et donc impliqués et représentatifs d'enjeux stratégiques pour la coopérative (Figure 2). L'ensemble de ces travaux a fait l'objet de trois thèses vétérinaires co-encadrées par Terrena Innovation et l'UMR BIOEPAR (Berrou, 2018 ; Delezoide, 2017 ; Doublet, 2016).

Etapes	Validation experts et utilisateurs finaux	Conception de la grille	Tests des prototypes sur le terrain
2016	Comité de pilotage	Etude bibliographique	Tests en élevage auprès de 10 adhérents également membres de la commission lait
		Choix d'indicateurs	
		Proposition de modalités de mesure des indicateurs, sélection d'illustrations	
	Comité de pilotage	Tri des indicateurs et catégories d'âge au vu des résultats des tests	Tests auprès de 8 élevages diversifiés
		Rencontres individuelles de validation de la grille	
			Etude d'impact du pâturage sur le bien-être animal (29 élevages à 2 saisons)
2017			Adaptation des indicateurs au pâturage
	Développement informatique		
2018			Tests de répétabilité interannuelle auprès de 20 élevages (dont tests bâtiment et extérieur) ; enquête sur les attentes des éleveurs et suivi d'intervention par les conseillers

Figure 2 : Démarche de conception alternant phases de co-design et phases d'implémentation

Le choix des critères et méthode de mesure aboutit à une grille simplifiée d'évaluation (Tableau 1). La pondération des critères a pu se faire, selon les cas, selon trois méthodes calquées sur la grille Welfare quality® : une pondération simple, une pondération tenant compte de seuils d'alerte, et une pondération algorithmique prenant en compte l'impact de la valeur des indicateurs sur leur propre pondération mais aussi celle d'autres indicateurs. Une analyse de sensibilité de la pondération a également été menée sur les 18 élevages impliqués dans les premiers tests (Doublet, 2016).

Tableau 1 : Synthèse de la grille d'évaluation (vaches) (D'après Doublet, 2016)

Critères	Mesure	Ordre de grandeur et modalité de pondération des indicateurs
Absence de faim et de soif		
Vaches maigres	Welfare quality® mais avec utilisation d'un seul seuil de note d'état corporel	50%
Abreuvoir	Welfare quality® (Propreté, fonctionnement, débit, nombre) + Accessibilité	50% Algorithme
Absence d'inconfort		
Confort de couchage	Welfare quality® avec suppression temps de couchage et remplacement collisions au coucher par collisions au lever (levers anormaux, collisions avec le matériel au lever, couchage en dehors de l'aire, propreté de la mamelle, propreté des flancs, propreté des postérieurs)	45% Indice
Accès à un abri	Accès à un abri	10% Pondération simple
Facilité de mouvement	Welfare quality® + démarche anormale (attache, démarche anormale)	45% Algorithme
Absence de douleur, de blessure, de maladie		
Lésions	Welfare quality®	50% Pondération simple
Boiteries	Grille UMT Maîtrise de la santé des bovins (vaches immobiles)	
Maladies	Welfare quality® avec suppression écoulements vulvaires et adoption d'un seuil de concentrations en cellules somatiques dans le lait usuel (Diarrhée, maladies respiratoires, dystocies, concentration en cellules somatiques du lait, vaches couchées, mortalité)	50% Indice
Absence de stress		
Relation homme-animal	Au choix de l'utilisateur selon les conditions d'observation : Distance d'évitement au cornadis, distance de fuite, temps d'approche des animaux au pâturage	50%
Etat émotionnel	Stéréotypies	50%
Expression des comportements		
Comportements sociaux	Nouvelle définition des comportements sociaux positifs et négatifs observables en 2h	50%
Comportements autres	Accès à l'extérieur	50%

Les tests de reproductibilité ont mobilisé des intervenants de plus en plus éloignés de la conception de l'outil (Tableau 2). Plusieurs dimensions ont été testées : la compréhension des consignes, la fiabilité de l'évaluation sur des sous-groupes d'un même troupeau, la cohérence d'évaluation entre deux évaluateurs différents (Doublet, 2016). Des tests de répétabilité et de stabilité dans le temps ont également été mobilisés. La majorité des critères ont donné de bons résultats de reproductibilité, de répétabilité et de stabilité, qui ne seront pas détaillés ici. Ces résultats sont probablement en partie dus à la présence d'une

interface visuelle assortie de photos et aide à l'évaluation, point par point (Berrou, 2018). Enfin, les modifications associées au pâturage ont été mesurées (Berrou, 2018 ; Delezoide, 2017).

Tableau 2 : Intervenants impliqués dans les phases de test terrain en fonction de leur lien à la conception de l'outil

Série de tests	Objectifs	Membres du comité de pilotage	Beta testeurs	Utilisateurs finaux
Tests en élevage auprès de 10 adhérents également membres de la commission lait	Définition des indicateurs et modalités de mesure, identification des difficultés des utilisateurs naïfs	Etudiant vétérinaire en thèse (1)	Ingénieurs de la coopérative en production animale (2)	Éleveurs (10)
Tests auprès de 8 élevages sortant de la norme	Valider les modifications et réaliser des évaluations comportementales	Etudiant vétérinaire en thèse (1) Vétérinaire de la coopérative non spécialisée en bien-être animal (1) Ingénieur spécialisé en bien-être animal (1)	Etudiants en BTS productions animales (2) Ingénieur de la coopérative en agronomie (1)	Éleveurs (8)
Etude d'impact du pâturage sur le bien-être animal (29 élevages à 2 saisons)		Etudiant vétérinaire en thèse (1)		Éleveurs (29)
Tests de répétabilité auprès de 20 élevages (dont tests bâtiment et extérieur)	Valider la répétabilité des mesures	Etudiant vétérinaire en thèse (1)	Etudiant vétérinaire en fin de cursus (1)	Techniciens de la coopérative en production lait (2) Éleveurs (20)

2.2 L'implémentation d'un outil de conseil adapté à la situation

L'implémentation de l'application dans un dispositif de conseil a également été étudiée sur les 20 élevages sollicités pour les tests de répétabilité ; un suivi d'intervention a été réalisé trois mois après la réalisation du premier audit, pour évaluer l'observance des conseils fournis. Une enquête par questionnaire qualitatif a été menée avec les éleveurs pour étudier leurs perceptions vis-à-vis du bien-être animal, leurs attentes sur le fond et la forme d'une visite dédiée au bien-être sur leur exploitation (Berrou, 2018). Les éléments qui en sont tirés ont participé à la création d'une interface utilisateur adaptée aux besoins.

La principale motivation citée par les éleveurs pour améliorer le bien-être en élevage a été l'amélioration des performances de production. Pourtant, les mesures effectivement mises en place dans l'étude d'intervention l'ont été dans le but principal d'améliorer le bien-être de l'animal pour 10 mesures sur 13, ce qui rejoint les motivations secondaires exprimées, à savoir un souci éthique et la pression sociale du grand public.

Les éleveurs interrogés pendant cette phase de test (et présentant donc probablement un biais d'auto-sélection sur le bien-être animal) attendent moins d'une visite d'audit sur le bien-être de retombées économiques directes ou de nouvelles connaissances qu'une aide à la détection des points de vigilance assortie de conseils pratiques pour les résoudre. De fait, les résultats de l'évaluation sont présentés de façon simple sous la forme d'un radar d'évaluation du respect des cinq libertés (Figure 3) d'une part et de graphiques bâtons détaillant les notes obtenues pour certains critères et indicateurs les plus significatifs selon les utilisateurs finaux présents dans le comité de pilotage. Chaque note est assortie d'un commentaire cliquable donnant des pistes pour identifier l'origine d'un problème. Les recommandations pour y faire face se trouvent dans la discussion de l'éleveur avec les techniciens ou vétérinaires.

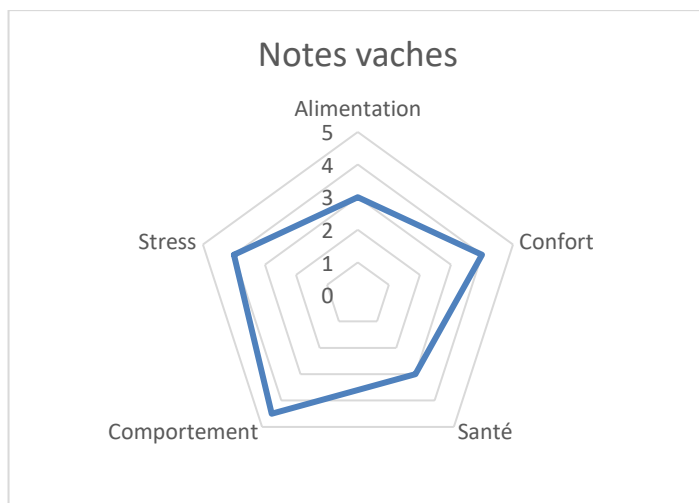


Figure 3 : Exemple de radar de résultat de l'évaluation du bien-être des vaches laitières

Entre une et six recommandations ont été émises pour les élevages visités pour la catégorie des vaches en lactation. Malgré une visite de suivi rapprochée (après trois mois), les mesures préconisées suite à la visite d'évaluation du bien-être ont été mises en place en partie, notamment quand les éleveurs en percevaient l'intérêt direct et estimaient les contraintes supportables en terme de temps passé, d'organisation du travail ou du coût engagé (Tableau 3).

Tableau 3 : Synthèse des motivations à la mise en place, de l'observance et de l'impact des recommandations (D'après Berrou, 2018).

Recommandation	Nb	Cotation moyenne par les éleveurs de la mise en place (cotation de 1 à 7)				Observance adoptée	Impact moyen
		Temps	Coût	Gain de perf.	Complexité		
Installation d'un abreuvoir supplémentaire	18	5.8	3.5	3.4	2.3	Intention de mise en place	Amélioration visible
Modification des logettes	13	6.8	6	1.9	3.8	Non	Non
Nettoyage plus fréquent des abreuvoirs	8	5.9	1.3	1.9	2.7	Mis en place, sinon non	Amélioration visible
Désinfection collective des pieds	8	5.4	2.9	3.9	3.6	Avis très partagés	Non
Parage collectif plus fréquent	4	5.8	3.6	2.2	2.8	Non	Non
Paillage des logettes plus conséquent	3	nr	nr	nr	nr	Mis en place, sinon non	Amélioration visible
Paillage de l'aire de couchage plus conséquent	1	nr	nr	nr	nr	Intention de mise en place	Amélioration visible
Création d'une infirmerie	2	nr	nr	nr	nr	Non	Non
Réalisation d'un audit de qualité du lait	2	nr	nr	nr	nr	Non	Amélioration visible
Scarification de l'aire d'exercice	1	nr	nr	nr	nr	Non	Non

nr : non réponse

3. La valeur ajoutée du partenariat dans la conception de l'outil

3.1 La complémentarité et la légitimation de la construction de connaissances : une connaissance actionable

La conception et l'implémentation de Tibena® lait ont donc suivi différentes phases de partenariat incluant un mode opératoire basé sur la simplification et l'adaptation, l'étude de la validité des connaissances produites – avec notamment un terrain de test différent du terrain de conception pour vérifier sa généralité – et l'adaptation à un contexte donné, en l'occurrence le conseil en élevage, avec des recommandations ciblées. Dans le partenariat, ce qui s'est joué est bien une simplification du recueil des données lors de l'audit, un investissement de forme significatif dans un support informatique efficient et ergonomique et la formalisation de règles d'interprétation négociées et adaptées au contexte de production pour rendre les connaissances actionnables et intégrables dans le contexte de travail usuel du conseiller (Duru et al., 2010 ; Faure et al., 2018). Les études menées ont prouvé la capacité d'analyse et de préconisations liées à l'utilisation de Tibena® lait. Certains éleveurs ont également fait part de leur surprise à voir la visite d'audit aussi focalisée sur l'animal, quand la plupart des visites techniques a pour objet l'environnement de l'élevage. Ainsi, si la relation de conseil reste inchangée dans son fonctionnement, il y a un déplacement de l'objet de l'attention du conseiller vers l'animal grâce à la médiation de l'outil. Toutefois, une grande partie des recommandations apportées pour améliorer le bien-être du troupeau porte sur l'environnement.

Dans ce processus de conception, il y a eu une hybridation de savoirs profanes et savants (Di Bianco, 2018b). L'intégration au projet des différentes dimensions stratégiques d'une part et des utilisateurs finaux d'autre part, a permis d'accélérer les processus de choix et de validation, à l'instar du fonctionnement d'un living lab (Cerf et Hemidy, 2007 ; Oehen et al., 2021).

Dans le triptyque vétérinaires/ingénieurs/techniciens, le choix a été fait d'intégrer les ingénieurs aux premiers tests, mais pas au comité de pilotage, au contraire des techniciens qui font partie des utilisateurs finaux stricto sensu (Tableau 2). Les éleveurs sont les utilisateurs finaux de l'audit les plus représentés, dans le comité de pilotage (2 éleveurs) et les tests (67 éleveurs), contre 3 techniciens et 3 vétérinaires de la coopérative au total pour ces mêmes entités. Un choix très clair a été de réserver le comité de pilotage aux vétérinaires de la coopérative, à l'exception d'un technicien représentant les utilisateurs, au détriment des ingénieurs productions animales, ce qui légitime l'expertise médicale et non zootechnique dans les choix réalisés (le bien-être animal est ainsi vu du point de vue de l'animal et non de la production). Notons par ailleurs que les prestataires informatiques (internes à Terrena) n'ont pas été inclus dans la conception ; en effet, du fait du développement préalable d'une application porc, il n'y avait pas d'innovation support à prévoir, le travail portait sur le paramétrage.

Cette démarche constructiviste, issue du travail en partenariat, a pu poser question dans le consortium élargi du projet SANT'Innov sur la validité de la connaissance produite. Le paradigme épistémologique mobilisé pour la construction de l'outil Tibena® lait est ainsi celui de l'empirisme, de l'expérimentation, de la conception ; il aboutit à une connaissance expérimentale et expérientielle. Au contraire l'épistémologie mobilisée pour les études en station expérimentale sont celles du positivisme aboutissant à une connaissance explicite (Martinet, 2009). Le positionnement des scientifiques a donc été différent en fonction des types de travaux menés.

Un des paradoxes est que l'implémentation d'un outil basé sur une conception empiriste est susceptible de générer des données réutilisables par la suite dans une construction de connaissance positiviste sur le bien-être dans différents systèmes d'exploitation, ici sur le pâturage, alors que l'acquisition de données plus précises se révèle inapplicable à large échelle. Ainsi les résultats obtenus dans le projet SANT'Innov en station expérimentale sont beaucoup plus précis mais ne s'appliquent qu'à une seule situation. Au contraire, les résultats obtenus grâce à l'étude épidémiologique et aux données collectées par l'application portent sur 29 élevages commerciaux, ce qui permet une certaine généralisation de ces résultats. On note ainsi des résultats contradictoires entre les deux études sur les lésions et boiteries qui

peuvent en partie s'expliquer par le fait que les résultats soient restreints à une seule situation en station expérimentale (Tableau 4). Ce constat rejoint le questionnement sur la complémentarité et l'hybridation des modes de production de savoirs dans le monde agricole et les limites d'une production des savoirs qui resterait confinée en station expérimentale (Cardona et al., 2018).

Tableau 4 : Comparaison des méthodologies et résultats des deux études adoptées dans le projet SANT'Innov pour évaluer l'impact du pâturage sur la santé et le bien-être des bovins lait.

Critères	Etude en station expérimentale (Haurat, 2018)	Etude épidémiologique de terrain à l'aide de Tibena® lait (Delezoide, 2017)
Echantillon	Site expérimental du Pin au Haras Différentes conduites alimentaires	29 élevages à 2 saisons
Période d'analyse	1995-2000 2001-2005 2006-2017	2017
Données mobilisées	Données de santé et de production	Evaluations via Tibena® lait
Méthode d'analyse	Régression logistique univariée et multivariée	Anova + Modèle linéaire mixte + Régressions logistiques
Absence de douleur, de blessure, de maladie		
Lésions	Impact négatif du pâturage	Impact positif du pâturage au printemps
Boiteries		
Maladies (Diarrhée, maladies respiratoires, dystocies, concentration en cellules somatiques du lait, vaches couchées, mortalité)	Moins de mammites au pâturage	Pas d'impact du pâturage
Absence de faim et de soif	Non étudié	
Vaches maigres		Pas d'impact du pâturage
Abreuvoir		Impact négatif du pâturage
Absence d'inconfort		Dépendant de la taille du troupeau
Confort de couchage		Impact positif du pâturage au printemps
Accès à un abri		Impact négatif du pâturage
Facilité de mouvement		Pas d'impact du pâturage
Absence de stress		
Relation homme-animal		Impact négatif du pâturage
Etat émotionnel		Pas d'impact du pâturage
Expression des comportements		
Comportements sociaux		Suivant taille du troupeau et saison (printemps)
Comportements autres		

3.2 Appropriation et valorisation autour de l'application

Inversement, le partenariat avec le monde académique contribue à donner de la légitimité sur le terrain à l'outil proposé. Il s'inscrit dans un réseau recherche-entreprise de création de connaissances à l'attention du monde agricole et donc dans une forme de système d'innovation basé sur le progrès technologique. Toutefois, la question, classique, de la diffusion et de l'acceptabilité des connaissances produites, du jugement de pertinence et des règles de décision est ici contournée par l'utilisation de l'application (Touzard et al., 2014). L'encapsulation des connaissances dans l'application limite le partage des connaissances utiles au diagnostic entre conseillers et éleveurs, mais aussi entre éleveurs. Par exemple, les pondérations ne sont pas explicitées pour l'utilisateur, ce qui ne permet pas de faire le lien entre les données collectées et l'évaluation globale. Les études menées dans l'implémentation de l'outil montrent cependant que le débat et la confrontation ont bien lieu ; simplement, ils ne se situent pas sur les connaissances stricto sensu, mais sur les préconisations. Les décisions des éleveurs, argumentées le

plus souvent par des analyses efficacité/coût implicites, révèlent en creux leurs perceptions et peuvent mener à discussion avec leur conseiller.

Plus largement et indépendamment de son implémentation dans la coopérative et du fait du travail partenarial, la valorisation s'est faite conjointement par Terrena et l'UMR BIOEPAR dans des colloques scientifiques et professionnels (Michel et al., 2017a ; 2017b ; 2017c). Une des subtilités de la valorisation a consisté cependant à traduire la production de connaissances sans porter atteinte à la propriété intellectuelle des données stratégiques de la coopérative. Les pondérations exactes des différents critères n'ont ainsi pas été publiées. Il est d'ailleurs à noter que la marque Tibena® est une marque déposée ; le contenu est une production scientifique partagée, mais l'investissement informatique est le seul fait de la coopérative.

Par contre, la valorisation partenariale a mobilisé des vecteurs particulièrement adéquats pour toucher un public large. Au-delà des présentations en congrès nationaux et internationaux (Michel et al., 2018) et des supports de diffusion prévus dans le projet : newsletters et 4 pages (Carcel, 2018 ; Carcel, 2019b ; Michel et al., 2019), un film a été élaboré (Loiseau et Bareille, 2019). Le scénario de ce film fait une large part au témoignage d'une éleveuse ; loin de se restreindre aux aspects stricts de connaissance, il intègre une part de partage empathique important autour de la satisfaction liée à l'exercice du métier d'éleveur et au contact avec les animaux. De même, les 4 pages comprennent des témoignages d'éleveurs lors de l'utilisation de Tibena® lait. Cette dimension est un apport indéniable dans la diffusion de Tibena® dû à la bonne connaissance de ses adhérents par la coopérative. Par ailleurs, des partenariats ont été initiés autour de l'enseignement en formation initiale auprès des étudiants vétérinaires d'Oniris (Nantes) et des élèves de lycées agricoles, suite à une journée de présentation des productions du projet aux enseignants.

4. Contribution au développement territorial et/ou la transition agroécologique

Quoi qu'il en soit, la présence de ce nouvel outil dans la panoplie de conseil d'une des grandes coopératives de l'Ouest de la France est susceptible d'apporter des améliorations rapides et substantielles au bien-être animal sur le territoire. Les audits menés avec l'outil ont en effet mis en exergue des changements pour partie simples, non chronophages et peu coûteux, mis en place rapidement par les éleveurs.

Plus largement, malgré des standards élevés, l'Europe valorise encore peu ses standards de bien-être animal (Mounaix et al., 2014). La conception de l'outil Tibena® lait contribue au foisonnement actuel de normes privées sur le bien-être animal qui viennent compléter la définition publique de critères scientifiques de bien-être animal (Raymond, 2012 ; Bismuth et al., 2018) dans un contexte d'attention croissante des consommateurs aux aspects éthiques (Bargain, 2019). En tant que tel, il participe à la normalisation croissante de la notion de bien-être animal. La coopérative Terrena, en parallèle de la conception de Tibena® lait, s'est ainsi investie dans un projet partenarial impliquant 16 acteurs de la chaîne de valeur française bovin viande (dont Ter'élevage).

D'après Interbev cet outil d'évaluation collaborative est destiné à être appliqué à l'ensemble du cheptel bovin viande d'ici 2025 ; c'est également l'outil de référence retenu par l'interprofession laitière. La conception de Tibena® lait s'inscrit ainsi plus largement dans une dynamique d'innovation où les multiples innovations situées contribuent progressivement à l'émergence de normes collectives dans une perspective multi-niveaux (Geels et Schot 2007).

Conclusion

Dans le processus de conception de cette application d'évaluation du bien-être des bovins laitiers, les arbitrages ont été réalisés dans l'articulation entre les dires d'experts et les tests menés avec les utilisateurs finaux. L'ergonomie de l'application a permis d'encapsuler, sous forme de photographies, de grilles d'analyse, des connaissances sur le bien-être et de contribuer à la création et la diffusion de normes collectives sur les bonnes pratiques liées au bien-être dans la coopérative impliquée. L'adaptation empirique et pragmatique de l'outil s'est révélée vecteur d'une connaissance actionnable par les acteurs de terrain, avec des changements de pratiques induits par le conseil apporté en lien avec l'utilisation de l'outil, mais également mobilisable par la suite pour les académiques pour la genèse de données de recherche sur l'influence du pâturage sur le bien-être. La conception de l'outil s'inscrit plus largement dans une dynamique d'innovation et de normalisation du bien-être animal.

Remerciements

Ce travail a reçu le soutien du projet SANT'Innov dans le cadre du 4e programme PSDR Pour et sur le développement régional financé par l'INRA, l'IRSTEA, AgroCampusOuest et les Régions Bretagne, Normandie, Pays de la Loire et Nouvelle Aquitaine.

L'ensemble des publications relatives aux 33 projets du programme PSDR4 est consultable : <https://www.psd4.fr/>

Références bibliographiques

- Adam C., Ducrot C., Paul M., Fortané N., 2017. Autonomy under contract: the case of traditional free-range poultry farmers. *Review of Agricultural, Food and Environmental Studies* 98(1–2):55–74.
- Altieri M.A., 2002. Agroecological principles and strategies for sustainable agriculture. Pp. 40–46 in *Agroecological innovations: increasing food production with participatory development*. London, UK., Earthscan Publication.
- Bareille N., Haurat M., Delaby L., Michel L., Guatteo R., 2019a. Quels sont les avantages et risques du pâturage vis-à-vis de la santé des bovins ? Influence du pâturage sur les problèmes sanitaires récurrents des troupeaux bovins – Les avantages sanitaires du pâturage procurés par la réduction de la pression. Pp. 39–46 in *Journées AEPF Elevage à l'herbe : quels bénéfices complémentaires ? 12-13 mars 2019*.
- Bareille N., Haurat M., Delaby L., Michel L., Guatteo R., 2019b. Quels sont les avantages et risques du pâturage vis-à-vis de la santé des bovins ? *Fourrages* 238:125–31.
- Bargain V., 2019. Mesurer le bien-être animal grâce à l'application mobile Tibena. *Réussir Lait* <https://www.reussir.fr/lait/mesurer-le-bien-etre-a>.
- Bismuth R., Demaret A., Di Concetto A., Epsteim A.-S., Rouxel M., Soubigou Y., 2018. La concurrence des normativités au cœur de la labellisation du bien-être animal. *Revue Internationale de Droit Économique* 3(XXXII):369–92.
- Berrou R., 2018. Mise en oeuvre de l'outil d'évaluation du bien-être Tibena Lait dans une optique de conseil en élevage bovin laitier. Mémoire de thèse vétérinaire, Université de Nantes.
- Di Bianco S., 2018a. Recadrer le conseil par l'agriculture écologiquement intensive. *Revue d'anthropologie Des Connaissances* 12(2).
- Di Bianco S., 2018b. Reframing advisory services from ecologically intensive agriculture. The case study of crop production in an agricultural cooperative. *Revue d'Anthropologie Des Connaissances* 12(2):171–97.
- Bonnet-Beaugrand F., Bareille N., Assié S., 2019. La réduction d'usage des antibiotiques dans les systèmes de production bovins lait et viande : adaptations à l'échelle de l'élevage et dans la filière pour conserver la maîtrise du risque. *Innovations Agronomiques* 77, 45-60

- Burton R.J.F., 2004. Seeing through the 'good farmer's' eyes: towards developing an understanding of the social symbolic value of 'productivist' behaviour. *Sociologia Ruralis* 44(2):195–215.
- Carcel A., 2018. Projet Sant'Innov #3 - Newsletter SANT'Innov Octobre(3):1, <https://www6.inrae.fr/santinnov/content/download>.
- Carcel A., 2019a. Projet Sant'Innov #5 - Newsletter SANT'Innov Mai(5):1, <https://www6.inrae.fr/santinnov/content/download>.
- Carcel A., 2019b. Projet Sant'Innov #7 - Newsletter SANT'Innov (7):1, <https://www6.inrae.fr/santinnov/content/download>.
- Cardona A., Lamine C., 2014. Liens forts et liens faibles en agriculture : L'influence des modes d'insertion socio-professionnelle sur les changements de pratiques. P. 227, in *Sociologie des grandes cultures : au cœur du modèle industriel agricole*, Edited by A. Bernard de Raymond and F. Goulet.
- Cardona A., Lefèvre A., Simon S., 2018. Les stations expérimentales comme lieux de production des savoirs agronomiques semi-confinés. *Revue d'anthropologie Des Connaissances* 12(2).
- Cerf M., Hemidy L., 2007. Designing support to enhance co-operation between farmers and advisors in solving farm-management problems. *The Journal of Agricultural Education and Extension* 6(3):157–70.
- Couvreur S., 2016. Le recours à la prairie : Une pratique innovante ? <https://www6.inrae.fr/santinnov/Productions/Videos>.
- Delezoide S., 2017. Le bien-être des vaches laitières est-il meilleur au pâturage ? Evaluation à l'aide de l'outil Tibena Lait. Mémoire de thèse vétérinaire, Université de Nantes.
- Denos G., Ferrandi J.M., Pantin-Sohier G., 2018. Etude et mesures de l'impact d'un attribut du bien-être animal sur la qualité perçue : Le sas du pâturage et des produits carnés. in *12^e Journées de la recherche en sciences sociales, Nantes, 13 et 18 décembre 2018*.
- Denos G., Ferrandi J.M., Pantin-Sohier G., 2020. Valorisation des produits carnés : Une étude du signal « Élevé au Pâturage » sur le packaging. *Économie Rurale* (373):23–41.
- Doublet T., 2016. Elaboration d'un outil d'évaluation du bien-être animal an élevage bovin laitier. Mémoire de thèse vétérinaire, Université de Nantes.
- Dumont A.M., Vanloqueren G., Stassart P.M., Baret P.V., 2016. Clarifying the socioeconomic dimensions of agroecology: between principles and practices. *Agroecology and Sustainable Food Systems* 40(1):24–47.
- Dumont B., Fortun-Lamothe L., Jouven M., Thomas M., Tichit M., 2013. Prospects from agroecology and industrial ecology for animal production in the 21st century. *Animal* 7(6):1028–43.
- Dumont B., González-García E., Thomas M., Fortun-Lamothe L., Ducrot C., Dourmad J.Y., Tichit M., 2014. Forty research issues for the redesign of animal production systems in the 21st century. *Animal* 8(8):1382–93.
- Duru M., Cruz P., Jouany C., Martin G., Magne M.A., Delmas B., 2010. Contributions des partenariats pour concevoir des connaissances agronomiques sur la gestion de l'herbe et développer des outils actionnables par des conseillers fourragers. in *ISDA 2010, Montpellier 28-30 Juin 2010*.
- Faure G., Chiffolleau Y., Goulet F., Temple L., Touzard J.M., 2018. Advice to farms to facilitate innovation : between supervision and support. Pp. 144–56 in *Innovation and development in agricultural and food systems*. Edition Quae.
- Geels, Frank W., Schot J., 2007. Typology of sociotechnical transition pathways. *Research Policy* 36(3):399–417.
- Gliessman S.R., 2005. Agroecology and Agroecosystems. Pp. 104–14 in *The Earthscan reader in sustainable agriculture*. London.
- Gotti V., Couvreur S., Petit T., 2020. Utilisation des prairies et gestion sanitaire des bovins : perception et pratiques d'éleveurs bovins laitiers du Grand Ouest. *Focus PSDR4 SANT'Innov* 4, <https://www6.inrae.fr/santinnov/content/download>.
- Gotti V., 2019. Place des prairies dans la gestion de la santé des troupeaux laitiers : Profils d'éleveurs du Grand Ouest français en 2019. Mémoire de fin d'études, Université de Rennes.

- Haurat M., 2018. Analyse rétrospective des principaux événements sanitaires et de leurs facteurs de risque dans un troupeau expérimental INRA conduit en système herbager. Mémoire de thèse vétérinaire, Université de Nantes.
- Lamine C., de Abreu L.S., Brandenburg A., Ollivier G., Bellon S., Aventurier P., 2020. the place of agroecology in the new dynamics within the agricultural world in brazil and in france.: HAL Id : Hal-01231296.
- Le Mouël C. Mora O., 2019. "Productions animales , usage des terres et sécurité alimentaire en 2050 : l'éclairage de la prospective Agrimonde-Terra." *INRAE Productions Animales* 32(2):95–110.
- Loiseau P., 2016. Projet SANT'Innov : L'implication de Terrena. <https://www6.inrae.fr/santinnov/Productions/Videos>.
- Loiseau P., Bareille N., 2019. Tibena Lait : L'application d'évaluation du bien-être. <https://www6.inrae.fr/santinnov/Productions/Videos>.
- Martinet A.-C., 2009. Savoir(s), Connaître, Agir en organisation : Attracteurs épistémiques. HAL Id : Hal-00371246.
- Michel L., Guatteo R., Delezoïde S., Bareille N., 2018. Le bien-être des vaches laitières est-il meilleur au pâturage ? Evaluation à l'aide de l'outil TIBENA Lait. P. 237 in *Rencontres recherche ruminants (RRR)*, 5 et 6 décembre 2018. Paris, France.
- Michel L., Guillon-Kroon C., Doublet T., Bignon L., Courboulav V., Bareille N., 2017a. Une application évaluant le bien-être animal au élevage via des indicateurs. P.1 in *RMT Bien-être animal – De la théorie à la pratique*, Rennes, France, 2017/12/12-14.
- Michel L., Guillon-Kroon C., Doublet T., Bignon L., Courboulav V., Bareille N., 2017b. An app assessing animal welfare through animal-based measures. P. 1 in 7. *International Conference on the Assessment of Animal Welfare at Farm and Group Level (WAFL)*, Wageningen, Pays-Bas, 2017/09/05-08.
- Michel L., Guillon-Kroon C., Doublet T., Bignon L., Courboulav V., Bareille N., Guatteo R., Salaun M.-C., Legrand A., 2017c. An app assessing animal welfare through animal-based measures. P. 15 in 68. *Annual Meeting of the European Federation of Animal Science (EAAP)*, Tallinn, Estonie, 2017/08/28-2017/09/01.
- Michel L., Loiseau P., Bareille N., Guatteo R., Amami M., 2019. Mesurer le bien-être des bovins laitiers au pâturage avec l'application mobile TIBENA® : Indicateurs et utilisation. *Focus PSDR4 SANT'Innov* 4, nload/3504/35634/version/1/file/PSDR4_Focus_San.
- Milestad R., Dedieu B., Darnhofer I., Bellon S., 2012. Farms and farmers facing change: the adaptive approach. In *farming systems research into the 21st century: the new dynamic*. Pp. 365–85 in, edited by Darnhofer, Ika, D. Gibbon, and B. Dedieu. Netherlands: Springer.
- Mormède P., Boisseau-Sowinski L., Chiron J., Diederich C., Eddison J., Guichet J.-L., Le Neindre P., 2020. Bien-être animal : contexte , définition , évaluation. *INRAE Productions Animales* 31(2):145–62.
- Mounaix B., Terlouw C., Le Guenic M., Bignon L., Salaun M.-C., Courboulav V., Mirabito L., 2014. Assessing and managing the welfare of animals: various approaches and objectives. *Waf* (1):np.
- Oehen B., Felder T., Vaarst M., Overstreet K., Prinsen H., Spaans A., 2021. Guidance document for implementing living labs and data. H2020 ROADMAP.
- Pascucci S., 2011. Factors affecting farmers' networking decisions. Theoretical background : explaining farmers. *Journal on Chain and Network Science* 11(1): 7-17
- Petit T., Gotti V., Manoli C., Couvreur S., 2020. Grasslands uses and animal health management: perceptions of dairy farmers in western france. Pp. 704–6 in *Meeting the future demands for grassland production, proceedings of the 28th general meeting of the European Grassland Federation*, Edited by P. Virkajärvi, K. Hakala, M. Hakojärvi, J. Helin, I. Herzon, V. Jokela, S. Peltonen, M. Rinne, M. Seppänen, and J. Uusi-Kämpä. Helsinki, Finland: Wageningen Academic Publishers.
- Ramat E., Gouttenoire L., Girard N., 2021. Comment et pourquoi les patients mobilisent-ils une multiplicité de professionnels de santé ? Une approche par les systèmes de prescription en élevage. HAL Id : Hal-03338816
- Raymond (de) B., 2012. L'Agriculture raisonnée, un échec ? La concurrence entre normes environnementales sur le marché des fruits et légumes. halshs-01731213

Toffolini Q., Cardona A., Casagrande M., Dedieu B., Girard N., Ollion E., 2019. Agroecology as farmers' situated ways of acting: a conceptual framework. *Agroecology and Sustainable Food Systems* 43(5):514–45.

Torre A., Wallet F., 2014. Introduction: the role of proximity relations in regional and territorial development processes. *Regional Development and Proximity Relations* 1–44.

Touzard J.M., Temple L., Faure G., Triomphe B., 2014. Systèmes d'innovation et communautés de connaissances dans le secteur agricole et agroalimentaire. *Innovations* 43(1):13–38.

Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-NC-ND 3.0).



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « Innovations Agronomiques », la date de sa publication, et son URL ou DOI).