

# Élevages et pâturages sous tension

Nouveaux regards sur les territoires  
méditerranéens et tropicaux

K. Alinon, G. Duteurtre, J. Lasseur, R. Pocard-Chapuis, coord.



# 13. Au cœur de l'évaluation : les fonctions multiples des activités d'élevage dans les territoires

René Pocard-Chapuis, Guillaume Duteurtre, Koffi Alinon,  
Jacques Lasseur, Irène Carpentier, Charlotte Hemingway,  
Sergio Magnani, Fabien Stark

Révéler les tensions, être en mesure d'ébaucher des solutions, telle est la double tâche qui incombe aux démarches d'évaluation des activités d'élevages. De la qualité et de la pertinence de ces évaluations dépendent les efforts, les progrès, les solutions, qui pourront être mis en œuvre sur le terrain par les acteurs des territoires<sup>61</sup>.

Les chapitres qui précèdent montrent l'ampleur de cette tâche. Évaluer ne se limite pas à définir des critères simples et universels, pour en mesurer des indicateurs, et ensuite comparer des situations grâce à un étalonnage spécifique ou des valeurs de références génériques qui seraient reconnues par tous. Au contraire, les travaux présentés ici montrent qu'il convient de choisir au cas par cas parmi une grande diversité d'indicateurs, certains ne faisant sens que dans le contexte spécifique du territoire étudié, et au regard d'une mise en récit pour mettre en évidence tel ou tel aspect de durabilité, ou pour informer telle ou telle situation critique. Ces évaluations construites localement, au cas par cas, peuvent alors être mobilisées par les acteurs territoriaux pour résoudre les problèmes qui leur sont posés.

Au vu des expériences présentées dans les chapitres qui précèdent, nous proposons d'articuler la démarche d'évaluation des activités d'élevage dans les territoires en trois étapes :

- la mise en contexte de l'évaluation dans les territoires ;
- l'appréhension de la multiplicité des rôles de l'élevage par des indicateurs pertinents ;
- l'explicitation des tensions et des opportunités en vue de faciliter les compromis.

Nous abordons dans ce chapitre ces trois dimensions successives de l'évaluation en soulignant les apports des chapitres précédents (figure 13.1).

61. Cette synthèse a bénéficié de la contribution des autres coauteurs de l'ouvrage qui ont participé à quatre ateliers entre mars 2023 et juillet 2024 : Claire Aubron, Mélanie Blanchard, Irène Carpentier, Jean-Daniel Cesaro, Jean-Paul Dubeuf, Lucile Garçon, Charlotte Hemingway, Alexandre Ickowicz, Anne Lauvie, Alice Le Trouher, Marc Moraine, Charline Rangé, Tiago Siqueira, Jonathan Vayssières.

**Figure 13.1.** La démarche d'évaluation des activités d'élevage dans un territoire.

I. Mettre en **contexte**

II. Appréhender la **multiplicité des rôles** de l'élevage  
(choix des indicateurs  
et des échelles d'évaluation)

III. Révéler les **tensions et opportunités** en vue de faciliter les compromis

## Mettre en contexte l'évaluation dans les territoires

Nous ne parlons pas ici d'une simple description du contexte local, qui serait une introduction détachée de l'analyse. Il ne s'agit pas non plus d'un préliminaire descriptif des spécificités locales qui n'aurait qu'une influence indirecte, voire n'en aurait aucune, sur la méthode d'évaluation mise en œuvre. Il s'agit au contraire de donner un sens à l'ensemble de la démarche d'évaluation, depuis la formulation des questions jusqu'au choix des indicateurs et des méthodes de calcul, en s'appuyant sur des éléments situés. Ceux-ci sont décisifs dans la recherche de sens, dans l'engagement ou non des acteurs locaux, dans l'identification pertinente des éventuels points critiques et solutions (Olivier de Sardan, 2021). L'approche territoriale permet d'organiser cette prise de recul, préalable et nécessaire à la conception de l'évaluation. Nous verrons plus loin que cette étape est cruciale pour faciliter l'appropriation par les acteurs des résultats de l'évaluation. La pertinence de l'évaluation dépend donc de sa mise en contexte.

Mettre en contexte, c'est-à-dire « ancrer » l'évaluation dans le territoire, ne retire pas l'intérêt d'indicateurs génériques, ni même globaux, au contraire. Car sans cette première étape, il est difficile de comprendre à quel point et pour quelles raisons ces indicateurs globaux font sens dans le territoire. La mise en contexte permet ainsi à l'évaluation d'être plus fiable, plus percutante aussi quand il s'agit d'accompagner ou de prendre des décisions en écho aux problématiques globales telles que le changement climatique.

- Il s'agit d'abord de caractériser dans leur diversité les acteurs, les ressources et les systèmes d'activités qui composent le territoire. La pluviométrie, les types de sol, les modes d'accès à la terre, les formes d'agriculture et d'élevage, ou les modes de valorisation des produits, déterminent les modes d'insertion des systèmes d'élevage dans les territoires. Cette étape de caractérisation, essentielle pour démarrer une démarche d'évaluation, s'appuie sur les outils classiques de diagnostic que sont la cartographie, les typologies d'exploitations, l'étude des chaînes de valeur, ou l'analyse des réseaux d'acteurs. Bien sûr, certains éléments de ce paysage sont disponibles dans la littérature scientifique et dans les divers rapports disponibles localement.

- Cela nécessite aussi de reconstituer les évolutions historiques ayant conduit à l'état actuel du territoire. Les acteurs ont une histoire, ils sont issus de trajectoires spécifiques, qui donnent un sens à leur activité. Cet héritage de l'histoire peut facilement rester invisible pour qui ne fait pas l'effort d'y prêter attention. L'évaluation doit en tenir compte, au risque de devenir elle-même « hors-sol », sans liens avec la réalité vécue, et donc sans possibilité de l'accompagner. Ce deuxième volet de la mise en contexte repose sur l'analyse de la littérature historique, ainsi que sur des entretiens individuels s'inspirant des méthodes d'analyse des « trajectoires d'exploitations » ou des « histoires de vies ».
- C'est enfin prendre en compte la complexité des attentes des acteurs du territoire et de la société. Il s'agit de reconnaître que l'élevage, dans un territoire donné, remplit plusieurs fonctions, à différentes échelles, qui ne sont pas toutes perçues de la même manière. Il existe ainsi des attentes plurielles vis-à-vis des activités d'élevage, qui sont exprimées par les acteurs du territoire de manière explicite ou implicite. Il convient alors de susciter la formulation de ces attentes, par les acteurs du secteur élevage, mais aussi par les acteurs du territoire tout entier. En outre, il est important de faire ressortir les attentes de la société globale sur le territoire considéré, de manière à comprendre les décisions politiques, les positionnements de la société civile, ou les changements globaux qui impactent le territoire à des degrés variables. Une démarche d'évaluation qui ferait fi de ces multiples attentes n'aurait pas grand sens. L'expression de ces attentes nécessite la mise en place d'un dispositif d'enquêtes ou d'entretiens auprès d'un échantillon de ces acteurs, en plus de l'analyse de la bibliographie.

Ces trois volets de la mise en contexte sont essentiels à la démarche d'évaluation. Pris ensemble, ils réactualisent et légitiment ces démarches d'une coconstruction de référentiels et indicateurs d'évaluation. Plus encore, ces trois volets redonnent une légitimité différente à des démarches d'évaluation en rendant compte des dynamiques inter-échelles et en participant à la coconstruction de référentiels et indicateurs d'évaluation. Experts et évaluateurs doivent adapter leurs méthodes sans sortir du cadre d'application de chacune d'elles, et avec les moyens dont ils disposent. Ils doivent aussi trouver les équilibres entre des analyses « compréhensives » qui apportent la richesse du regard territorialisé, et des analyses plus génériques, « évaluatives », qui permettent de mettre en débat, de positionner chaque territoire et son élevage face aux enjeux, controverses et opportunités. Il convient alors d'adapter ce cadre aux équipes disponibles localement pour conduire la démarche d'évaluation propre à chaque terrain. La constitution d'une équipe pluridisciplinaire est essentielle dans la mesure où elle conditionne les capacités de l'équipe locale à mettre en œuvre ces trois volets de la mise en contexte. En fonction des moyens et des personnes disponibles, l'équipe insistera sur les volets pour lesquels elle dispose des compétences : la caractérisation du territoire, la reconstitution historique, ou l'expression des attentes des acteurs.

Nous avons vu en Inde à quel point la profondeur historique des changements agraires détermine le système actuel de partage des ressources naturelles, et permet de comprendre comment celui-ci devient tributaire des accès à l'eau souterraine. L'élevage est resté au centre des changements, dans des rôles devenus différents pour chaque catégorie sociale. Les indicateurs liés aux flux d'énergie sont ceux qui permettent aux auteurs de caractériser et de comprendre ces changements, mais aussi d'apprécier à juste titre les niveaux de durabilité des systèmes actuels. L'exemple corse illustre lui aussi le poids des mises en contexte : le chapitre 9 « décortique » l'origine et la magnitude du phénomène des mégafeux, grâce à une lecture historique des politiques et des réglementations qui régissent les usages des espaces et l'organisation des socio-écosystèmes, et des changements de pratiques pastorales en leur sein. Au Burkina Faso également, la trajectoire historique du territoire fournit les clés de lecture des bouleversements de l'élevage pastoral. Le chapitre 12 analyse la situation de l'est du pays, où la violence du djihadisme infiltre les fissures sociales anciennes, héritées de coexistences, sur un même territoire peu ou mal régulé par l'État, de populations dites « d'éleveurs » et « d'agriculteurs ». Sur cette problématique d'intégration agriculture-élevage, le djihadisme réactive des replis communautaires et débouche sur de nouveaux conflits ethniques, au titre desquels le métier d'éleveur est stigmatisé et l'activité d'élevage pastorale paralysée.

La situation sénégalaise appelle une mise en contexte très différente, centrée sur l'organisation spatiale des élevages, des flux de lait et des zones de culture. La cartographie et la simulation informatique ont aidé éleveurs et agriculteurs à dialoguer et à percevoir l'imbrication de leurs problèmes particuliers. Les ateliers d'échanges collectifs ont ainsi pu faire émerger une « identité territoriale » commune, sur laquelle ils construisent maintenant des arrangements territoriaux pour produire plus de lait, mieux valoriser les sous-produits agricoles et consolider les filières agro-industrielles.

Bien que relevant du même registre de l'intégration agriculture-élevage, les contextes territoriaux du Minervois ou de l'île de La Réunion conduisent à des évaluations très différentes. Dans le Minervois, la « mise en contexte » renvoie à une compréhension fine des formes d'agricultures présentes et des usages du territoire qui en découlent, associant notamment des acteurs de l'aménagement du territoire (collectivité, parc, etc.). Ces acteurs de l'aménagement du territoire sont porteurs d'autres enjeux économiques (tourisme) et d'enjeux de préservation des espaces naturels, de gestion des incendies. Un travail de cartographie permettant d'identifier les types de milieux, et leurs usages actuels et futurs, a ainsi permis de mettre en discussion les points de blocages existants et les compromis à construire pour favoriser un multi-usage de ces espaces au service de la durabilité du territoire. Il en résulte des propositions sur l'ouverture des milieux, le désherbage des vignes, la mise en culture des friches ou l'alimentation des troupeaux. À La Réunion, c'est la recherche d'autonomie alimentaire combinée à l'abondance de sous-produits en agriculture et en élevage qui guide les changements techniques. Ceux-ci y sont

donc évalués, en termes d'efficacité et de flux de recyclage, avec des indicateurs conçus autour d'objectifs d'économie circulaire.

L'importance de la mise en contexte dans l'évaluation justifie que la recherche agricole s'appuie sur des réseaux de territoires sur lesquels il est possible d'investir pour capitaliser sur plusieurs années, à long terme, au long de projets successifs. La mise en contexte s'en trouve alors facilitée. Dans les chapitres qui précèdent, certains territoires font l'objet d'une attention ancienne des équipes de recherche impliquées. C'est le cas de la Corse, de La Réunion, de l'Inde, du Sénégal, du Nord tunisien, du Vietnam ou du Brésil. Les recherches sont plus récentes sur les terrains du Tchad, du Sud tunisien et du Minervois, où les travaux présentés ici sont de ce fait davantage portés sur la mise en contexte, et moins sur l'évaluation.

## Appréhender la multiplicité des fonctions de l'élevage par des indicateurs pertinents

La mise en contexte ayant permis de mettre à jour les controverses sur la place de l'élevage dans le territoire, et donc de cibler les domaines d'évaluation, il convient en deuxième étape de produire des indicateurs pertinents pour éclairer les acteurs de ces controverses. L'élevage assure plusieurs fonctions ou rôles dans les territoires, et les indicateurs choisis doivent rendre compte de cette pluralité. D'où l'intérêt de prendre son temps et d'investir dans ce qui constitue le cœur de la démarche d'évaluation, le choix des critères, des indicateurs et méthodes de mesure.

## Choisir parmi la grande diversité des critères et indicateurs

Nous entendons par « critère » un élément qui sert de référence pour juger, estimer, ou définir des fonctions ou des impacts à évaluer (tableau 13.1). Pour renseigner un critère, la démarche d'évaluation doit produire des indicateurs chiffrés. Les critères ne sont donc exploitables qu'une fois traduits en indicateurs. Par exemple, la contribution de l'élevage à la création de richesse sur un territoire (critère) peut être évaluée par différents indicateurs : le revenu brut des activités d'élevage par exploitations (calculé par actif et par an), ou la valeur ajoutée générée par la filière (calculée par unité de produit commercialisé), etc.

Le choix minutieux des critères garantit la qualité de l'évaluation, mais il permet aussi de s'affranchir préalablement des images d'Épinal sur les fonctions emblématiques de l'élevage, ou encore sur ses impacts convenus. Par exemple, s'en tenir à l'augmentation des revenus générés par l'élevage dans un territoire n'a pas de sens si l'épuisement de la nappe d'eau souterraine compromet leur développement futur. De même, évoquer les émissions de gaz à effet de serre des élevages pastoraux aura peu d'intérêt si l'on n'évalue pas en même temps le carbone stocké

**Tableau 13.1.** Exemples de critères et d'indicateurs mobilisables dans les évaluations des fonctions de l'élevage.

Domaine	Exemples de critères pertinents localement (en fonction du contexte)	Exemples d'indicateurs à retenir (en fonction du contexte)
Fonctions économiques	Revenu par exploitation	– Marge brute laitière d'exploitation (€/an) – Marge brute de l'atelier d'engraissement (€/an) – Revenu moyen par actif (€/an), etc.
	Valeur ajoutée du secteur	– Part dans le PIB (%), etc.
Fonctions socioculturelles	Emploi du secteur	– Part dans l'emploi total (%) – Nombre d'emplois ruraux, etc.
	Place dans la consommation	– Fréquence de consommation (nombre/mois)
Fonctions environnementales	Impact carbone des parcours	– Émissions de GES (ég. CO <sub>2</sub> /animal) – Séquestration du carbone (ég. CO <sub>2</sub> /ha), etc.

dans les terres de parcours. Le stockage du carbone organique dans la végétation et dans les sols modère et compense en effet les émissions des troupeaux pastoraux.

Appréhender de façon méthodique la complexité des relations élevage-territoire et des critères à retenir constitue donc une étape incontournable. Or, cette étape se heurte à l'énorme diversité des critères à prendre en compte dans les évaluations des relations entre élevage et territoire, qui relèvent des domaines économiques, sociaux et environnementaux (Lebacqz *et al.*, 2013). Cette diversité ne doit pas être vue comme une dilution, ou une fragmentation des raisonnements. Au contraire, c'est elle qui garantit la solidité des analyses. Sans elle, impossible d'appréhender la pluralité des fonctions assurées par les activités d'élevage dans les territoires, et donc impossible de mobiliser les acteurs pour construire des solutions. C'est ce qui justifie la mise en place d'approches multicritères (Lairez *et al.*, 2018 ; Ickowicz et Moulin, 2022).

Dans cet ouvrage, nous nous intéressons à de nombreux critères pour lesquels nous proposons des indicateurs. Dans le domaine économique, les chapitres sur l'Inde et La Réunion s'intéressent à la dotation en capital (taille moyenne des exploitations), mais aussi au mode d'organisation des filières (proportion des éleveurs en coopérative) ou à l'autonomie des systèmes d'alimentation (part de l'aliment importé dans la ration). Toujours dans le domaine économique, les études réalisées à La Réunion proposent une évaluation de la part des élevages locaux dans l'approvisionnement des ménages de l'île. Plusieurs chapitres retiennent aussi comme critère économique important la contribution de l'élevage dans les revenus des ménages (chapitres sur La Réunion, le Sénégal, le Brésil, le Nord tunisien). Cet indicateur peut cependant être soumis à des conditions spécifiques. En Inde, les cultures irriguées permettent une augmentation significative du revenu agricole,

mais uniquement si l'accès à l'irrigation par forage est assuré. Pour les catégories sociales n'y ayant pas accès, c'est au contraire l'élevage pastoral qui permet une augmentation substantielle du revenu, similaire au revenu d'agriculteurs vivant de l'arboriculture en conditions irriguées.

Dans le domaine social, le cas de l'Amazonie brésilienne illustre l'importance de l'élevage dans l'identité des territoires et dans la culture locale. Le rôle central qu'a joué l'élevage dans les processus de déforestation rend aujourd'hui difficile la construction d'une nouvelle image des territoires auprès des investisseurs et des consommateurs, quand bien même la déforestation n'y a plus lieu. Les études conduites au Burkina Faso et dans le Sud tunisien mobilisent, elles aussi, de nombreux critères sociaux, comme le niveau d'inclusion sociale des pasteurs, lequel se mesure par exemple par la proportion des éleveurs possédant des documents officiels d'identité.

Dans le domaine environnemental, la contribution des élevages aux émissions et au stockage de carbone est retenue comme un critère important à La Réunion, dans la mesure où le territoire est engagé dans une trajectoire de développement bas-carbone, contribuant aux objectifs nationaux de neutralité carbone. L'étude conduite à La Réunion retient aussi de nombreux critères liés à la contribution des élevages aux pollutions des nappes, aux lessivages des sols ou aux épandages d'effluents, constatant que l'île constitue un véritable « puits d'azote ». Le chapitre sur La Réunion donne aussi une part importante à l'évaluation de la part des biomasses recyclées. Par ailleurs, plusieurs chapitres soulignent l'importance de l'élevage pastoral et de l'élevage de basse-cour pour la valorisation des parcours naturels, ou pour leur faible empreinte carbone. Ainsi l'étude conduite en Inde se concentre sur l'évaluation de la contribution des élevages aux bilans hydriques et énergétiques d'un territoire : l'étude souligne la remise en cause des politiques agricoles d'intensification conduites depuis cinquante ans, et qui aujourd'hui font face à l'épuisement des ressources. Dans le cas du territoire présenté dans le chapitre sur l'Inde, des travaux récents (Hemingway *et al.*, 2023) ont permis de montrer l'importance de considérer la diversité des élevages, et non « l'élevage en général », dans les évaluations environnementales. Si le secteur élevage dans son ensemble contribue à 60 % des émissions agricoles de gaz à effet de serre du territoire, c'est parce qu'une majorité de troupeaux sont nourris avec des concentrés et autres aliments fortement émetteurs de gaz à effet de serre. Mais à l'inverse, les systèmes pastoraux qui valorisent les ressources fourragères du territoire, bien que minoritaires, sont beaucoup moins émetteurs.

En dernier ressort, l'identification des critères à évaluer doit mener à leur mise en regard. Ce couplage d'indicateurs différents peut prendre la forme d'une comparaison relative par pourcentages, ou encore d'une présentation chronologique, ou d'une présentation simultanée comme sur les graphiques en « radars » présentés dans le chapitre sur le Nord tunisien. Les mises en comparaison relatives

des indicateurs (en pourcentages) sont parfois plus parlantes que des évaluations « en valeur absolue » pour rendre compte des transitions. Cette mise en contraste suppose alors d'harmoniser les indicateurs entre eux et de choisir les unités de référence auxquelles ils s'appliquent. L'approche multicritère permet d'éclairer les tensions rendues évidentes par la mise en contexte. Il s'agit alors de souligner le bien-fondé des attentes de certains acteurs, ou au contraire de révéler des processus ou des impacts que les acteurs n'avaient pas pris en compte.

## ■ Ajuster l'évaluation aux échelles du territoire

Une fois identifiées les controverses à éclairer et les critères à retenir, il convient de choisir l'évaluation adéquate. Or, de nombreuses méthodes multicritères ont été élaborées à l'échelle de l'exploitation (Lairez *et al.*, 2018). Pourtant, l'importance des liens entre les activités d'élevage et les territoires rendent essentielle la définition d'un système de référence qui dépasse l'exploitation pour s'intéresser plus globalement au territoire (Lasseur *et al.*, 2019 ; Ickowicz et Moulin, 2022).

L'étude menée au Sénégal souligne que la compréhension des impacts dépend de l'échelle à laquelle se concentre l'évaluation. En construisant un modèle territorial, les recherches présentées aux acteurs de la filière laitière montrent les potentialités des échanges de biomasse entre les zones de culture irriguées et les zones de parcours pour la production de lait de collecte. Ces enjeux sont impossibles à mettre en évidence si on s'intéresse uniquement à l'échelle des exploitations. Dans le chapitre sur La Réunion, les auteurs présentent des résultats de flux de nutriments (carbone et azote) calculés à l'échelle de la parcelle, de l'exploitation, de la commune, et de la région. Cet emboîtement des échelles permet de faire apparaître les zones excédentaires et les potentialités de mise en place de nouveaux flux au sein du territoire.

Dans le cas du Minervois et du pastoralisme, l'évaluation se situe à différentes échelles en fonction des bénéfices escomptés des différents acteurs : pour les cas des viticulteurs, les bénéfices s'apprécient à l'échelle de la parcelle (désherbage, impact sur la vigne, sur les sols, etc.), voire du domaine (entretien des surfaces complémentaires et des abords des parcelles, dégâts sur les murets, etc.). Au niveau des bergers, l'évaluation est plutôt territoriale compte tenu de la mobilité des troupeaux entre différents domaines, mais aussi sur des espaces semi-naturels. Les critères à apprécier concernent alors les surfaces disponibles, la nature et la quantité de ressources fourragères disponibles, la distribution de cette ressource au fil des saisons, l'accès à des points d'abreuvement et à des zones de repos, les conditions d'hébergement des bergers, etc. Enfin au niveau des gestionnaires territoriaux ou encore des collectivités, la question se pose à l'échelle territoriale d'intervention (exemple périmètre du PNR de la Narbonnaise), avec un enjeu d'évaluation de l'ouverture des milieux, de réduction du risque d'incendie, de la capacité à produire une alimentation diversifiée localement, etc.

La définition de plusieurs échelles de référence pour le calcul d'indicateurs oblige à adapter les méthodes génériques aux situations étudiées. Ce travail passe par la constitution de cadres de référence *ad hoc* qui peuvent prendre la forme de cartes, de matrices de flux, de modèles multi-agents, ou de modèles conceptuels par exemple. Ils nécessitent en amont la construction de bases de données de référence qui n'existaient pas au démarrage de l'évaluation (encadré 13.1). C'est notamment le cas des travaux conduits au Sénégal, qui proposent la reconstitution d'un modèle de territoire sur une plateforme de modélisation multi-agent en s'appuyant sur la compilation de diverses données secondaires. C'est aussi le cas de La Réunion où l'équipe en place travaille sur des matrices de flux de biomasses et de nutriments à l'échelle de l'île qui sont élaborées à partir d'informations multiples : données macroéconomiques, cartographie d'usage du sol, indicateurs de performances agronomiques, etc. Le travail sur l'Inde est lui aussi intéressant à cet égard dans la mesure où il propose la construction d'un modèle typique du village étudié. Ce modèle est simulé à deux époques différentes (1950 et 2022) afin d'évaluer la dynamique d'évolution des critères étudiés. La conception de ce modèle archétype va jusqu'à individualiser, au sein du modèle, les différentes catégories d'acteurs (pasteurs, maraîchers, grandes plantations, etc.) afin de prendre en compte les enjeux sociaux des transformations écologiques du territoire.

L'ensemble de ces critères retenus suggère au final que l'élevage remplit une très grande diversité de fonctions, qu'il s'agit de mieux appréhender.

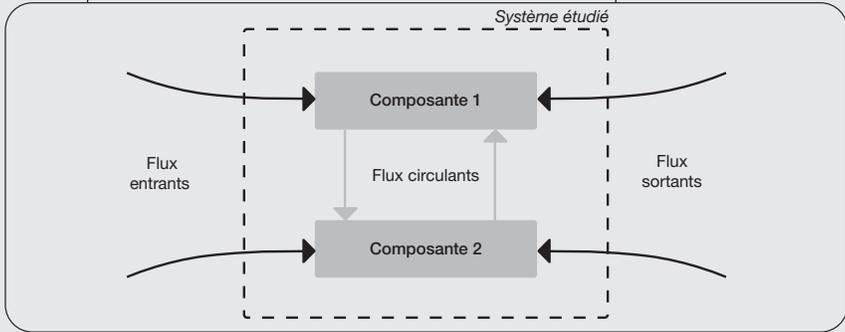
**Encadré 13.1.** Pourquoi mesurer les flux environnementaux et avec quelles méthodes ? **Mathieu Vigne, Habibou Assouma**

Le fonctionnement d'un agrosystème, comme une exploitation agricole ou un territoire, s'appuie sur des flux de matière organique, d'énergie et de nutriments. Selon l'échelle choisie, ces flux peuvent être entrants (par exemple, importation d'intrants alimentaires, d'engrais, ou de dépôt atmosphérique), circulants entre les composantes du système (échange de fumure ou de résidus de culture, etc.) ou sortants (produits agricoles, fourrages exportés ou émissions gazeuses) (figure 13.2).

La mesure de ces flux s'appuie généralement sur des démarches de type «analyse de flux de matière ou de substance» (*material or substance flow analysis* en anglais). Celle-ci est le plus souvent réalisée en trois étapes : 1) la construction d'un modèle conceptuel visant à déterminer les limites du système, ses composantes et les flux à évaluer, 2) la quantification de ces flux en unité physique sur la base de différentes approches de récolte de données (enquêtes, *focus groups*, modélisation, bibliographie, observations de terrain, mesures directes) et 3) la conversion en énergie, équivalent carbone et/ou nutriments grâce des facteurs de conversion issus de mesures de terrain et de laboratoire ou de la littérature.

La mesure de ces flux, leur analyse et les représentations qui en découlent sont des outils de supports d'aide à la décision utiles pour la gestion durable des agrosystèmes. D'abord ils permettent un mode de représentation du fonctionnement du système étudié qui peut être utilisé comme support de discussion utile avec l'agriculteur (échelle

**Figure 13.2.** Représentation schématique de flux à évaluer entre deux composantes du système.



exploitation) ou dans des arènes multi-acteurs (échelle territoriale). À Madagascar par exemple, des représentations simplifiées du métabolisme de deux petits territoires (*fokon-tany*) ont permis de saisir la transition des systèmes d'élevage extensifs vers des systèmes sédentaires semi-intensifiés de type vaches laitières ou porcins (Hooker, 2023).

Par ailleurs, l'analyse des flux permet de cerner les performances des systèmes selon leur capacité à valoriser les différentes ressources de leur environnement. Une analyse comparative des flux d'énergie à l'échelle de systèmes laitiers issus de différents contextes (Vigne *et al.*, 2013) a par exemple montré que les systèmes laitiers au nord du Mali sont aussi efficaces pour transformer l'énergie solaire en lait que les systèmes laitiers de Bretagne, car ils s'appuient principalement sur l'énergie du travail et les ressources naturelles, en substitution des ressources énergétiques fossiles.

Enfin, la mesure des flux permet également de cerner les sources de pertes de matière, de carbone et de nutriments pour identifier les leviers d'amélioration et réduire les pertes vers l'environnement.

Au Sahel par exemple, une étude menée dans le nord du Sénégal sur les flux de carbone à l'échelle de territoires pastoraux (Assouma *et al.*, 2019) a montré que ceux-ci peuvent avoir un bilan carbone neutre : les émissions liées à l'activité d'élevage sont compensées par la séquestration de carbone dans le sol et la végétation sur une année entière. Des leviers techniques sur la base de pratiques locales spécifiques (plantation d'arbre fourrager, constitution de stock de fourrage, aménagement des aires d'abreuvement et gestion des effectifs du troupeau) pourraient même être mobilisés pour améliorer le bilan de ces territoires et améliorer leur potentiel d'atténuation du changement climatique.

Dans le Bassin arachidier du Sénégal, une autre étude a montré que l'élevage est un moteur majeur de l'entretien de la fertilité des sols dans les systèmes agropastoraux. Le développement de l'embouche (engraissement des bovins en stabulation, par une alimentation riche et abondante à l'auge) dans certains villages a permis de développer la capacité de production de fumier et d'augmenter la fertilisation des sols et des cultures, et donc la disponibilité alimentaire pour la population locale (Audouin *et al.*, 2024). Toutefois, dans certaines situations, la valorisation de cette ressource fertilisante peut être limitée par la capacité de transport du fumier dans les champs, diminuant l'efficacité globale du système.

## ■ Révéler les fonctions assurées par les activités d'élevage dans les territoires

Il est désormais connu et reconnu que les élevages au pâturage contribuent, en plus des fonctions de production économique, à un ensemble de services et dis-services environnementaux, culturels ou sociaux. L'agencement et la nature de ces fonctions et de ces impacts varient dans l'espace et dans le temps. Les évaluations multicritères trouvent alors leur pertinence dans la mise à jour des complémentarités et antagonismes pour susciter, le cas échéant, des « arbitrages » (Adolph, 2020).

Cet ensemble de fonctions et d'impacts justifie d'évaluer l'élevage au regard de sa multifonctionnalité dans les territoires (Moulin, 2014 ; Ickowicz et Moulin, 2022). Le cadre de la multifonctionnalité a été construit pour justifier des politiques de soutien à la production agricole découplées des fonctions de production (Barthélémy *et al.*, 2003). Il nous paraît particulièrement approprié pour rendre compte des différents travaux présentés dans cet ouvrage.

La notion de « fonction » ou de « rôle » de l'élevage dans les territoires (Delfosse et Rieutort, 2018) doit être alors envisagée dans un cadre élargi qui dépasse les simples fonctions économiques traditionnellement envisagées dans les politiques et projets d'appui à l'élevage. Il s'agit d'intégrer aussi les services et dis-services assurés par l'élevage, en référence notamment au cadre d'analyse des services écosystémiques (Power, 2010). Les écosystèmes dans leur ensemble, et donc les différentes activités d'élevage, fournissent ainsi plusieurs types de services que l'on peut classer en trois catégories (MEA, 2003) : 1) les services d'approvisionnement (comme la production de biens alimentaires), 2) les services culturels (par exemple l'identité pastorale d'une communauté), et 3) les services de régulation et de support de l'écosystème (par exemple le recyclage de biomasses ou le stockage du carbone). Notre approche des fonctions de l'élevage tient compte de ces différents services économiques, environnementaux et sociaux envisagés. Par le concept de fonction pris dans une acceptation très large, nous considérons aussi la complexité des « interactions entre élevage et territoires » qui proviennent des différentes logiques et « attentes » des acteurs du territoire (Lasseur *et al.*, 2019).

## ■ Récapitulatif : les six fonctions principales des activités d'élevages dans les territoires

Les études de cas présentées dans cet ouvrage montrent la grande diversité des fonctions de l'élevage, comme il en a déjà été fait état plus haut. La lecture transversale de ces études de cas permet de dégager six fonctions principales de l'élevage.

## **Générer des aliments et des matières premières sans risque sanitaire, de manière la plus autonome possible**

L'élevage au pâturage est d'abord reconnu par les acteurs des territoires comme une activité destinée à produire des aliments. Il intervient dans la production d'animaux, de viande, de lait, de produits laitiers, de cuir ou de laine. Cette fonction a été centrale dans les politiques d'appui au secteur qui ont dominé depuis soixante-dix ans en Corse, à La Réunion, en Inde, ou au Brésil par exemple. Ces politiques ont permis la mise sur pied d'organisations de filières performantes, structurées par exemple autour de réseaux de commerçants de bétail, de coopératives ou d'industries laitières. Dans le Minervois, la diversité de milieux permet de fournir une diversité de ressources fourragères au cours d'une même saison, et entre les saisons (enjeux de complémentarité des ressources pour assurer l'alimentation du troupeau). Certains chapitres de l'ouvrage soulignent aussi l'importance des ventes de proximité ou des savoir-faire locaux permettant de valoriser des produits spécifiques issus de systèmes d'élevage alternatifs. La plupart des chapitres insistent sur l'importance des indicateurs d'autonomie de ces filières par rapport aux importations d'aliments. Les études conduites en Inde ou à La Réunion proposent par exemple des indicateurs permettant de mesurer la part des biomasses locales dans l'alimentation des troupeaux.

## **Générer du capital, des emplois, des revenus et de la force de travail de manière équitable**

La deuxième fonction économique et sociale assurée par les systèmes d'élevage dans les territoires est celle qui consiste à générer du capital, des emplois, des revenus et de la force de travail. Cette fonction est elle aussi structurante dans notre ouvrage et abordée par l'intermédiaire d'indicateurs classiquement utilisés en économie. Un indicateur plus original est mobilisé dans l'étude sur l'Inde, qui permet d'évaluer l'importance du travail humain dans cette production de valeur, en comparaison aux revenus générés par le capital (forages, tracteurs). Le chapitre souligne aussi l'abandon progressif de la traction animale, ce qui illustre le resserrement général des fonctions de l'agriculture sur la production d'aliments, au détriment de la production d'énergie qui a prévalu jusque très récemment dans toutes les régions du monde. Cependant, si le travail animal a été largement réduit au cours des dernières décennies dans le cas indien, il demeure fondamental pour le sarclo-binage de l'arachide pluviale, qui est la culture principale de ce territoire. Dans le Minervois, les enjeux d'aménagements (PNR, commune de Félines-Minervois) visent à sécuriser l'activité des éleveurs sur le territoire (fourniture de terre, point d'eau, tunnel pour agnelage), pour assurer des emplois pérennes.

## Réguler les flux de biomasse et de nutriments et promouvoir les économies circulaires

Si l'élevage est pointé du doigt pour son rôle dans la pollution des nappes, c'est qu'il contribue à produire des quantités importantes d'effluents azotés et carbonés. Or, cette production de fumier et de lisier est au cœur d'une fonction écologique importante : la régulation des flux de biomasse et de nutriments. Les chapitres consacrés à La Réunion, au Vietnam et au centre de la Tunisie proposent par exemple d'évaluer la capacité des systèmes mixtes agriculture-élevage à réguler ces flux de biomasse et de nutriments par le jeu d'économies circulaires mises en œuvre à l'échelle des exploitations et des territoires. Dans le Minervois, ces flux sont abordés *via* la mobilité des animaux, le transfert de nutriments des milieux vers les troupeaux, mais aussi des troupeaux vers certains milieux d'intérêt comme la vigne par exemple (plus en termes de structure de sol que de fertilisation organique *stricto sensu*). En Inde, près de 90 % des flux d'énergie calorifique de la biomasse circulant dans le territoire sont liés à l'élevage (fumier ou ressources fourragères consommées par les animaux d'élevage). L'animal est alors au cœur des mécanismes de valorisation des parcours naturels, des sous-produits de récolte ou des sous-produits agro-industriels, tandis qu'il produit des fertilisants organiques et participe à l'entretien de la fertilité des sols. Les systèmes d'élevage sont par nature des composantes actives pour impulser des boucles d'économie circulaire dans les territoires.

## Réguler le cycle du carbone et des gaz à effet de serre pour l'adaptation et l'atténuation au changement climatique

La régulation des flux de nutriments est abordée en particulier dans le cas du carbone et des autres nutriments impliqués dans l'adaptation et l'atténuation au changement climatique. Ces enjeux sont illustrés dans le chapitre sur La Réunion qui propose de nombreux indicateurs : capacité des prairies à stocker du carbone, part des ruminants dans les émissions de gaz à effet de serre du secteur agricole, etc.

## Préserver les espaces, les sols et les ressources en eau, et favoriser la biosécurité et la biodiversité

L'élevage occupe aussi une fonction écologique centrale : la préservation des espaces et des ressources naturelles. Comme le montrent les chapitres sur la Corse, sur la Tunisie ou sur le Tchad, par exemple, l'élevage agit comme une activité de mise en valeur des parcours naturels qui constituent des écosystèmes riches en biodiversité. Le cas de l'Inde souligne aussi que les parcours jouent un rôle essentiel dans le rechargement des nappes d'eau souterraines. *A contrario*, le chapitre sur le Brésil illustre le fait que l'élevage constitue aussi un instrument de « conquête » de nouveaux espaces agricoles au détriment des forêts primaires. Cependant, ce même chapitre montre les potentialités énormes des pratiques d'élevage sur des prairies qui soient à la fois durables et favorables au retour de la biodiversité. Dans le

chapitre sur le Minervois, le pastoralisme est vu comme une activité agricole « peu impactante » sur des espaces semi-naturels dans des espaces protégés de type PNR. L'élevage y est considéré comme un pourvoyeur de solutions (ouverture des milieux, prévention des incendies) plutôt que comme une source de problèmes.

### **Porter une identité culturelle et participer à la consolidation d'un patrimoine local**

La dernière fonction qui nous semble importante à mentionner est socioculturelle. L'élevage joue un rôle central dans l'identité culturelle de nombreuses communautés et territoires, comme le montrent les chapitres sur La Réunion (la région des Hauts), sur la Corse (les parcours et forêts de montagne), sur l'Amazonie brésilienne, ou sur les terres pastorales du Sud tunisien, du Tchad et du Burkina Faso. L'élevage contribue ainsi à l'émergence de savoir-faire dans la gestion des écosystèmes ou dans la confection de produits qui sont souvent sous-évalués. C'est le cas des savoir-faire sur les feux en Corse, ou sur la gestion des parcours par la pratique de « mise en repos » en Tunisie. C'est aussi le cas dans le Minervois où le vitipastoralisme est perçu comme une « image de marque », un « argument commercial » (certains domaines utilisent l'image de la brebis sur l'étiquette de certains millésimes), mais aussi comme un gage de qualité environnementale ou d'intégration territoriale des domaines. L'évaluation de cette fonction socioculturelle de l'élevage permet de souligner les enjeux patrimoniaux liés à l'évolution des activités agropastorales. C'est ce qu'illustre l'étude sur le Brésil, qui souligne que la fonction principale de l'élevage en zones de fronts pionniers est l'appropriation du foncier.

### **Révéler les tensions mais aussi les opportunités, en vue de faciliter les compromis dans les territoires**

Pour instruire et éclairer les controverses qui traversent le secteur élevage, l'utilité des évaluations dépasse la seule mesure (quantitative ou qualitative) d'indicateurs choisis, dans un territoire donné. Les évaluations permettent en effet de faciliter la construction de compromis et la recherche d'opportunités par les acteurs territoriaux. Celles-ci portent sur des leviers permettant d'améliorer la durabilité des activités d'élevage, dans une perspective de développement territorial. Ces opportunités sont diverses, étant donné les multiples fonctions de l'élevage au pâturage.

### **Les opportunités pour de meilleures synergies entre élevages, pâturages et territoire**

Quatre grandes catégories d'opportunités émergent de nos études de cas, qui permettent d'élargir la gamme des ressources produites et valorisées au sein des territoires.

## Le recyclage de biomasses

La recherche d'économie circulaire, la transition agroécologique, la bioéconomie sont des tendances lourdes dans les territoires, qui valorisent de nombreuses opportunités pour les élevages à l'herbe. Car les ruminants sont des catalyseurs clés de biomasses dans les territoires : 1) parce qu'en broutant ils collectent des biomasses sur des espaces très étendus (les prairies ou espaces de végétation spontanée) ; 2) parce qu'ils s'alimentent de sous-produits d'autres activités agricoles ou agro-industrielles et donc les recyclent (résidus de culture, etc.) ; 3) parce qu'ils produisent des biomasses qui peuvent devenir des intrants pour d'autres activités, en particulier agricoles (les déjections) ; 4) parce que leur force de travail permet de produire plus de biomasses dans les parcelles agricoles (traction animale).

Plusieurs territoires trouvent de nouveaux intérêts à l'élevage à l'herbe, autour des flux de biomasses. Différentes évaluations sont d'ailleurs ciblées exactement sur ces flux (La Réunion, Sénégal). Dans le Minervois, les viticulteurs laissent une biomasse herbacée se développer spontanément dans leurs vignes, plutôt que d'utiliser des herbicides. Les ovins des bergers voisins viendront la brouter, ce qui signifie donc un bénéfice économique, une pollution évitée, un sol qui valorise mieux les eaux pluviales et fixe plus de carbone sous forme de matières organiques fertiles.

## La complémentarité entre espaces hétérogènes

Pour améliorer le fonctionnement de l'élevage dans les territoires, les évaluations pointent des espaces sous-utilisés, d'autres qui pourraient changer d'usages, ou encore des partages qui pourraient être optimisés. En Amazonie brésilienne, les pratiques de pâturage tournant libèrent des espaces marginaux tels que ravines et reliefs, qui s'enrichissent. Ils forment alors une nouvelle trame forestière, efficiente pour héberger la biodiversité, protéger sols et les cours d'eau. Au Tchad, les plaines de décrue trouvent un nouvel intérêt pour l'alimentation des troupeaux en contre-saison, alors qu'à La Réunion la crise des géraniums a ouvert de nouveaux espaces aux éleveurs. Les acteurs du Minervois s'accordent pour concevoir des boucles de pâturage à l'échelle de petits territoires, qui permettent de tirer parti de l'hétérogénéité des ressources présentes et d'assurer une alimentation des troupeaux au cours de l'année. Dans tous ces cas, les outils d'évaluations spatiales sont essentiels pour faire émerger et organiser ces compromis. Ainsi la modélisation spatiale dans le Ferlo sénégalais, l'imagerie satellitaire en Amazonie, l'analyse de cycle de vie à la Réunion, ou la cartographie participative au Tchad.

## Vers de nouvelles coordinations entre acteurs

À La Réunion, la mise en place des coopératives d'éleveurs de lait et de viande permet la mise en œuvre d'activités collectives qui valorisent les fonctions écologiques ou culturelles de l'élevage. C'est le cas par exemple pour le développement de démarches commerciales valorisant les produits locaux, ou par la négociation

des accords sur l'épandage du fumier. Dans le Minervois, des coopératives mixtes se sont structurées pour organiser la mobilité des troupeaux bovins, d'une exploitation viticole à l'autre, et ainsi compléter le calendrier fourrager des troupeaux et celui de l'entretien des vignes. Cette capacité à s'organiser, qui est au centre de plusieurs chapitres, doit être renforcée par les démarches et résultats d'évaluation. Améliorer ces coordinations peut constituer une source d'opportunités ou d'optimisation, en particulier dans l'usage des ressources. *A contrario*, dans le cas du Sud de la Tunisie, il apparaît particulièrement difficile de mettre en place des zones de défens sur les pâturages collectifs (les communs), dans un contexte où les groupements d'éleveurs sont instables, apparaissant et disparaissant au rythme des projets de développement, et fragilisés par les réformes administratives successives. La régénération des parcours y est paralysée, ce qui contraint les éleveurs à acquérir des rations concentrées, chères et produites hors du territoire.

### **Les possibilités d'échanges marchands et non marchands de produits et de services**

De nombreuses opportunités soulignées dans les études de cas tiennent aux échanges marchands ou non marchands de produits ou de biomasses. Capable de mobiliser des biomasses qui ne seraient pas utilisables par l'homme, l'élevage contribue ainsi à la création de valeurs dans les territoires. C'est le cas des contrats de fumure qui structurent les relations entre éleveurs et maraîchers au Tchad, ou des réglementations liées aux plans d'épandage à La Réunion. Plus généralement, certains chapitres de l'ouvrage soulignent la vitalité des échanges marchands de fumier, par exemple au nord de la Tunisie, ou à travers les échanges *via* des contrats de fumure en Inde. Enfin, les contrats d'échanges de services mis en place entre vignerons et éleveurs sont au cœur de l'essor du viti-pastoralisme décrit dans le chapitre sur le Minervois.

### **■ Les difficultés pour faire émerger des compromis entre acteurs**

Les évaluations ne montrent pas que des opportunités dans les territoires. Elles font aussi apparaître des points de blocages, de tensions, voire de conflits, qui limitent l'établissement de compromis. Sans chercher à être exhaustif, on peut citer :

#### **Des freins aux changements de pratiques**

Au Brésil, l'adoption du pâturage tournant dynamique est freinée par les pratiques extensives, bien que celles-ci soient moins rentables, plus coûteuses en travail et plus agressives pour l'environnement. Il en découle une déprise agricole plus lente et la permanence de dégradations forestières à cause de l'usage du feu. En Inde, alors que l'élevage pastoral pourrait être un mode de mise en valeur du territoire à développer, la constriction des espaces de pâturage, notamment par un mouvement d'enclosures (vergers d'arbres fruitiers) excluant les pasteurs, est un frein au développement de ces systèmes.

Ces exemples renvoient à l'intérêt de conceptions moins normatives de l'innovation, où les éleveurs seraient plus explicitement conviés, plus impliqués dans des démarches de coconception.

### **Des blocages sociopolitiques**

Le cas le plus dramatiquement emblématique est celui de la province de l'Est au Burkina, où les populations peules, de par leur activité traditionnelle d'élevage pastoral et transhumant, sont réduites à la condition de complices des bandes terroristes, et ostracisées à ce titre. Outre des injustices criantes, cette crise identitaire nuit au rôle de l'élevage dans le développement des territoires, causant des pertes économiques et agronomiques, en plus des préjudices sociaux.

Dans le Minervois, les pouvoirs de négociation des propriétaires terriens (céréaliers, viticulteurs) sont très supérieurs à ceux des éleveurs pastoraux « nomades » sans terre. Ces rapports de force débouchent sur l'image du berger « marginal », qui ne fait pas toujours « bien » son travail de gardiennage, par exemple. Ils débouchent aussi sur des conflits entre chasseurs et bergers sur l'usage des espaces semi-naturels, avec souvent une appropriation de l'espace par les chasseurs présents sur le territoire depuis plus longtemps.

### **Des processus macroscopiques, au-delà des territoires**

Sur la scène nationale, le Sud tunisien pastoral a été marginalisé, en lien avec le *boom* de l'activité touristique du littoral et certaines réformes institutionnelles post-printemps arabes. Dans ce contexte, l'enclavement des territoires de parcours du sud est toujours plus prégnant, et accroît les difficultés pour valoriser ou investir dans l'élevage pastoral ou ses produits. Déconnectées des dynamiques régionales, les zones pastorales sont en difficulté à la fois pour l'adoption de nouvelles pratiques et l'organisation collective.

## **I Inscrire l'évaluation dans les débats publics**

Ayant pour fonction d'instruire et d'éclairer les controverses et débats publics, l'évaluation se doit d'être ancrée dans le territoire et coconstruite, comme spécifié dans les paragraphes qui précèdent.

Afin que les résultats des évaluations puissent être acceptés et compris par les acteurs des territoires, ils doivent être restitués de manière organisée. En effet, la communication des résultats d'évaluation peut être ressentie comme une agression par les acteurs qui auraient des attentes contraires à ces résultats. La communication peut aussi être détournée et les messages brouillés par des interprétations partisans. Ce risque est particulièrement sensible dans le secteur de l'élevage, dans la mesure où il s'agit d'une activité sujette à controverses et objet de nombreux préjugés.

Les enjeux de communication autour des résultats des évaluations sont donc importants. Localement, la communication détermine les engagements des acteurs, permet de les mobiliser ou de les démobiliser. Là encore, l'échelle territoriale de l'évaluation apporte plus de la pertinence, de la transparence, de la facilité à communiquer, avec par exemple des formulations adaptées aux spécificités et attentes locales. À un niveau plus global, il s'agit de restituer les résultats d'évaluations locales pour en tirer des enseignements utiles à des débats de portée régionale, nationale ou internationale.

Enfin, il convient d'être conscient que les résultats d'évaluation ont une portée transformative. Dans le cas du Sénégal, par exemple, les résultats d'évaluation du modèle proposé conduisent à une réorganisation des schémas territoriaux et à une modification des choix individuels des acteurs.

## Conclusion

Ce chapitre de synthèse souligne que l'élevage occupe des fonctions très diverses qui sont centrales pour le développement durable des territoires et qui nécessitent d'être évaluées. L'élevage a d'abord un rôle clé dans la production d'aliments et dans la création de richesse. Il remplit aussi des fonctions importantes dans le développement des économies circulaires, et dans l'organisation des concurrences et des complémentarités sur la biomasse au sein des territoires. L'élevage occupe également une fonction centrale dans l'adaptation et l'atténuation du changement climatique, dans la préservation des écosystèmes et de la biodiversité. Il est enfin au cœur de la construction de l'identité de nombreux territoires, et dépositaire de nombreux savoir-faire patrimoniaux.

Les démarches et les méthodes mises en œuvre pour évaluer ces différentes fonctions reposent sur une mise en contexte préalable au choix des indicateurs et sur la construction de dispositifs *ad hoc* (cartes, modèles, matrices, etc.) susceptibles de servir de base à ces évaluations.

Les résultats de ces évaluations permettent de tirer parti des opportunités présentes localement, qu'il s'agisse de mettre en place des boucles de recyclage de la biomasse ou des nutriments, de valoriser les complémentarités entre espaces, ou de s'appuyer sur des organisations ou des dispositifs d'échange préexistants.

Cependant, de nombreux blocages persistent pour l'établissement de compromis. Il s'agit alors de les aborder dans le cadre d'approches prenant en compte les dispositifs de gouvernance territoriale. C'est l'objet du chapitre suivant.

## Références bibliographiques

- Adolph B., 2020. Trade-offs in sustainable agricultural intensification : the farmers' perspective. *IIED Briefing*. <http://pubs.iied.org/17743IIED>
- Assouma M.H., Hiernaux P., Lecomte P., Ickowicz A., Bernoux M., Vayssières J., 2019. Contrasted seasonal balances in a Sahelian pastoral ecosystem result in a neutral annual carbon balance. *Journal of Arid Environments*, 162, 62-73.
- Audouin E., Odru M., Masse D., Dorégo G.S., Delaunay V., Lecomte P., Vayssières J., 2024. A methodology based on territorial metabolism analysis to assess the multi-criteria sustainability of African village terroirs with contrasted crop-livestock systems. *Agricultural Systems*, 213, 103781.
- Barthélémy D., Delorme H., Losch B., Moreddu C., Nieddu M., 2003. *La multifonctionnalité de l'activité agricole et sa reconnaissance par les politiques publiques. Actes du colloque international de la Société française d'économie rurale, 21-22 mars 2002*. Versailles : éditions Quæ, 926 p.
- Delfosse C., Rieutort L., 2018. L'élevage dans tous ses territoires. *Géocarrefour*, 3(92) [en ligne]. <https://doi.org/10.4000/geocarrefour.12277>
- Hemingway C., Vigne M., Aubron C., 2023. Agricultural greenhouse gas emissions of an Indian village: Who's to blame: crops or livestock? *Science of the Total Environment*, 856(2). <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.159145>
- Hooker M., 2023. *Characterisation of the metabolism of two rural territories in Madagascar: case of the Fokontany of Miarinarivo and Malaza, district of Betafo*. Mémoire de fin d'études d'ingénieur de l'Institut Agro Rennes-Angers (Institut national d'enseignement supérieur pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement), Rennes, 80 p.
- Ickowicz A., Moulin C.H. (coord.), 2022 : *Élevages au pâturage et développement durable des territoires méditerranéens et tropicaux : Connaissances récentes sur leurs atouts et faiblesses*. Versailles : éditions Quæ, 210 p. <http://doi.org/10.35690/978-2-7592-3486-8>
- Lairez J., Feschet P., Botreau R., Bockstaller C., Fortun-Lamothe L., Bouvarel I. *et al.*, 2018. L'évaluation multicritère des systèmes d'élevage pour accompagner leurs évolutions : démarches, enjeux et questions soulevées. *INRAE Productions Animales*, 30(3), 255-268. <https://doi.org/10.20870/productions-animales.2017.30.3.2254>
- Lasseur J., Bonaudo T., Choisis J.P., Houdart M., Napoléone M., Tichit M. *et al.*, 2019. Élevage et territoires : quelles interactions et quelles questions? *INRAE Productions Animales*, 32(2), 189-204. <https://doi.org/10.20870/productions-animales.2019.32.2.2504>
- Lebacqz T., Baret P.V., Stilmant D., 2013. Sustainability indicators for livestock farming: A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 33, 311-327, <https://doi.org/10.1007/s13593-012-0121-x>
- MEA (Millennium Ecosystem Assessment), 2003. *Ecosystems and Human Well-Being: A Framework For Assessment*. Millennium Ecosystem Assessment, 212 p.
- Moulin C.H., 2014. Multiple services provided at territory scale from Mountain and Mediterranean livestock systems. *Options Méditerranéennes*, 109, 559-572.
- Olivier de Sardan J.P., 2021. *La revanche des contextes. Des mésaventures en ingénierie sociale en Afrique et au-delà*, Paris : Karthala, 480 p.
- Power A.G., 2010. Ecosystem services and agriculture: tradeoffs and synergies, *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 365(1554), 2959-2971. <http://doi.org/10.1098/rstb.2010.0143>
- Vigne M., Vayssières J., Lecomte P., Peyraud J.L., 2013. Pluri-energy analysis of livestock systems: A comparison of dairy systems in different territories. *Journal of Environmental Management*, 126, 44-54.