

Mettre en œuvre des systèmes de gestion mixtes culture-élevage

Vue d'ensemble

[Les systèmes intégrés de production agricole](#) sont des [systèmes mixtes](#) dans lesquels les sous-produits d'une composante du système servent de ressources à une autre composante. Dans les [systèmes intégrant culture et élevage](#) (SMCE), les cultures et l'élevage se soutiennent mutuellement et dépendent les uns des autres. Les SMCE se distinguent des systèmes spécialisés, dans lesquels les cultures et la production animale sont séparées et dépendent d'intrants externes. [Les SMCE bouclent la boucle des cycles des nutriments et de l'énergie](#). Par exemple, le bétail transforme les résidus et les sous-produits végétaux en protéines comestibles de haute qualité et en fumier, qui est utilisé comme engrais organique, remplaçant ainsi la dépendance à l'égard des engrais minéraux. Le recouplage des systèmes de culture et d'élevage à l'échelle de l'exploitation et/ou du territoire peut contribuer à [réduire les externalités environnementales associées à l'agriculture commerciale conventionnelle](#) (par exemple les émissions de gaz à effet de serre liées à la production d'engrais minéraux) et à [accroître la résilience des petits exploitants agricoles](#) (par exemple en diversifiant les revenus et l'alimentation). Les systèmes mixtes étant diversifiés au niveau du paysage, ils peuvent également être développés dans une série d'habitats et améliorer la biodiversité agricole.

Mesures concrètes à mettre en œuvre

Pour gérer les SMCE à l'échelle de l'exploitation, la [FAO](#) suggère aux agriculteurs de se concentrer sur les mesures suivantes:

1. Améliorer le cycle et réduire les pertes de nutriments:

- utiliser le fumier et le lisier des animaux pour la fertilisation organique des cultures et des arbres afin de réduire la dépendance envers les engrais d'origine extérieure. Il convient de noter que la quantité et le moment de l'épandage du fumier doivent être soigneusement planifiés afin d'éviter les effets néfastes sur l'environnement et les eaux souterraines (voir [Réduire les émissions dues à l'élevage grâce à des pratiques de gestion durable](#)).
- Nourrir le bétail à l'aide de résidus de cultures (mauvaises herbes, paille, chaume, repousses vertes de cultures ou grains tombés au sol) et de sous-produits de la transformation des cultures (son, mélasse ou pulpe, par exemple). Il est important de trouver un équilibre entre l'utilisation des résidus de culture pour l'alimentation animale et la couverture des sols.
- Couvrir le sol avec des cultures intermédiaires, qui sont des cultures secondaires cultivées dans l'intervalle de temps entre deux cultures principales ou plantées entre les rangs d'une culture principale. Les cultures intermédiaires peuvent retenir les ressources potentiellement lessivées (par exemple les nutriments et l'eau),

prévenir l'érosion, améliorer la fertilité des sols et être utilisées pour l'alimentation animale ou comme paillis.

- Tenir compte de toutes les demandes du système agricole, y compris les besoins en aliments pour animaux. Au lieu de sélectionner des variétés de cultures uniquement parce qu'elles ont un rendement plus élevé, utiliser des variétés qui ont, par exemple, des pailles de meilleure qualité, plus de pailles ou des [taux de repousse](#) après la récolte plus élevés.

2. Améliorer les modèles de culture:

- Mettre en œuvre une gestion intégrée des pâturages, ce qui implique la rotation des cultures annuelles et des pâturages et, dans la mesure du possible, laisser les terres en jachère pour contribuer à restaurer la fertilité des sols.
- Utiliser des « leys ». Un ley est un champ dans lequel les cultures sont cultivées en rotation avec de l'herbe pour le pâturage ou des légumineuses. La combinaison de cultures en rotation et de fertilisation organique par le bétail accélère la restauration de la fertilité des sols.
- Intégrer des cultures complémentaires pour améliorer la qualité des sols et les rendements. Par exemple, une combinaison de cultures complémentaires pourrait comprendre des herbes fourragères tropicales associées à des cultures commerciales comme le café, les agrumes ou le soja.
- Intégrer la culture intermédiaire de céréales et de légumineuses dans les rotations de cultures, ce qui permet d'obtenir des rendements en céréales de base et un fourrage de haute qualité pour le bétail (par exemple, luzerne ou niébé avec avoine).
- Mettre en place des mosaïques paysagères où différentes zones sont réservées à différents usages, notamment les cultures destinées à la consommation humaine, les cultures fourragères et les prairies. L'association de prairies et de terres arables est [une base essentielle](#) des systèmes mixtes culture-élevage.
- Intégrer une plus grande variété de cultures, d'animaux et de plantes susceptibles d'offrir aux agriculteurs des débouchés commerciaux transformateurs.

3. Utiliser le bétail pour fournir de l'énergie : passer de sources de combustibles non durables (bois, charbon de bois, kérosène ou pétrole) à du biogaz ou des tourteaux de fumier pour alimenter les activités des ménages (cuisine et éclairage) ou de l'industrie rurale (moulins ou pompes à eau).

4. Mettre en place des systèmes durables d'agriculture et d'aquaculture intégrées (AIA) (par exemple, des systèmes de culture riz-poisson) afin d'offrir aux petits producteurs des zones rurales une plus grande diversification des revenus et une meilleure nutrition. Voir [Mettre en œuvre des systèmes de gestion de l'aquaculture durables](#).

Mesures de gouvernance

Les SMCE se heurtent à des obstacles qui limitent leur adoption. [Pour aider les agriculteurs à passer aux SMCE](#), les gouvernements peuvent:

- Soutenir les communautés locales, les petits exploitants agricoles, les mouvements sociaux et les groupes marginalisés qui recherchent l'autosuffisance et/ou promeuvent des mouvements holistiques et agroécologiques, ce qui implique une réduction de la dépendance à l'égard des intrants externes. Adopter une gestion et une gouvernance équitables et participatives des terres pour des SMCE à plus long terme à l'échelle du paysage.
- Accroître les investissements dans la recherche sur les technologies et la gestion durables de la production animale qui sont adaptées aux conditions locales.
- Soutenir des opportunités de marché transformatrices et équitables grâce à l'intégration de rotations de cultures qui produisent d'autres cultures commercialisables.
- Fournir un accès au financement, en particulier pour réduire les risques liés aux investissements initiaux, car le manque d'accès au financement est l'un des principaux obstacles à l'adoption des SMCE.
- Accorder des subventions pour récompenser les pratiques durables comme la diversification des cultures. [Par exemple](#), la politique agricole commune européenne (PAC) subventionne le maintien des prairies et des zones semi-naturelles, le programme ABC du Brésil subventionne des prêts pour l'adoption des SMCE, et des politiques néo-zélandaises visent à améliorer la gestion des éléments nutritifs.
- Assurer l'éducation, la formation et le renforcement des capacités des producteurs agricoles et des agents de vulgarisation afin qu'ils reconnaissent les avantages des SMCE pour la sécurité alimentaire.
- Garantir des droits fonciers et des droits aux ressources clairs, en particulier pour les petits exploitants, les femmes, les peuples autochtones et les communautés locales. Les gestionnaires fonciers et les agriculteurs sont plus enclins à investir dans des mesures de gestion des sols si leurs droits fonciers sont suffisants et garantis.
- Améliorer l'équité de l'accès aux ressources comme les marchés pour les intrants, les produits et les services financiers ou l'aide gouvernementale pour les petits exploitants, les femmes, les peuples autochtones, les communautés locales, les jeunes et d'autres groupes défavorisés.
- Investir dans le développement d'emplois agricoles décents, d'emplois non agricoles et de moyens de subsistance en milieu rural, en particulier pour les femmes et les jeunes, en investissant dans l'esprit d'entreprise, les petites et moyennes entreprises, les petits exploitants et les exploitations familiales afin de garantir des possibilités de revenus équitables, inclusives et décentes.

Outils et systèmes MRV pour suivre les progrès

GLEAM-i

Un outil open-source pour calculer les émissions de gaz à effet de serre de l'élevage.

Outil de bilan carbone EX-Ante (EX-ACT)

Un outil pour estimer et suivre les résultats des interventions agricoles sur les émissions de GES.

Outil de bilan carbone EX-Ante

EX-ACT VC est un outil permettant de calculer les émissions de gaz à effet de serre le long des chaînes de valeur agroalimentaires.

Manuel de la FAO sur l'agriculture intelligente face au climat

La FAO propose un guide en ligne sur l'agriculture intelligente face au climat (Climate Smart Agriculture Sourcebook) qui contient un module sur les systèmes de production mixtes.

Guide pratique sur la gestion écologique des sols

L'édition 2021 du guide pratique sur la gestion écologique des sols du programme de recherche et d'éducation sur l'agriculture durable de l'université du Maryland, aux États-Unis, contient un chapitre sur l'intégration des cultures et de l'élevage.

Manuel de développement de projets de digesteurs anaérobies d'AgSTAR

Ce manuel compile les bonnes pratiques pour la digestion anaérobie et les systèmes de biogaz qui peuvent faire partie des systèmes mixtes culture-élevage.

Collect Earth Online

Un système libre et gratuit développé par la NASA et l'USAID et hébergé par la FAO pour visualiser et interpréter des images satellite en haute résolution. Les utilisateurs peuvent collecter des informations actualisées ou effectuer des évaluations concernant l'occupation et l'utilisation des sols, la sylviculture et l'agriculture.

Outil de planification et de gestion des risques climatiques pour les programmes de développement des systèmes agroalimentaires (CRISP)

Un outil interactif qui soutient l'intégration des options d'adaptation au climat, y compris les recommandations sur la gestion des cultures et du bétail, pour les systèmes d'exploitation agricole.

GrassSignal

Un outil d'aide à la décision pour la surveillance durable des prairies.

Piipponen et al. (2022)

Fournit des données permettant d'estimer la capacité d'accueil du bétail dans les prairies.

Mitigation benefits Avantages en matière d'atténuation

- L'intensité des émissions [des systèmes de production mixtes est généralement inférieure à celle des systèmes de production spécialisés](#). La mise en œuvre de systèmes de production mixtes permet de réduire les émissions globales de gaz à effet de serre provenant de l'agriculture.
- Les systèmes mixtes culture-élevage pourraient [réduire les émissions de méthane entérique de jusqu'à 17 % dans les pays de l'OCDE, 24 % en Afrique de l'Est et 38 % en Asie du Sud](#).
- Les SMCE contribuent à atténuer le changement climatique [de plusieurs façons](#):
 - L'utilisation du fumier pour la production végétale permet d'éviter les émissions de gaz à effet de serre liées à la production, au transport et à l'utilisation d'engrais synthétiques.
 - L'épandage de fumier apporte de la biomasse au sol, ce qui augmente la matière organique du sol et donc le piégeage du carbone dans le sol.
 - L'utilisation de résidus de cultures, de sous-produits et de fourrage produit localement pour l'alimentation du bétail permet d'éviter les émissions liées à l'élimination des résidus et au transport des aliments pour animaux. Elle peut également contribuer à réduire la superficie des terres nécessaires à la production de cultures fourragères et éviter ainsi les émissions de gaz à effet de serre liées au changement d'affectation des terres, qui, selon la [FAO](#), est la plus grande source d'émissions de la production animale mondiale, en représentant 45 % (émissions liées au changement d'affectation des terres incluses).
 - Donner des aliments plus digestes (pâturages, résidus de culture, arbres et arbustes fourragers) aux animaux d'élevage comme les ruminants, les porcs et les volailles améliore la qualité de l'alimentation des animaux et réduit les émissions de méthane provenant de la fermentation entérique et du fumier.
 - L'alimentation du bétail avec des résidus et des sous-produits de culture permet d'alléger la pression sur les prairies et d'améliorer leur restauration et leur qualité, ce qui accroît leur capacité à absorber et à stocker le carbone.
 - La culture de plantes fourragères vivaces au lieu de cultures commerciales annuelles augmente la séquestration du carbone dans le sol en prolongeant la période de végétation, ce qui minimise la perturbation du sol et les émissions de carbone qui y sont associées.
- Dans l'ensemble, les taux de piégeage du carbone dans le sol atteignent un niveau maximal entre 5 et 20 ans après l'adoption de pratiques de gestion mixte. Ensuite, le piégeage du carbone se poursuit, mais les taux de piégeage diminuent jusqu'à ce que

les stocks de carbone organique du sol atteignent un point de saturation, qui est principalement déterminé par la texture du sol et la composition chimique de la matière organique du sol. Le potentiel d'amélioration des stocks de carbone dans les sols érodés et dégradés est important.

Autres avantages environnementaux

- Réduction potentielle de la pollution atmosphérique grâce à l'utilisation de sources de carburant plus propres.
- Augmentation de l'infiltration de l'eau dans le sol, grâce à l'amélioration de la couverture du sol et de sa teneur en matières organiques.

Avantages en termes d'adaptation

Voir les chapitres [*Mettre en œuvre des pratiques de production alimentaire respectueuses de la nature*](#), [*Réduire les émissions dues à l'élevage grâce à des pratiques de gestion durables*](#), [*Mettre en œuvre des pratiques agroforestières*](#), [*Séquestrer le carbone dans le sol et améliorer la santé des sols dans les systèmes de culture*](#) et [*Mettre en œuvre des pratiques de gestion améliorées dans les prairies*](#), qui mettent en évidence d'autres avantages de certaines techniques qui sont également utilisées dans les systèmes mixtes culture-élevage. Voici quelques-uns des principaux avantages des SMCE en matière d'adaptation:

- Résilience et gestion des risques : augmentation de la résilience de la production au niveau de l'exploitation face à des événements climatiques et économiques défavorables. Une plus grande flexibilité des systèmes de production pour faire face aux risques et crises socio-économiques et induits par le changement climatique, car les producteurs disposent d'un plus large éventail de stratégies de gestion des risques et d'options de réponse.
- Réduction de l'érosion du sol et amélioration de la fertilisation du sol, de la productivité du sol et du [*cycle des éléments nutritifs*](#).
- Protection contre les conditions climatiques extrêmes et les parasites : amélioration de la lutte contre les parasites et les maladies, amélioration de la lutte contre les mauvaises herbes et protection contre le stress lié au climat.
- Moyens de subsistance : amélioration de la productivité agricole se traduisant par une diversification et une augmentation des revenus agricoles.
- Augmentation de l'infiltration de l'eau dans le sol.

Autres avantages en termes de développement durable

- ODD 1 (pas de pauvreté) et ODD 8 (travail décent et croissance économique) : les SMCE augmentent la rentabilité des fermes en réduisant les coûts d'exploitation liés aux intrants, à la pollution et aux déchets. Dans le même temps, les systèmes mixtes augmentent la productivité et le revenu des exploitations agricoles, ainsi que la

résistance économique des moyens de subsistance. Par exemple, dans la [production de soja](#), la productivité des systèmes mixtes dépasse largement celle des systèmes spécialisés. Tous ces facteurs réduisent la pauvreté et favorisent une croissance économique durable au niveau des ménages.

- ODD 2 (faim « zéro ») & ODD 3 (bonne santé et bien-être) : les SMCE améliorent la sécurité alimentaire et la nutrition et favorisent la santé et le bien-être en augmentant la diversité alimentaire et les bienfaits qui en découlent pour la santé.
- ODD 2 (faim « zéro ») & ODD 12 (consommation et production responsables) : les SMCE promeuvent une agriculture durable et garantissent des modes de production durables. L'intensification du cycle des nutriments, de l'eau et de l'énergie au niveau de l'exploitation permet de minimiser l'impact de la production sur l'environnement. L'amélioration de l'efficacité des cycles du carbone et de l'azote contribue à l'intensification et à la diversification durables de la production.
- ODD 15 (vie terrestre) : les SMCE protègent et promeuvent l'utilisation durable des écosystèmes terrestres par le biais de :
 - L'augmentation de la diversité des paysages et des habitats, ce qui favorise les chaînes alimentaires au sein des écosystèmes et accroît les interactions entre les groupes d'organismes.
 - La conservation accrue de la biodiversité agricole au niveau de l'exploitation.
 - Services environnementaux diversifiés et accrus, notamment la préservation de la qualité de l'eau.
 - La diminution de la pollution ambiante due à la production animale par rapport à [l'élevage en parc d'engraissement](#).
 - L'amélioration de la santé des animaux grâce à la prévention du parasitisme et des maladies émergentes et à l'amélioration de la qualité de l'alimentation.
 - L'augmentation de la dispersion des graines, de la diversité des plantes et de la fourniture d'habitats, en particulier pour les pollinisateurs, grâce à l'intégration des pâturages et des cultures.

Principaux défis liés à la mise en œuvre, externalités négatives potentielles et compromis

- La mise en œuvre de systèmes de production mixtes nécessite des connaissances approfondies, l'accès à un soutien technique (par exemple des services de vulgarisation) et des investissements initiaux potentiellement élevés (par exemple les coûts des équipements nécessaires à la production d'énergie à partir de sous-produits agricoles).
- Le manque d'accès aux marchés, à l'assurance et au crédit compromet la viabilité

économique des SMCE.

- Les systèmes d'incitation financière favorisent les systèmes de production spécialisés (par exemple par la subvention des intrants ou l'absence de subventions pour les systèmes de production mixtes).
- Les SMCE peuvent être [vulnérables aux perturbations](#), car le mélange des flux de ressources entre les composants du système rend ceux-ci plus complexes et interdépendants en interne. Les SMCE deviennent plus vulnérables aux perturbations si les différents composants du système sont très sensibles aux changements écologiques.
- [Les émissions de CH₄ provenant du bétail et les émissions de N₂O provenant des cultures et des pâturages peuvent neutraliser les avantages du stockage du carbone organique dans le sol](#), mais leurs effets précis ne sont pas clairs et doivent faire l'objet de recherches plus approfondies.
- Il convient de trouver un équilibre entre l'utilisation des résidus de culture pour nourrir le bétail et l'amélioration de la santé des sols. En fonction de l'emplacement et du niveau de dégradation, les parties arables des systèmes d'exploitation peuvent devoir conserver les résidus de culture pour améliorer la santé des sols et ne seront donc pas en mesure de réduire la pression exercée par le pâturage sur les prairies ou d'alimenter des sources d'approvisionnement extérieures.
- Les avantages environnementaux des écosystèmes de prairies peuvent être altérés par l'intensification de la production animale. Celle-ci risque d'entraîner un surpâturage et un compactage du sol à cause du piétinement.
- La productivité des différents composants du système dans les SMCE peut être inférieure à celle des systèmes de production spécialisés, même si la productivité globale des systèmes mixtes dépasse largement celle des systèmes spécialisés. Par exemple, les rendements moyens du soja et la production de biomasse des plantes de couverture [sont plus faibles dans les systèmes mixtes que dans les systèmes spécialisés de production de soja](#), mais la production supplémentaire de fourrage et de bétail augmente la production totale du système.

Mesures visant à minimiser les défis, les externalités négatives potentielles et les compromis

- Mise à disposition et adoption d'intrants, de fournitures, de technologies et de pratiques de gestion appropriés pour chaque élément du système.
- Renforcement des capacités des producteurs et des agents de vulgarisation agricole en matière de gestion du fumier, de production et d'optimisation du compost et des engrais organiques, et de cultures intermédiaires et de couverture.
- Renforcer les institutions locales inclusives et équitables.

- Créer des organisations de producteurs inclusives et équitables.
- Intégration des systèmes de production mixtes dans les programmes des établissements d'enseignement agricole.
- Évaluation des risques financiers et plan de financement en phase de planification.
- Mise à disposition de lignes de crédit spécifiques et/ou d'aides/incitations financières, y compris le paiement de services environnementaux.
- Sélection appropriée des espèces et des races de cultures et d'élevage
- [Le pâturage tournant](#), par opposition au pâturage continu, permet à la végétation de se reconstituer entre les périodes de pâturage.
- Nourrir les animaux à l'intérieur avec du foin ou de l'ensilage de fourrage peut contribuer à équilibrer l'utilisation des prairies et la capacité de charge environnementale.
- Les plans de gestion visant à [contrôler la densité du troupeau et le temps de pâturage évitent le tassement du sol et le surpâturage dus à la production animale](#) et optimisent la rotation de la végétation et du bétail.
- Le surpâturage au cours de périodes spécifiques de la saison, comme les périodes de sécheresse prolongée où les prairies peuvent être vulnérables à des dommages durables, peut être géré par des méthodes de pâturage zéro, dans lesquelles les éleveurs gardent leurs animaux dans des étables et coupent et transportent la biomasse pour les nourrir. Bien que cette méthode ne soit pas recommandée sur de longues périodes, elle permet d'éviter le surpâturage pendant les périodes critiques de la saison.
- [La FAO](#) recommande d'adopter une perspective holistique sur les systèmes mixtes culture-élevage (SMCE), où les différentes composantes du système agissent comme une seule entité. Par conséquent, il convient de se concentrer sur l'obtention d'un rendement élevé pour la combinaison des composantes plutôt que sur l'obtention d'un rendement élevé pour une seule composante.

Coûts liés à la mise en œuvre

- [Des recherches](#) menées dans le Mato Grosso, au Brésil, de 2005 à 2012, montrent que les SMCE nécessitent un investissement initial de 863 USD/ha. Ce chiffre est plus élevé que les coûts d'investissement initiaux pour les systèmes d'élevage spécialisés traditionnels (174 USD/ha) ou la production spécialisée de soja ou de maïs (766 USD/ha). Pour les SMCE comprenant du bétail et du soja ou du maïs, les coûts opérationnels d'une exploitation type varient entre 110 et 283 USD/ha, et les coûts des intrants entre 80 et 181 USD/ha. Ce chiffre est inférieur aux coûts d'exploitation et d'intrants des exploitations spécialisées dans le soja et le maïs (coûts totaux d'exploitation et d'intrants de 860 à 1 484 USD/ha), mais supérieur à ceux des exploitations spécialisées dans l'élevage de bovins.

Exemples pratiques d'interventions

- Entre 2011 et 2014, le programme d'atténuation du changement climatique (MICCA), conçu par la FAO avec le soutien financier du gouvernement finlandais pour rechercher et développer une agriculture intelligente face au climat, a mis en œuvre un [projet pilote sur les systèmes agricoles mixtes culture-élevage-sylviculture à Kaptumo, au Kenya](#). Le projet visait à réduire le bilan global des émissions de gaz à effet de serre des systèmes de production animale dans la région et a été réalisé par la Kaptumo Dairy Farmer Business Association (DFBA) dans le cadre du programme de développement de l'industrie laitière en Afrique de l'Est (EADD). Grâce à une approche innovante de vulgarisation entre agriculteurs, environ 4 700 petits exploitants agricoles ont été formés à l'amélioration de la production et de la conservation du fourrage dans les exploitations, à l'amélioration de la gestion du fumier et du gazage, ainsi qu'à la sensibilisation et à la capacité d'adaptation au changement climatique. Les agriculteurs ont également reçu des prêts pour faciliter la mise en œuvre de pratiques comme la collecte de fumier, le compostage, le débroussaillage, l'enclosage ou le semis de légumineuses en bandes ou en parcelles. Les agriculteurs participants ont fait état de rendements plus élevés, d'une augmentation des revenus agricoles et d'une plus grande disponibilité des denrées alimentaires.

Références/bibliographie

1. Abagandura, G. O., ?entürklü, S., Singh, N., Kumar, S., Landblom, D. G., & Ringwall, K. (2019). Impacts of crop rotational diversity and grazing under integrated crop-livestock system on soil surface greenhouse gas fluxes. *PLoS ONE*, 14(5). Consulté le 6 février 2024 sur <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6530893/>
2. Aguilar, J., Archer, D., Hendrickson, J., Kronberg, S., Liebig, M., Nichols, K., et al. (2013). Diversification and ecosystem services for conservation agriculture: Outcomes from pastures and integrated crop–livestock systems. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 28(2), 129–144.
3. Chen, R. F. F., Garrett, R. D., Kamoi, M. Y. T., Latorraca, D., Michetti, M., Rodrigues, R. de A. R., et al. (2020). Assessing the economic viability of integrated crop?livestock systems in Mato Grosso, Brazil. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 35(6), 631–642.
4. Climate Smart Agriculture Sourcebook. (n.d.). Consulté le 6 février 2024 sur <https://www.fao.org/climate-smart-agriculture-sourcebook/production-resources/module-b1-crops/b1-overview/en/>
5. Cruz Colazo, J., de Dios Herrero, J., Sager, R., Guzmán, M. L., & Zaman, M. (2022). Contribution of Integrated Crop Livestock Systems to Climate Smart Agriculture in Argentina. *Land*, 11(11), 2060.
6. FAO. (2001). *Mixed crop-livestock farming: A review of traditional technologies based on literature and field experience*. Consulté sur <https://www.fao.org/3/Y0501E/Y0501E00.htm>.

7. FAO. (2016). *Planning, implementing, and evaluating Climate-Smart Agriculture in Smallholder Farming Systems The experience of the MICCA pilot projects in Kenya and the United Republic of Tanzania*. Consulté sur <https://www.fao.org/3/i5805e/i5805e.pdf>.
8. Franzluebbers, A. J., Lemaire, G., de Faccio Carvalho, P. C., Sulc, R. M., & Dedieu, B. (2014). Toward agricultural sustainability through integrated crop-livestock systems: Environmental outcomes. *Integrated Crop-Livestock System Impacts on Environmental Processes*, 190, 1–3.
9. Garrett, R., Ryschawy, J., Bell, L., Cortner, O., Ferreira, J., Garik, A. V., et al. (2020). Drivers of decoupling and recoupling of crop and livestock systems at farm and territorial scales. *Ecology and Society*, 25(1). Consulté le 7 février 2024 sur <https://www.ecologyandsociety.org/vol25/iss1/art24/>.
10. HLPE (2023). *Reducing inequalities for food security and nutrition*. Rome, CFS HLPE-FSN. Disponible sur <https://www.fao.org/cfs/cfs-hlpe/insights/news-insights/news-detail/reducing-inequalities-for-food-security-and-nutrition/en>.
11. Integrated Crop-Livestock Systems (ICLS). (n.d.). Consulté le 7 février 2024 sur <https://www.fao.org/agriculture/crops/thematic-sitemap/theme/spi/scpi-home/managing-ecosystems/integrated-crop-livestock-systems/en/>
12. Ignowski, L., Belton, B., Ali, H. et al. (2023). Integrated aquatic and terrestrial food production enhances micronutrient and economic productivity for nutrition-sensitive food systems. *Nature Food* 4, 866–873
13. Lemaire, G., Franzluebbers, A., Carvalho, P. C. de F., & Dedieu, B. (2014). Integrated crop–livestock systems: Strategies to achieve synergy between agricultural production and environmental quality. *Integrated Crop-Livestock System Impacts on Environmental Processes*, 190, 4–8.
14. Mazzafera, P., Favarin, J. L., & Andrade, S. A. L. D. (2021). Intercropping systems in sustainable agriculture. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5, 634361.
15. Peterson, C. A., Bell, L. W., Carvalho, P. C. de F., & Gaudin, A. C. M. (2020). Resilience of an Integrated Crop–Livestock System to Climate Change: A Simulation Analysis of Cover Crop Grazing in Southern Brazil. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4, 604099.
16. Poffenbarger, H., Artz, G., Dahlke, G., Edwards, W., Hanna, M., Russell, J., et al. (2017). An economic analysis of integrated crop-livestock systems in Iowa, U.S.A. *Agricultural Systems*, 157, 51–69.
17. Thornton, P. K., & Herrero, M. (2015). Adapting to climate change in the mixed crop and livestock farming systems in sub-Saharan Africa. *Nature Climate Change*, 5(9), 830–836.