

**Tableau supplémentaire I : Indicateurs de durabilité écologique d'agroécosystèmes inventoriés pour la thématique « conservation de la végétation non cultivée et de la faune sauvage » (ACS : Analyse de la couverture du sol ; MP : Métrique paysager ; EQ : Equation ; IS : Indices spectraux).**

*Additional table I: Ecological sustainability indicators for agroecosystems inventoried for the "Conservation of uncultivated vegetation and wildlife" theme (ACS: Land cover analysis; MP: Landscape metric; EQ: Equation; IS: Spectral indices).*

Indicateur	Description	Logique	Méthode				Référence
			ACS	MP	EQ	IS	
Capacité de rétention d'eau du paysage	Capacité du paysage à absorber l'eau précipitée	La prépondérance des classes de couverture des sols favorisant l'absorption de l'eau précipitée (forêts, boisements, etc.) est un proxy de la durabilité écologique de l'agroécosystème.	X				Backhaus et Braun (1998)
Zones protégées	Pourcentage de zones protégées dans le paysage	L'agroécosystème qui préserve durablement des aires protégées dédiées à la conservation de la biodiversité est écologiquement durable.	X				Fanelli (2020)
Gestion des zones de production agricole	Pourcentage des zones de production agricole dont la gestion est compatible avec la préservation de l'environnement	Les zones de production agricole qui intègrent des objectifs de préservation des composantes environnementales de l'agroécosystème sont écologiquement durable.	X				Rodrigues, et al. (2010)
Conformité avec la réserve légale obligatoire	Pourcentage de l'exploitation préservé en respect de la législation agri-environnementale	Les zones préservées à l'état naturel au sein de l'agroécosystème favorisent une agriculture durable à faible apports d'intrants externes.	X				

Indicateur	Description	Logique	Méthode				Référence
			ACS	MP	EQ	IS	
Conformité avec les zones de préservation permanente obligatoire	Pourcentage de l'exploitation préservé en permanence	Les zones préservées à l'état naturel en permanence au sein de l'agroécosystème préservent la biodiversité, renforçant ainsi la durabilité écologique.	X				
Surface forestière	Etendue des terres forestières par rapport à la surface géographique totale disponible	Plus l'agroécosystème conserve de surfaces forestières, plus il est écologiquement durable.	X				Gómez-Limón et Riesgo (2009) (Pacini, et al., 2011)
Surface verte par habitant	Rapport d'espace vert et du nombre d'habitant	Plus l'agroécosystème procure d'habitat naturel par habitant, plus il est durable écologiquement.			X		Liu <i>et al.</i> (2019)
Indice écologique	Niveau écologique de chaque zone	Un agroécosystème à niveau écologique élevé est plus durable écologiquement.			X		Wang <i>et al.</i> (2022)
Indicateur de stress environnemental (ESI)	Les classes de la classification de l'occupation du sol sont combinées pour créer un indicateur de stress environnemental.	Un agroécosystème dominé par des classes naturelles a une pression anthropique plus faible et est alors plus durable écologiquement.	X				Focardi <i>et al.</i> (2008)
Pool de carbone organique du sol	Teneur en carbone organique du sol	Un agroécosystème écologiquement durable préserve le pool de carbone organique du sol.			X		Mohamed <i>et al.</i> (2019)
Indice de qualité de l'agroécosystème	Niveau de qualité de l'agroécosystème	Un agroécosystème est considéré comme écologiquement durable			X		Hoy (2015)

Indicateur	Description	Logique	Méthode				Référence
			ACS	MP	EQ	IS	
		lorsqu'il préserve la biodiversité, protège les sols contre la dégradation.					
Indice de sécurité écologique du paysage	Niveau de stress obtenu à partir de la méthode de classification des ruptures naturelles de Jenks	Un agroécosystème est durable quand il est plus hétérogène.			X		Yu <i>et al.</i> (2018)
Indice de qualité des terres agricoles	Niveau de qualité des terres agricoles	Un agroécosystème est durable quand il peut soutenir la production agricole sur le long terme tout en préservant l'environnement.			X		Wang <i>et al.</i> (2021)
Qualité de la végétation et de l'occupation des sols	Qualité de l'occupation des terres et de la végétation	Un agroécosystème où les zones naturelles sont bien préservées est écologiquement durable et résiste mieux à différents chocs environnementaux.	X				Ochola et Kerkides (2004)
Indice de santé des écosystèmes	Catégories de santé des écosystèmes	Un agroécosystème plus résilient est écologiquement durable.			X		Wang <i>et al.</i> (2020)
Ratio zones boisées/terres cultivées	Ratio entre les forêts et les terres cultivées	Un agroécosystème qui intègre conservation de la biodiversité forestière aux objectifs de production agricole est plus durable écologiquement.			X		Mancinelli, et al. (2018)

Indicateur	Description	Logique	Méthode				Référence
			ACS	MP	EQ	IS	
Zones d'habitat semi-naturel	Superficie des espaces semi naturels de l'exploitation	Un agroécosystème qui préserve ou aménage des espaces semi-naturels est écologiquement durable.	X				Pacini, et al. (2011)
Biodiversité et richesse des plantes arborescentes	Nombre d'espèces d'arbres	Un agroécosystème qui préserve plusieurs espèces ligneuses est écologiquement durable.	X				
État hémérobotique	Degré d'anthropisation de l'agroécosystème	Un faible degré d'anthropisation rend l'agroécosystème plus durable écologiquement.	X				Peterseil <i>et al.</i> (2004) Fu <i>et al.</i> (2006)
Utilisation durable des terres	Ratio entre les terres végétalisées non cultivées et les terres cultivées plus les zones d'habitation	Un niveau d'artificialisation élevé de l'agroécosystème le rend moins durable écologiquement.		X			Mancinelli, et al. (2018)
Capacité de transformation de l'exploitation	Aptitude de l'exploitation à absorber les facteurs de perturbation	Une exploitation agricole plus diversifiée est plus durable car elle possède les capacités d'absorber les perturbations sans s'effondrer.	X				Duvernoy, et al. (1994)
Physionomie et statut des habitats naturels	Pourcentage d'habitat naturel	Une part relativement importante d'habitats naturels dans l'agroécosystème améliore sa durabilité écologique.	X				Rodrigues, et al. (2010)

Indicateur	Description	Logique	Méthode				Référence
			ACS	MP	EQ	IS	
Score de durabilité des paysages ruraux	Analyse de la variation du flux d'entropie (évolution de la capacité et de la demande de services paysagers) et de la production d'entropie (modification de la vulnérabilité et de la capacité de réponse du paysage)	Un agroécosystème est plus durable lorsque la demande et l'offre en services écosystémiques sont équilibrées.			X		Liang <i>et al.</i> (2018)
Indice de forme	Mesure la complexité globale de la forme des taches	Des taches paysagères aux formes complexes sont plus durable et résilientes.		X			Mancinelli, et al. (2018)
Écart-type de la forme	Écart type par rapport à la moyenne de la forme			X			
Vulnérabilité éco-environnementale	Niveau de vulnérabilité environnementale des villages				X		Wang <i>et al.</i> (2022)
Richesse des îlots	Nombre de types de taches différentes	La diversité de taches paysagères dans l'agroécosystème le rend plus durable écologiquement.		X			Mancinelli, et al. (2018)
Densité de la richesse des îlots	Standardisation de la richesse des patches qui facilite la comparaison entre les paysages			X			
Pourcentage d'éléments paysagers sur la surface totale de l'exploitation	Pourcentage de la surface agricole couverte de haies, de rangées d'arbres, de murs de pierre, etc.	La diversité d'éléments paysagers dans l'agroécosystème est favorable au maintien de la biodiversité et à	X				Uthes <i>et al.</i> (2020)
Diversité fonctionnelle et redondance	Niveau de simplification des agroécosystèmes	l'amélioration des fonctions paysagères.			X		Tittonell (2020)

Indicateur	Description	Logique	Méthode				Référence
			ACS	MP	EQ	IS	
Diversité fonctionnelle et réponse	Hétérogénéité des éléments du paysage			X			Cabell et Oelofse (2012)
Nombre de taches	Une mesure simple de l'étendue de la subdivision ou de la fragmentation du type de tache.	La prépondérance d'une tache au sein de l'agroécosystème le rend moins durable écologiquement.		X			Mancinelli, et al. (2018)
Taille moyenne des parcelles	Taille moyenne des taches			X			
Écart-type de l'aire	Écart-type par rapport à la moyenne des patches			X			
Couvert végétal	Pourcentage de végétation au sein de l'agroécosystème		X				
Ratio de surface de l'eau	Pourcentage de plan d'eau au sein de l'agroécosystème		X				
Pourcentage du couvert forestier	Pourcentage de forêt au sein de l'agroécosystème		X				
Zone de boisement	Nombre d'hectares boisés		X				
Indicateur de durabilité territoriale	L'indicateur résultant peut être appliqué pixel par pixel $ITS = NDVI+1/ESI+1/RTI$	Les agroécosystèmes qui intègrent des objectifs de conservation aux objectifs de production ont une durabilité territoriale élevée et sont donc écologiquement durables.				X	Focardi, et al. (2008)
Indice de température radiante (RTI)	Normalisation des valeurs de température radiante calculées à partir de la bande d'onde infrarouge thermique du capteur satellite.					X	
Rapport largeur/longueur maximale du champ	Ratio entre la largeur maximale des parcelles et leur longueur maximale			X			

Indicateur	Description	Logique	Méthode				Référence
			ACS	MP	EQ	IS	
Densité des bordures	Rapport moyen entre le périmètre et la surface des parcelles de l'exploitation	Les valeurs élevées de densité de bordure impliquent une diversité paysagère au sein de l'agroécosystème.		X			Uthes, et al. (2020)
Densité des bords	Rapports de longueur des bordures par unité de surface			X			Mancinelli, et al. (2018)
Indice de diversité de Shannon	Hétérogénéité du paysage			X			Schönhart, et al. (2011)
Indice de Shannon-Wiener des paysages	Diversité des paysages	L'hétérogénéité du paysage rend l'agroécosystème plus durable écologiquement.		X			Rodrigues, et al. (2010)
Pourcentage de paysage	Quantifie l'abondance relative de chaque type de tache dans le paysage.			X			Mancinelli, et al. (2018)
Indice de végétation normalisé (NDVI)	Différence entre la réflectance corrigée dans le rouge et la réflectance corrigée dans le proche infrarouge	Lorsque le niveau de couverture du sol est élevé, l'agroécosystème est plus durable écologiquement.				X	Feoli, et al. (2002) Focardi, et al. (2008)
Indice de diversité de Shannon	Mesure de la diversité en écologie des communautés			X			Mancinelli, et al. (2018)
Corridors écologiques	Superficie de la réserve (ha) et nombre de fragments	Un agroécosystème où les zones naturelles sont bien connectées entre elles est écologiquement durable.		X			Rodrigues, et al. (2010)
Connectivité	Niveau de connectivité entre les différents éléments paysagers de l'agroécosystème				X		

Indicateur	Description	Logique	Méthode				Référence
			ACS	MP	EQ	IS	
Indice de cohésion de l'îlot	Mesure la connectivité physique de la tache			X			Mancinelli, et al. (2018)
Connectivité	Décrit la quantité et la qualité des relations entre les éléments de l'agroécosystème			X			Cabell et Oelofse (2012)



**Tableau supplémentaire II : Indicateurs de durabilité écologique d'agroécosystèmes inventoriés pour la thématique « Maintien de production et préservation des écosystèmes naturels » (ACS : Analyse de la couverture du sol ; MP : Métrique paysager ; EQ : Equation ; IS : Indices spectraux).**

*Additional table II: Ecological sustainability indicators for agroecosystems inventoried for the "Maintaining production and preserving natural ecosystems" theme (ACS: Land cover analysis; MP: Landscape metric; EQ: Equation; IS: Spectral indices).*

Indicateur	Description	Logique	Méthode				Référence
			ACS	MP	EQ	IS	
Qualité des habitats	Niveau de qualité des habitats	Capacité des agroécosystèmes à fournir des conditions adéquates pour la survie et le développement des espèces.			X		Cui <i>et al.</i> (2022)
Durabilité de l'utilisation des terres	Analyse le degré de durabilité de l'utilisation des terres	La durabilité environnementale est accomplie lorsque l'agroécosystème s'inscrit dans la protection et l'utilisation durable des ressources naturelles, notamment l'eau et les sols.			X		Liu et Zhang (2013)
Indice de résilience socio-écologique	Pourcentage de résilience socio-écologique de l'exploitation familiale	La transition d'une agriculture conventionnelle vers l'agroécologie améliore la durabilité écologique au sein de l'agroécosystème.			X		Casimiro Rodríguez et Casimiro González (2018)
Années de rotation	Nombre de rotation agricole par an	Les agroécosystèmes où la rotation culturale est fréquente sont écologiquement durable.	X				Pacini <i>et al.</i> (2011)

Indicateur	Description	Logique	Méthode				Référence
			ACS	MP	EQ	IS	
Auto-régulation écologique	Aptitude des composantes écologiques de l'agroécosystème à s'auto-entretenir	Les exploitations agricoles sont plus durables écologiquement si elles maintiennent la couverture végétale et incorporent davantage de plantes vivaces, fournissent un habitat aux prédateurs et aux parasitoïdes, utilisent des ingénieurs de l'écosystème et alignent la production sur les paramètres écologiques locaux.	X				Cabell et Oelofse (2012)
Capacité de stabilité de l'exploitation agricole	Aptitude de l'exploitation à résister aux facteurs de perturbation environnementaux et socio-économiques	Plus l'exploitation agricole est diversifiée (en opposition à l'hyperspécialisation par exemple), plus elle résiste aux chocs environnementaux.	X				Duvernoy <i>et al.</i> (1994)
Maillage effectif	Ratio de la taille des cellules par rapport au paysage	Plus une classe présente dans l'agroécosystème est fragmentée moins elle est durable.			X		
Indice de division	Interprétée comme le nombre effectif de mailles	Rend compte du niveau de fragmentation de l'agroécosystème. Plus l'agroécosystème est fragmenté, plus il est durable.			X		Mancinelli, <i>et al.</i> (2018)

Indicateur	Description	Logique	Méthode				Référence
			ACS	MP	EQ	IS	
Densité des taches	Semblable au nombre de taches, il facilite les comparaisons entre des paysages de taille variable.	Rend compte du niveau de fragmentation des taches de l'agroécosystème. Plus l'agroécosystème est fragmenté, plus il est durable.		X			
Evapotranspiration	Evapotranspiration journalière	Un agroécosystème affecté par le stress hydrique est moins durable écologiquement.			X		Gao <i>et al.</i> (2011)
Indice de gestion durable de l'utilisation des terres	Classe de durabilité de l'utilisation des terres attribué selon les valeurs de l'indice	Un agroécosystème est écologiquement durable lorsque : la productivité des sols est entretenue, les ressources hydriques sont disponibles et les ressources naturelles sont protégées.			X		Kawy (2013)
Déficit (ou excédent) écologique	L'équilibre positif (ou négatif) entre l'empreinte écologique et la biocapacité	Un excédent écologique rend compte de la faible pression sur l'agroécosystème et donc de sa durabilité écologique.			X		Wackernagel et Rees (2014)
Ratio pâturages/terres cultivées	Ratio entre les pâturages et les terres cultivées	Un niveau d'intégration élevé entre l'élevage et l'agriculture rend l'agroécosystème moins spécialisé et plus durable écologiquement.		X			

Indicateur	Description	Logique	Méthode				Référence
			ACS	MP	EQ	IS	
Redondance optimale	Multiplication des composantes et relations critiques au sein de l'agrosystème	Une diversité de culture dans l'agroécosystème optimise l'utilisation des intrants et le rend plus durable écologiquement.		X			Cabell et Oelofse (2012)
Biocapacité	La surface productive réelle disponible pour une personne	Plus la biocapacité de l'agroécosystème est élevée, plus il est écologiquement durable			X		
Biocapacité totale	La surface productive réelle disponible pour une population				X		Wackernagel et Rees (2014)
Zones de pâturage communes	Présence ou absence d'aires de pâturages communes	La disponibilité d'aires de pâturages communes indique l'intégration harmonieuse de l'agriculture et de l'élevage dans l'agroécosystème.	X				Ripoll-Bosch <i>et al.</i> (2012)
Prairies permanentes	Pourcentage de pâturage utilisé dans les zones agricoles		X				Fanelli (2020)
Renforcement du capital naturel	Niveau d'altération des fonctions écologiques des agroécosystèmes		X				Tittonell (2020)
Indice de différence normalisé pour le travail du sol	Evalue le niveau de travail du sol	Les agroécosystèmes où les pratiques de gestion durable des sols sont développés sont écologiquement durable.				X	Van Deventer <i>et al.</i> (1997)
Indice de différence normalisé	Evalue le niveau de couverture du sol par les résidus de récolte					X	McNairn et Protz (1993)
Empreinte écologique	Superficie nécessaire pour assurer le niveau de vie d'une personne	Plus l'empreinte écologique est faible plus			X		Wackernagel et Rees (2014)

Indicateur	Description	Logique	Méthode				Référence
			ACS	MP	EQ	IS	
Empreinte écologique totale	Superficie nécessaire pour assurer le niveau de vie d'une population	l'agroécosystème est écologiquement durable.			X		
Diversité des cultures dans le paysage	Dénombrement du nombre de culture dans le site	Un agroécosystème avec une diversité de cultures est plus résilient et écologiquement durable.		X		Chopin <i>et al.</i> (2017)	
Diversité des cultures	Nombre de cultures			X		Pacini, et al. (2011)	
Indice de Shannon-Wiener de la productivité	Diversité productive			X		Rodrigues, et al. (2010)	

**Tableau supplémentaire III : Indicateurs de durabilité écologique d'agroécosystèmes inventoriés pour la thématique « Couverture du sol par l'agriculture » et « Dégradation des ressources naturelles » (ACS : Analyse de la couverture du sol ; MP : Métrique paysager ; EQ : Equation ; IS : Indices spectraux).**

*Additional table III: Ecological sustainability indicators for agroecosystems inventoried for the "Agricultural land cover" and "Degradation of natural resources" themes (ACS: Land cover analysis; MP: Landscape metric; EQ: Equation; IS: Spectral indices).*

Indicateur	Description	Logique	Méthode				Référence
			ACS	MP	EQ	IS	
<b>Couverture du sol par l'agriculture</b>							
Superficie totale de l'agroécosystème	Définit l'étendue du paysage	Base de comparaison des métriques paysagères de différents agroécosystèmes.		X			Mancinelli <i>et al.</i> (2018)
Terres arables	Pourcentage de terre arable utilisée dans les zones agricoles	La dynamique des terres arables disponibles dans l'agroécosystème illustre son niveau de durabilité écologique.	X				Fanelli (2020)
Surface de la classe	Décrit la proportion du paysage constituée d'un type d'usage du sol particulier.	La prépondérance d'un usage du sol rend l'agroécosystème moins durable écologiquement.		X			Mancinelli, <i>et al.</i> (2018)
Récupération des zones dégradées	Pourcentage de l'exploitation dégradée ayant été restaurée	La proportion de zone restaurée renseigne sur les efforts réalisés pour évoluer vers la durabilité écologique des agroécosystèmes.	X				Rodrigues <i>et al.</i> (2010)
Part d'utilisation extensive des terres	Pourcentage du paysage couvert par des classes d'usage extensif	L'agroécosystème est écologiquement durable si les types d'usage des sols sont moins intensifs (rotation culturale, préservation des forêts par exemple)		X			Schönhart <i>et al.</i> (2011)

Indicateur	Description	Logique	Méthode				Référence
			ACS	MP	EQ	IS	
Hétérogénéité spatiale et temporelle	Dynamique spatio-temporelle des taches dans le paysage agricole	L'agroécosystème est plus résilient et plus écologiquement durable quand il maintient son hétérogénéité dans le temps et l'espace.		X			Cabell et Oelofse (2012)
Intensité des cultures	Proportion des superficies cultivées brutes par rapport aux superficies ensemencées nettes au cours d'une année	L'agroécosystème où certaines zones agricoles sont périodiquement laissées en jachère est écologiquement plus durable.	X				Gómez-Limón et Riesgo (2009)
Intensité agricole	Ratio entre la superficie totale du paysage et les terres cultivées	Plus l'agroécosystème est intensément cultivé moins il est durable écologiquement.		X			Mancinelli, et al. (2018)
Cultures permanentes	Pourcentage de zone de culture permanente utilisée dans les zones agricoles	Un agroécosystème intensément sous culture est moins durable écologiquement.	X				Fanelli (2020)
Pourcentage de terre cultivée	Proportion des terres cultivées au sein de l'agroécosystème	L'agroécosystème est écologiquement durable quand il est moins homogène et préserve les classes d'utilisation naturelles	X				Liu, et al. (2019)
Surface médiane des parcelles	Aire médiane des parcelles de l'exploitation	Les parcelles de grande superficie affectent négativement la		X			Uthes, et al. (2020)
Superficie des parcelles	Superficie des parcelles de l'exploitation	biodiversité et accroissent le risque de dégradation des sols.		X			Pacini, et al. (2011)

Indicateur	Description	Logique	Méthode				Référence
			ACS	MP	EQ	IS	
<b>Dégradation des ressources naturelles</b>							
Surface des terres dégradées, en proportion de la surface terrestre	Niveau de dégradation des terres	La dégradation des terres impacte durablement les fonctions écologiques des agroécosystèmes.			X		Wang <i>et al.</i> (2020)
Erosion potentielle	Volume de sol érodé par an				X		Feoli <i>et al.</i> (2002)
Érosion du sol	Risque potentiel d'érosion du sol	L'érosion des sols réduit la durabilité écologique de l'agroécosystème.			X		Pacini, et al. (2011)
Risque d'érosion des sols	Evaluer les niveaux de risque d'érosion hydrique des sols				X		Wang <i>et al.</i> (2013)
Risque d'érosion	Equation USLE incluant 6 facteurs				X		Gutzler <i>et al.</i> (2015)
Qualité du climat	Classe de qualité du climat				X		
Qualité de la gestion des terres	Classe de qualité de la gestion des terres	Un agroécosystème est écologiquement durable quand les facteurs climatiques, édaphiques, topographiques et les pratiques de gestion des terres permettent une production agricole durable.			X		
Sols et topographie	Classe de qualité du sol				X		Ochola et Kerkides (2004)



## Références

- Backhaus R, Braun G. 1998. Integration of remotely sensed and model data to provide the spatial information basis for sustainable landuse. *Acta Astronautica* 42 (9): 541-546.
- Cabell JF, Oelofse M. 2012. An indicator framework for assessing agroecosystem resilience. *Ecology and Society* 17 (1).
- Casimiro Rodríguez L, Casimiro González JA. 2018. How to make prosperous and sustainable family farming in Cuba a reality. *Elementa: Science of the Anthropocene* 6.
- Chopin P, Blazy J-M, Guindé L, Tournebize R, Doré T. 2017. A novel approach for assessing the contribution of agricultural systems to the sustainable development of regions with multi-scale indicators: Application to Guadeloupe. *Land Use Policy* 62: 132-142.
- Cui G, Zhang Y, Shi F, Jia W, Pan B, Han C et al. 2022. Study of spatiotemporal changes and driving factors of habitat quality: a case study of the agro-pastoral ecotone in northern Shaanxi, China. *Sustainability* 14 (9): 5141.
- Duvernoy L, Albaladejo C, Langlet A, Lardon S. 1994. Interpretation of remote sensing imagery to assess the sustainability of agricultural systems. *International Journal of Remote Sensing* 15 (12): 2481-2493.
- Fanelli RM. 2020. The spatial and temporal variability of the effects of agricultural practices on the environment. *Environments* 7 (4): 33.
- Feoli E, Vuerich LG, Zerihun W. 2002. Evaluation of environmental degradation in northern Ethiopia using GIS to integrate vegetation, geomorphological, erosion and socio-economic factors. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 91 (1-3): 313-325.
- Focardi S, Loiselle SA, Mazzuoli S, Bracchini L, Dattilo AM, Rossi C. 2008. Satellite-based indices in the analysis of land cover for municipalities in the province of Siena, Italy. *Journal of Environmental Management* 86 (2): 383-389.
- Fu B-J, Hu C-X, Chen L-D, Honnay O, Gulinck H. 2006. Evaluating change in agricultural landscape pattern between 1980 and 2000 in the Loess hilly region of Ansai County, China. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 114 (2-4): 387-396.
- Gao Z, Liu C, Gao W, Chang N-B. 2011. A coupled remote sensing and the Surface Energy Balance with Topography Algorithm (SEBTA) to estimate actual evapotranspiration over heterogeneous terrain. *Hydrology and Earth System Sciences* 15 (1): 119-139.
- Gómez-Limón JA, Riesgo L. 2009. Alternative approaches to the construction of a composite indicator of agricultural sustainability: An application to irrigated agriculture in the Duero basin in Spain. *Journal of environmental management* 90 (11): 3345-3362.
- Gutzler C, Helming K, Balla D, Dannowski R, Deumlich D, Glemnitz M et al. 2015. Agricultural land use changes—a scenario-based sustainability impact assessment for Brandenburg, Germany. *Ecological indicators* 48: 505-517.
- Hoy CW. 2015. Agroecosystem health, agroecosystem resilience, and food security. *Journal of Environmental Studies and Sciences* 5 (4): 623-635.

- Kawy WAMA. 2013. Using GIS modeling to assess the agricultural sustainability in Kafr El-Sheikh governorate, Nile Delta, Egypt. *Arabian Journal of Geosciences* 6: 733-747.
- Liang X, Jia H, Chen H, Liu D, Zhang H. 2018. Landscape sustainability in the loess hilly gully region of the Loess Plateau: a case study of Mizhi County in Shanxi Province, China. *Sustainability* 10 (9): 3300.
- Liu D, Xu L, Fu Q, Li M, Faiz MA. 2019. Identification of resilience characteristics of a regional agricultural water resources system based on index optimization and improved support vector machine. *Water Supply* 19 (7): 1899-1910.
- Liu F, Zhang H. 2013. Novel methods to assess environmental, economic, and social sustainability of main agricultural regions in China. *Agronomy for sustainable development* 33: 621-633.
- Mancinelli R, Di Felice V, Karkalis K, Bari S, Radicetti E, Campiglia E. 2018. Assessment of the state of agroecosystem sustainability using landscape indicators: a comparative study of three rural areas in Greece. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology* 25 (1): 35-46.
- McNairn H, Protz R. 1993. Mapping corn residue cover on agricultural fields in Oxford County, Ontario, using Thematic Mapper. *Canadian Journal of Remote Sensing* 19 (2): 152-159.
- Mohamed ES, Abu-hashim M, AbdelRahman MA, Schütt B, Lasaponara R. 2019. Evaluating the effects of human activity over the last decades on the soil organic carbon pool using satellite imagery and GIS techniques in the Nile Delta Area, Egypt. *Sustainability* 11 (9): 2644.
- Ochola W, Kerkides P. 2004. An integrated indicator-based spatial decision support system for land quality assessment in Kenya. *Computers and electronics in agriculture* 45 (1-3): 3-26.
- Pacini GC, Lazzerini G, Vazzana C. 2011. AESIS: a support tool for the evaluation of sustainability of agroecosystems. Example of applications to organic and integrated farming systems in Tuscany, Italy. *Italian Journal of Agronomy* 6 (1): e3-e3.
- Peterseil J, Wrška T, Plutzer C, Schmitzberger I, Kiss A, Szerencsits E et al. 2004. Evaluating the ecological sustainability of Austrian agricultural landscapes—the SINUS approach. *Land use policy* 21 (3): 307-320.
- Ripoll-Bosch R, Díez-Unquera B, Ruiz R, Villalba D, Molina E, Joy M et al. 2012. An integrated sustainability assessment of mediterranean sheep farms with different degrees of intensification. *Agricultural systems* 105 (1): 46-56.
- Rodrigues GS, Rodrigues IA, de Almeida Buschinelli CC, De Barros I. 2010. Integrated farm sustainability assessment for the environmental management of rural activities. *Environmental Impact Assessment Review* 30 (4): 229-239.
- Schönhart M, Schauppenlehner T, Schmid E, Muhar A. 2011. Integration of bio-physical and economic models to analyze management intensity and landscape structure effects at farm and landscape level. *Agricultural Systems* 104 (2): 122-134.
- Tittonell P. 2020. Assessing resilience and adaptability in agroecological transitions. *Agricultural Systems* 184: 102862.

- Uthes S, Kelly E, König HJ. 2020. Farm-level indicators for crop and landscape diversity derived from agricultural beneficiaries data. *Ecological Indicators* 108: 105725.
- Van Deventer A, Ward A, Gowda P, Lyon J. 1997. Using thematic mapper data to identify contrasting soil plains and tillage practices. *Photogrammetric engineering and remote sensing* 63: 87-93.
- Wackernagel M, Rees W. 2014. Ecological Footprints for Beginners. In: Ndubisi FO (ed), *The Ecological Design and Planning Reader*. Washington, DC.: Island Press, p. 501-505.
- Wang L, Huang J, Du Y, Hu Y, Han P. 2013. Dynamic assessment of soil erosion risk using Landsat TM and HJ satellite data in Danjiangkou Reservoir area, China. *Remote sensing* 5 (8): 3826-3848.
- Wang L, Yu B, Chen F, Wang N, Li C. 2022. An Analysis of Eco–Environmental Changes in Rural Areas in China Based on Sustainability Indicators between 2000 and 2015. *Land* 11 (8): 1321.
- Wang L, Zhou Y, Li Q, Xu T, Wu Z, Liu J. 2021. Application of three deep machine-learning algorithms in a construction assessment model of farmland quality at the county scale: Case study of Xiangzhou, Hubei Province, China. *Agriculture* 11 (1): 72.
- Wang Q, Gao M, Zhang H. 2022. Agroecological Efficiency Evaluation Based on Multi-Source Remote Sensing Data in a Typical County of the Tibetan Plateau. *Land* 11 (4): 561.
- Wang T, Giuliani G, Lehmann A, Jiang Y, Shao X, Li L et al. 2020. Supporting SDG 15, Life on Land: Identifying the Main Drivers of Land Degradation in Honghe Prefecture, China, between 2005 and 2015. *ISPRS international journal of geo-information* 9 (12): 710.
- Wang Z, Yu Q, Guo L. 2020. Quantifying the impact of the grain-for-green program on ecosystem health in the typical agro-pastoral ecotone: A case study in the Xilin Gol league, Inner Mongolia. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 17 (16): 5631.
- Yu D, Wang D, Li W, Liu S, Zhu Y, Wu W et al. 2018. Decreased landscape ecological security of peri-urban cultivated land following rapid urbanization: An impediment to sustainable agriculture. *Sustainability* 10 (2): 394.