



Organisation des Nations Unies
pour l'alimentation
et l'agriculture

2025

L'ÉTAT DES
**RESSOURCES
EN TERRES ET
EN EAU POUR
L'ALIMENTATION
ET L'AGRICULTURE
DANS LE MONDE**

LE POTENTIEL DE PRODUIRE
PLUS ET MIEUX

Cette publication phare fait partie de la série **l'État du monde** de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.

Citer comme suit:

FAO. 2025. *L'État des ressources en terres et en eau pour l'alimentation et l'agriculture dans le monde 2025. Le potentiel de produire plus et mieux*. Rome. <https://doi.org/10.4060/cd7488fr>

Les appellations employées dans ce produit d'information et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) aucune prise de position quant au statut juridique ou au stade de développement des pays, territoires, villes ou zones ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites. Les lignes pointillées sur les cartes représentent des frontières approximatives dont le tracé peut ne pas avoir fait l'objet d'un accord définitif. Le fait qu'une société ou qu'un produit manufacturé, breveté ou non, soit mentionné ne signifie pas que la FAO approuve ou recommande ladite société ou ledit produit de préférence à d'autres sociétés ou produits analogues qui ne sont pas cités.

ISBN 978-92-5-140325-9

© FAO, 2025



Certains droits réservés. Cette œuvre est mise à la disposition du public selon les termes de la licence Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode.fr>).

Selon les termes de cette licence, cette œuvre peut être copiée, diffusée et adaptée, sous réserve que la source soit mentionnée. Lorsque l'œuvre est utilisée, rien ne doit laisser entendre que la FAO cautionne une quelconque organisation, produit ou service. L'utilisation du logotype de la FAO n'est pas autorisée. Si l'œuvre est traduite ou adaptée, la traduction ou adaptation doit obligatoirement être accompagnée de la mention de la source ainsi que de la clause de non-responsabilité suivante: «La traduction [ou adaptation] n'a pas été réalisée par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). La FAO n'est pas responsable du contenu ni de l'exactitude de la traduction [ou de l'adaptation]. L'édition originale en anglais est celle qui fait foi.»

Tout différend découlant de la présente licence qui ne pourrait être réglé à l'amiable sera soumis à une procédure d'arbitrage conformément au Règlement d'arbitrage de la Commission des Nations Unies pour le droit commercial international (CNUDCI). Les parties acceptent d'être liées par la sentence arbitrale prononcée conformément au règlement susmentionné, qui réglera définitivement leur différend.

Matériel attribué à des tiers. La présente licence Creative Commons CC BY 4.0 ne s'applique pas aux éléments de la publication sur lesquels la FAO n'a pas de droit d'auteur. Il incombe aux utilisateurs souhaitant réutiliser des informations ou autres éléments contenus dans cette œuvre qui sont attribués à un tiers, tels que des tableaux, des figures ou des images, de déterminer si une autorisation est requise pour leur réutilisation et d'obtenir le cas échéant la permission de l'ayant-droit. Toute action qui serait engagée à la suite d'une utilisation non autorisée d'un élément de l'œuvre sur lequel une tierce partie détient des droits ne pourrait l'être qu'à l'encontre de l'utilisateur.

Photographies attribuées à la FAO. Les photographies présentées dans cette œuvre et attribuées à la FAO ne sont pas couvertes par la licence Creative Commons mentionnée ci-dessus. Toute demande relative à l'utilisation de photographies appartenant à la FAO doit être adressée par courriel à photo-library@fao.org.

Ventes, droits et licences. Les produits d'information de la FAO sous forme électronique, ainsi que la liste des distributeurs auprès desquels peuvent être achetés des exemplaires imprimés de ces produits, sont disponibles sur le site web de la FAO (www.fao.org/publications). Pour toute question d'ordre général sur les publications de la FAO, prière d'écrire à publications@fao.org. Les questions relatives aux droits et licences sur les publications doivent être adressées à copyright@fao.org.

PHOTOGRAPHIE DE COUVERTURE © Quang Nguyen Vinh

VIET NAM. Un cultivateur au milieu des rizières de Yen Bai.

2025
L'ÉTAT DES
RESSOURCES
EN TERRES ET
EN EAU POUR
L'ALIMENTATION
ET L'AGRICULTURE
DANS LE MONDE



**LE POTENTIEL DE PRODUIRE
PLUS ET MIEUX**

Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture

Rome, 2025

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS	vi
MÉTHODE	viii
REMERCIEMENTS	ix
SIGLES ET ABRÉVIATIONS	x
GLOSSAIRE	xii
MESSAGES PRINCIPAUX	xv
RÉSUMÉ	xvii

CHAPITRE 1 DIFFICULTÉS CONCERNANT LES RESSOURCES EN TERRES ET EN EAU

Dégradation des terres et déforestation dues à l'activité humaine	1
Concurrence pour les terres	2
Pénurie et manque d'eau	6
Épuisement des eaux souterraines	7
Pollution et salinisation	8
Tempêtes de sable et de poussière	8
Appauvrissement de la biodiversité	8
Le changement climatique – une menace existentielle pour les systèmes agroalimentaires	9

CHAPITRE 2 GESTION DES RESSOURCES EN TERRES ET EN EAU: SITUATION ET TENDANCES

Étendue des terres cultivées dans le monde	13
Évolution de l'utilisation des terres agricoles	14
Production historique des systèmes agricoles	14
Contribution de l'irrigation à la production végétale mondiale	17
État actuel des ressources en eau pour l'agriculture	20
	25

CHAPITRE 3

PRODUIRE PLUS ET MIEUX: LE POTENTIEL

Analyse d'aptitude	29
Terres aptes à la culture: distribution géographique inégale	31
Écart de rendement et possibilités d'accroître la production sur les terres pluviales existantes	32
Le rôle de l'eau dans l'intensification future de l'agriculture	37
Évaluation des incidences du changement climatique sur les besoins en terres et en eau	44
	45

CHAPITRE 4

GESTION DURABLE DES RESSOURCES EN TERRES ET EN EAU: SOLUTIONS TECHNIQUES

Solutions techniques pour l'agriculture pluviale	57
Solutions techniques pour l'agriculture irriguée	58
Solutions techniques pour la production agricole en milieu urbain et périurbain	60
Solutions techniques pour les pâturages et la production d'aliments pour animaux	65
Solutions techniques pour les forêts et la restauration des terres dégradées	68
Solutions techniques pour la pêche continentale et l'aquaculture	71
Vers des solutions intégrées	75
	80

CHAPITRE 5

UN ENVIRONNEMENT FAVORABLE À DES SOLUTIONS DURABLES

Leviers: approches intégrées	83
Éléments catalyseurs: transposition à plus grande échelle de la gestion durable des terres et des ressources en eau	85
Perspectives d'avenir: solutions possibles pour un environnement favorable et efficace	92
	107

CHAPITRE 6

CONCLUSIONS

Défis et enjeux	111
Situation et tendances	111
Possibilité de produire plus et mieux	112
Solutions techniques pour améliorer la production	113
Environnement porteur pour les solutions techniques	114

ANNEXE

117

BIBLIOGRAPHIE

122

TABLEAUX

1 Évolution de la superficie, du rendement et de la production des céréales, par région, 1964-2023	19
2 Évolution de l'intensité de culture (toutes cultures), 1964-2023	21
3 Estimation de la superficie des terres utilisées pour la production céréalière, 1964-2023	21
4 Évolution de la superficie des terres agricoles, 1964-2023	22
5 Évolution de la superficie des terres agricoles, par catégorie d'utilisation des terres, 1964-2023	22
6 Évolution de la superficie des terres aménagées pour l'irrigation, 1964-2023	23
7 Terres irriguées et terres non irriguées, par région, et valeur relative de la production	24
8 Catégories d'aptitude prises en compte dans le zonage agroécologique mondial	33
9 Scénario historique (2001-2020) et variations nettes prévues (2081-2100) concernant la superficie des zones propices dans le cadre des scénarios climatiques SSP 2.6 (émissions faibles) et SSP 8.5 (émissions élevées)	47

10 Demande nette d'irrigation: scénario historique (2001-2020) et variations en pourcentage à l'avenir (2081-2100) dans le cadre des scénarios climatiques SSP 2.6 (émissions faibles) et SSP 8.5 (émissions élevées)	54
11 Les neuf étapes des Directives de la FAO pour la planification intégrée de l'utilisation des terres	88
A.1 Trajectoires socioéconomiques partagées (SSP) dans le sixième rapport d'évaluation du GIEC	119
A.2 Pays inclus dans les régions et sous-régions utilisées dans le rapport	120

FIGURES

1 Évolution au niveau mondial de la superficie des terres cultivées par habitant et de la valeur de la production brute des cultures, 1992-2022	3
2 Dégradation des terres due à l'activité humaine, 2020	4
3 Bilan azoté par unité de superficie cultivée, 2022	5
4 Évolution de la consommation de bioénergie, 2010-2023	7
5 Évolution des températures annuelles moyennes par pays, 2024	10
6 Répartition des terres cultivées, 2020	15
7 Utilisations des terres dans le monde et évolutions nettes de 2001 à 2023	16
8 Variation nette de la superficie des terres cultivées, par région et par utilisation des terres, 2001-2023	16
9 Fréquence des épisodes de sécheresse sur les terres où se pratique l'agriculture pluviale, 1984-2023	18
10 Fréquence des épisodes de sécheresse sur les pâturages non irrigués, 1984-2023	18
11 Causes de l'évolution de la production céréalière, 1964-2023	20

TABLE DES MATIÈRES

12 Évolution de l'utilisation d'engrais sur les terres cultivées, 1964-2023	23	24 Impact du changement climatique sur la superficie des terres de premier choix et des bonnes terres pour quatre cultures dans l'agriculture pluviale, SSP 8.5	50
13 Évolution des prélèvements d'eau dans le monde, par secteur, 1900-2020	25	25 Impact du changement climatique sur la superficie des terres de premier choix et des bonnes terres pour quatre cultures dans l'agriculture pluviale, SSP 2.6	52
14 Indicateur 6.4.2 des ODD – Niveau de stress hydrique dans les zones irriguées, 2018	26	26 Évolution de la production de cinq produits forestiers non ligneux, 2000-2022	77
15 Répartition dans le monde des terres aptes à la culture, par classe de couverture des sols, selon les scénarios de gestion à faible niveau d'intrants (L) ou à niveau d'intrants élevé (H), moyenne 2001-2020	34	27 Les neuf étapes des Directives de la FAO pour la planification intégrée de l'utilisation des terres	89
16 Répartition entre les régions des terres selon leur aptitude, par couverture des sols/utilisation des terres, selon les scénarios de gestion à faible niveau d'intrants ou à niveau d'intrants élevé, moyenne 2001-2020	35	28 Cadre conceptuel de la FAO pour la gestion intégrée des ressources en terres et en eau	108
17 Répartition entre les régions des terres de premier choix et des bonnes terres couvertes de prairies et de terrains arbustifs dans le cadre d'une gestion à faible niveau d'intrants sans irrigation, avec ou sans animaux au pâturage, 2015	39		
18 Rendements réalisables et rendements réels, dans le monde et par région, pour les céréales, les cultures oléagineuses et les racines et tubercules, moyenne 2001-2020	40	ENCADRÉS	
19 Écarts de rendement du maïs, du riz et du blé par niveau de gravité, moyenne 2001-2020	42	1 Comment l'irrigation contribue à la production végétale	24
20 Principales contraintes tenant au sol et au terrain dans le cadre d'une gestion à faible niveau d'intrants des terres cultivées actuelles, par région et par classe d'aptitude	43	2 Facteurs liés au sol et au terrain pris en compte dans le zonage agroécologique mondial	32
21 Évolution des superficies des terres irriguées et des cultures pluviales, 1990-2020	45	3 Niveaux d'intrants et de gestion pris en compte dans le zonage agroécologique mondial	33
22 Niveau de stress hydrique dans les grands bassins hydrographiques, 2018-2021	46	4 Libérer le potentiel des terres marginales	38
23 Scénario historique et projections concernant la superficie des terres aptes (terres de premier choix et bonnes terres) dans des conditions de culture pluviale, pour les quatre cultures principales dans les différentes régions et dans le cadre des différents scénarios climatiques	48	5 Système d'indice de stress agricole de la FAO	60
		6 Diversification des cultures, compostage et culture en surélevé à Cuba	61
		7 Hiérarchisation des priorités concernant les systèmes d'irrigation à moderniser/remettre en état au Tadjikistan	63
		8 Amélioration de l'efficacité d'utilisation de l'eau grâce à la technologie des drones de télédétection au Liban	63
		9 Quatre types de facteurs à prendre en compte pour une bonne analyse comparative de la modernisation de l'irrigation	64

10 Gestion des sols et de l'eau dans les pâturages de Chine	69	18 Principales caractéristiques de la planification intégrée de l'utilisation des terres	87
11 Technologies d'élevage de précision dans les systèmes d'élevage en pâturage	71	19 Maroc: élaboration d'un Pacte de planification du territoire dans la région de Souss-Massa	87
12 Application de l'Approche participative et éclairée des paysages au Nigéria	73	20 Transposer la gestion intégrée des ressources en eau au secteur de la pêche	90
13 Restauration des forêts et des paysages au Maroc	74	21 Réaffectation des subventions agricoles	95
14 Déploiement à grande échelle de chaînes de valeur vertes: le Cadre de production de paysages durables	76	22 Systèmes d'aide à la prise de décision dans le domaine de la gestion de l'irrigation	99
15 Plan d'action national pour une pêche artisanale durable en Ouganda	79	23 Utilisation du Système d'accès, de traitement et d'analyse des données d'observation de la Terre pour la surveillance des terres (SEPAL) de la FAO pour évaluer le potentiel de restauration des forêts	101
16 Innovation dans le domaine de l'aquaculture continentale	79	24 Approche des écoles pratiques d'agriculture	105
17 Intégration de la pêche aux systèmes d'irrigation à Kirindi Oya (Sri Lanka)	79	25 Priorité au renforcement des capacités institutionnelles	107

AVANT-PROPOS

Les ressources en terres, en sols et en eau constituent les fondements de la production agricole et de la sécurité alimentaire mondiale. D'ici à 2050, la population mondiale devrait compter 9,7 milliards de personnes et l'agriculture devra produire environ 50 pour cent de denrées alimentaires, d'aliments pour animaux et de fibres de plus qu'en 2012. La satisfaction de cette demande exercera une pression supplémentaire sur des ressources déjà très sollicitées: plus de 60 pour cent de la dégradation des terres due à l'activité humaine se produit sur les terres agricoles (terres cultivées et pâturages) et l'agriculture est à l'origine de plus de 70 pour cent des prélèvements d'eau douce dans le monde. Dans la mesure où 95 pour cent des denrées alimentaires sont produites sur les terres émergées, l'effet combiné des menaces que représentent la dégradation des terres, la pénurie d'eau et les phénomènes météorologiques extrêmes engendre d'énormes difficultés pour les systèmes agroalimentaires, les moyens de subsistance et la biodiversité.

Cette troisième édition de *L'État des ressources en terres et en eau pour l'alimentation et l'agriculture dans le monde* traite de la façon dont nous pouvons produire plus et mieux, tout en préservant les ressources limitées de la planète. Elle se concentre sur le potentiel des principales cultures – à la fois le potentiel actuel et le potentiel dans le cadre des scénarios climatiques futurs – et sur les politiques, les pratiques et les technologies qui peuvent aider à combler les écarts de rendement de manière durable.

Si les progrès réalisés dans le passé en matière de production et de productivité agricoles ont permis de répondre aux besoins croissants d'une population en pleine expansion, principalement grâce à l'intensification, ces résultats ont souvent été obtenus à un coût environnemental et social élevé.

Dans de nombreuses régions, la sécurité alimentaire et les systèmes agroalimentaires sont menacés. Pourtant, des solutions existent. Des pratiques agricoles durables peuvent apporter une réponse à cette menace en rétablissant les ressources en terres, en sols et en eau, tout en étant bénéfiques pour les écosystèmes. Parallèlement, la gestion durable de ces ressources peut nettement contribuer à l'atténuation du changement climatique et renforcer l'adaptation à ses effets.

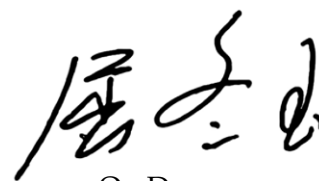
Pour obtenir de meilleurs résultats à l'avenir, il faut non seulement accroître la production alimentaire, mais aussi produire plus intelligemment, en comblant les écarts de rendement, en diversifiant la sélection de cultures adaptées et résistantes et en appliquant des pratiques qui soient adaptées localement et économes en ressources et qui conviennent à l'état des ressources en terres, en sols et en eau. Il n'existe pas de voie unique, pas de solution universelle.

On trouvera dans le présent rapport plusieurs pistes à suivre pour utiliser et gérer durablement les terres, les sols et l'eau. On y découvrira aussi diverses mesures et solutions, illustrées par des exemples, ainsi que les principaux catalyseurs nécessaires à leur transposition à plus grande échelle pour un impact durable et pour rendre nos systèmes agroalimentaires plus efficaces, plus inclusifs, plus résilients et plus durables.

Avec son travail sur les ressources en terres, en sols et en eau, guidé par son Cadre conceptuel pour la gestion intégrée des ressources en terres et en eau, la FAO aide ses membres à mettre au point des politiques, des programmes, des pratiques optimales et des outils de gestion qui garantissent une utilisation productive et efficace de ces ressources.

Je vous invite à lire la présente édition de *L'État des ressources en terres et en eau pour l'alimentation et l'agriculture dans le monde* et à œuvrer avec nous à la transformation des systèmes agroalimentaires en vue d'améliorer la production, la nutrition, l'environnement et les conditions de vie de tous,

en ne laissant personne de côté. Les choix que nous faisons aujourd'hui pour la gestion des ressources en terres et en eau détermineront la manière dont nous répondrons aux demandes actuelles et futures tout en protégeant notre planète pour les générations à venir.



Qu Dongyu
Directeur général de la FAO

MÉTHODE

La première édition de *L'État des ressources en terres et en eau pour l'alimentation et l'agriculture dans le monde*, publiée en 2011, présentait des informations et des analyses actualisées et complètes portant sur la situation, les évolutions et les défis en matière de ressources en terres et en eau à l'échelle mondiale. L'édition de 2011 traitait également des options et des stratégies à mettre en œuvre pour lutter contre des problèmes qui évoluent, comme la pénurie d'eau et la dégradation des terres.

La deuxième édition, publiée en 2021, fournissait des informations actualisées relatives au socle de connaissances, assorties d'un ensemble de recommandations et de mesures à l'intention des décideurs.

La présente édition 2025 de *L'État des ressources en terres et en eau pour l'alimentation et l'agriculture dans le monde* est axée sur le potentiel caché et inexploité que recèlent les ressources en terres et en eau en matière d'amélioration de la durabilité de la production agricole des principales cultures ainsi que de la sécurité alimentaire. Si le rapport s'intéresse aux terres et à l'eau de manière intégrée, en examinant les cultures, les parcours, la pêche et l'aquaculture, ainsi que les forêts, l'accent est mis sur les cultures, grâce à une analyse approfondie du potentiel de production des principales cultures se fondant sur des données et des informations tirées de la version 5 de l'évaluation du zonage agroécologique mondial (GAEZ), menée conjointement par la FAO et l'Institut international pour l'analyse des systèmes appliqués (IIASA).

Le chapitre 1 donne un aperçu des difficultés concernant les ressources en terres, en sols et en eau, tandis que le chapitre 2 présente l'état de ces ressources à partir d'un examen de la documentation et d'une analyse ciblée, se fondant sur les données de la FAO et d'autres sources. Le chapitre 3 présente et examine les résultats de l'analyse fondée sur le GAEZ, montrant l'aptitude des terres pour les principales cultures, aujourd'hui et dans les scénarios climatiques futurs, dans l'hypothèse d'une gestion à niveau d'intrants élevé. La méthode utilisée dans cette analyse est présentée dans le chapitre 3 et exposée plus en détail dans l'annexe. L'analyse se concentre sur le sol, le terrain et les conditions climatiques, sans tenir compte des facteurs socioéconomiques et écologiques qui ont des incidences directes sur le potentiel de production. Cependant, elle fournit également des informations à l'appui de décisions sur la répartition géographique générale de l'aptitude pour les principales cultures, et recommande des options et des mesures pour une utilisation et une gestion durables des ressources en terres et en eau, en s'appuyant sur des données et des connaissances clés qui sont essentielles pour éclairer et étayer l'élaboration des politiques à tous les niveaux. Le chapitre 3 décrit aussi les écarts de rendement des principales cultures. Combler ces écarts au moyen d'options de gestion durable permettra d'accroître la production alimentaire. Des possibilités en matière de gestion durable ainsi qu'un environnement propice à la réduction de l'écart de rendement sont examinés aux chapitres 4 et 5.

Étant donné qu'il n'y a pas de solution universelle, des options techniques et des mesures sont préconisées pour l'utilisation et la gestion durables des ressources en terres et en eau (voir le chapitre 4), et les conditions propices qui permettraient aux utilisateurs des terres d'adopter de telles mesures et de les étendre à plus grande échelle sont examinées (voir le chapitre 5).

Cette dernière édition en date de *L'État des ressources en terres et en eau pour l'alimentation et l'agriculture dans le monde* s'adresse aux responsables de l'élaboration des politiques, aux décideurs, aux experts et aux professionnels des gouvernements et des organisations non gouvernementales, des universités et des instituts de recherche, des organisations de producteurs et du secteur privé. Elle vise à promouvoir l'utilisation et la gestion durables des ressources en terres, en sols et en eau en vue de permettre une transformation des systèmes agroalimentaires les rendant plus efficaces, plus résilients et plus durables.

REMERCIEMENTS

L'élaboration de *L'État des ressources en terres et en eau pour l'alimentation et l'agriculture dans le monde 2025* a bénéficié du soutien et des contributions d'une équipe multidisciplinaire au sein de la FAO, composée des personnes suivantes:

Supervision générale et révision:

L. Li, N. Berrahmouni.

Coordination:

F. Ziadat.

Auteurs:

R. Arthur, E. Barrios, N. Berrahmouni, D. Bojic, R. Boroto, A. Bres, S. Casallas Ramirez, F. Chiozza, G. Conchedda, V. Crespi, J-M. Faurès, A. Grobicki, J. Hooegeveen, J. Jorgensen, K. Khazal, B. Kiersch, M. Konyushkova, A. Lemaitre, L. Li, F. Marttin, G. Munoz, C. Olivera Sanchez, L. Peiser, N. Rodriguez Eugenio, M. Salman, G. Santini, Y. Tong, A. Vollrath, X. Wang, D. Wisser, Y. Yigini, T. Zambrana, F. Ziadat.

Contributeurs:

V. Agostini, W. Ahmad, F. Boerstler, B. De Ridder, C. Del Campo Aragonés, D. Fallas Conejo, N. Franz, R. Ito, A. Lovatelli, L. Magliocchetti Lombi, G. Mair, E. Pek, N. Rakotovao, M. Sacande, E. Springgay, A. Yepes Quintero.

Éditeur technique:

J. M. Faures.

Réviseurs techniques internes et externes (réviseurs des chapitres):

O. Andreeva, A. Arslan, M. Barange, E. Barrios, M. Bernoux, F. Castell, A. Cattaneo, M. Chaya, B. Crawford, B. Dazis, A. Duchelle, M. Felix, D. Fernandez Reguera, A. Glinni, D. Gutierrez Mendez, J. Herrick, D. Laborde, X. Liangjie, R. Mc Donnell, A. Meybeck, H. Muminjanov, F. Nachtergaele, B. J. Orr, C. Pereira, L. Philips, F. Pierri, M. Sanchez Cantillo, D. Syme, V. Tandon, T. Walfram Petursdottir, A. Ward, Z. Wu, L. Xin, Y. Yasmi.

Facilitation du processus:

K. Khazal, F. Ziadat.

Correction d'épreuves:

C. Pedrick et la Sous-Division des publications et de la bibliothèque du Bureau de la communication de l'Organisation.

Préparation des statistiques et des cartes:

F. Chiozza, G. Conchedda, K. Khazal.

Modalités de publication, communications et conception graphique:

K. Khazal, J. Morgan, M. Piraux et la Sous-Division des publications et de la bibliothèque du Bureau de la communication de l'Organisation.

Services de secrétariat:

Service des opérations de la Division des terres et des eaux.

La traduction a été effectuée par la Sous-Division des langues de la Division des services aux organes directeurs de la FAO.

La Sous-Division des publications et de la bibliothèque du Bureau de la communication de l'Organisation a prêté un appui rédactionnel et s'est chargé de la conception et de la mise en page du document, ainsi que de la coordination de sa production dans les six langues officielles.

SIGLES ET ABRÉVIATIONS

AEA	approche écosystémique de l'aquaculture	GES	gaz à effet de serre
AEP	approche écosystémique des pêches	GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
AQUASTAT	Système mondial d'information sur l'eau et l'agriculture	GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH
BAfD	Banque africaine de développement	IIASA	Institut international pour l'analyse des systèmes appliqués
BEI	Banque européenne d'investissement	IPBES	Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques
CCNUCC	Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques	IUFRO	Union internationale des instituts de recherche forestière
CDB	Convention sur la diversité biologique	JRC	Centre commun de recherche
CGE	Commission de la gestion des écosystèmes	LPFN	Initiative «Des paysages pour les personnes, l'alimentation et la nature»
CGIAR	Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale	MAAIF	Ministère de l'agriculture, de l'élevage et de la pêche
CLD	Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification	ODD	objectif de développement durable
ComDev	communication pour le développement	ONU	Organisation des Nations Unies
COP	Conférence des parties	PAN-PAD	Plan d'action national pour une pêche artisanale durable (Ouganda)
C3S	Service Copernicus concernant le changement climatique	PFNL	produit forestier non ligneux
Directives PAD	Directives volontaires visant à assurer la durabilité de la pêche artisanale dans le contexte de la sécurité alimentaire et de l'éradication de la pauvreté	PIB	produit intérieur brut
EM-DAT	Base de données internationale sur les catastrophes	PILA	approche territoriale éclairée et participative (<i>Participatory Informed Landscape Approach</i>)
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture	PNUD	Programme des Nations Unies pour le développement
FAOSTAT	Base de données statistiques fondamentales de l'Organisation	PNUE	Programme des Nations Unies pour l'environnement
FEM	Fonds pour l'environnement mondial	PRISM	Établissement des priorités pour la modernisation et la remise en état des systèmes d'irrigation
GAEZ	zonage agroécologique mondial		

RCP	profil représentatif d'évolution de concentration (<i>Representative Concentration Pathway</i>)
RUAF	Centre de ressources sur l'agriculture urbaine et la sécurité alimentaire
SEPAL	Système d'accès, de traitement et d'analyse des données d'observation de la Terre pour la surveillance des terres
SER	Société pour la restauration écologique
SHARP+	Schéma holistique pour l'auto-évaluation paysanne de la résilience climatique
SSP	trajectoire socioéconomique partagée (<i>shared socioeconomic pathway</i>)
TAPE	Outil pour l'évaluation de la performance de l'agroécologie (<i>Tool for agroecology performance evaluation</i>)

UICN	Union internationale pour la conservation de la nature
USDA	Département de l'agriculture des États-Unis
WaPOR	Portail de données en libre accès sur la productivité de l'eau
WEFE	eau-énergie-alimentation-écosystèmes

Formules chimiques, monnaies et unités

CO₂	dioxyde de carbone
ha	hectare
kg	kilogramme
N	azote
USD	dollar des États-Unis

GLOSSAIRE

Agroécologie. Approche holistique qui applique des concepts écologiques et sociaux à la conception et à la gestion d'une agriculture et de systèmes alimentaires durables. Elle se concentre sur l'optimisation des interactions entre les végétaux, les animaux, les êtres humains et l'environnement, pour faire advenir des systèmes alimentaires durables et équitables.

Agroforesterie. Système d'utilisation des terres qui consiste à intégrer volontairement des arbres et des arbustes dans les mêmes unités de terre que des plantes cultivées et/ou des animaux d'élevage. Cette intégration peut être spatiale, temporelle ou les deux, et vise à créer des systèmes d'utilisation des terres plus durables et plus diversifiés.

Approche écosystémique. Stratégie de gestion intégrée des terres, de l'eau et des ressources vivantes qui favorise la conservation et l'utilisation équitable et durable. Elle repose sur l'application de méthodes scientifiques appropriées axées sur les niveaux d'organisation biologique qui englobent les processus, fonctions et interactions essentiels entre les organismes et leur environnement. Dans le cadre de cette approche, on reconnaît que les êtres humains, avec leur diversité culturelle, font partie intégrante des écosystèmes.

Aptitude des terres. Évaluation de la capacité d'un terrain donné à permettre la production d'une culture donnée, compte tenu de divers facteurs, dont le climat, le sol et le terrain.

Couverture des sols. Couverture physique et biologique observée de la surface terrestre, y compris les caractéristiques naturelles, telles que la végétation, les sols et les étendues d'eau, ainsi que les caractéristiques anthropiques, telles que les bâtiments et les routes. La couverture des sols se distingue de l'utilisation des terres, qui renvoie aux activités entreprises sur tel ou tel type de couverture.

Cultures d'opportunité. Cultures qui recèlent un grand potentiel non exploité pour ce qui est d'améliorer la sécurité alimentaire et nutritionnelle dans le contexte du changement climatique. Il s'agit la plupart du temps de cultures traditionnelles et

autochtones riches en nutriments qui ont souffert d'un manque d'investissement^a.

Cultures permanentes. Terres cultivées avec des cultures à long terme qu'il ne faut pas replanter pendant plusieurs années, comme le cacao et le café. Elles comprennent aussi les terres plantées d'arbres et d'arbustes qui produisent des fleurs, telles que les roses et le jasmin, ainsi que les pépinières.

Dégradation des terres. Réduction de la capacité des terres à fournir des biens et des services écosystémiques et à assurer leurs fonctions au fil du temps, en raison de l'activité humaine.

Écart de rendement. Différence entre le rendement des cultures obtenu dans une zone donnée et le rendement réalisable.

Efficience d'utilisation de l'eau. Rapport obtenu en divisant la quantité d'eau consommée pour une utilisation donnée par la quantité d'eau allouée ou fournie pour cette utilisation.

Feu incontrôlé. Tout feu de végétation non planifié et non contrôlé qui, quelle que soit sa source, peut avoir une incidence négative sur des éléments de valeur sur le plan social, économique ou environnemental et nécessiter une intervention de lutte ou d'autres mesures conformément à la politique fixée.

Gouvernance. Règles, organisations et processus, tant formels qu'informels, au moyen desquels les acteurs publics et les acteurs privés expriment leurs intérêts et prennent et mettent en œuvre des décisions concernant les denrées alimentaires et l'agriculture.

Intensité de culture. Rapport entre la somme des superficies récoltées et le total des terres cultivées

^a Herrick, J. E., Fowler, C., Sibanda, L. M., Lal, R. et Nelson, A. M. 2024. The vision for adapted crops and soils: how to prioritize investments to achieve sustainable nutrition for all. *Nature Plants*, 10: 1840-1846. <https://doi.org/10.1038/s41477-024-01867-w>; Sileshi, G. W., Borgemeister, C., Kuyah, S., Nath, A. J. et Arshad, S. 2025. About neglected and underutilized crops for agroecological transition of food systems. *CABI Agriculture and Bioscience*, 6(1): 0047. <https://doi.org/10.1079/ab.2025.0047>

pour une zone, une région ou un pays donné au cours d'une année. L'intensité de culture/taux d'exploitation est généralement exprimé(e) en pourcentage ou sous la forme d'une proportion. Une intensité de culture de 100 pour cent signifie que toutes les terres cultivées ont été moissonnées une fois au cours de l'année. L'intensité de culture est supérieure à 100 pour cent lorsqu'une partie des terres a été moissonnée plus d'une fois, et inférieure à 100 pour cent lorsqu'une partie des terres cultivées n'a pas été moissonnée (en cas de mauvaise récolte).

Pénurie d'eau. Déséquilibre entre l'offre et la demande d'eau douce dans une zone donnée (pays, région, bassin versant ou bassin fluvial, par exemple) résultant d'une demande élevée par rapport à l'offre disponible, compte tenu des conditions institutionnelles (y compris le prix) et des infrastructures données. La demande insatisfaite, les tensions entre les utilisateurs, une concurrence pour l'eau, une surexploitation des eaux souterraines et des flux insuffisants vers l'environnement naturel en sont des signes.

Production agricole. Englobe les cultures primaires, l'élevage, la pêche et la production forestière.

Productivité de l'eau. Dans le contexte de l'agriculture, production agricole par unité de volume d'eau appliquée ou consommée dans la production. Elle permet de quantifier l'efficacité d'utilisation de l'eau pour produire des cultures ou du bétail; on peut la mesurer en termes de valeur, de biomasse ou d'autres unités pertinentes.

Productivité des terres. Production agricole par unité de surface. Elle permet de quantifier l'efficacité d'utilisation des terres pour produire des cultures ou du bétail; on peut la mesurer en termes de valeur, de biomasse ou d'autres unités pertinentes.

Profils communs d'évolution socioéconomique. Scénarios qui modélisent le développement futur de la société et son impact sur les émissions de gaz à effet de serre.

Profils représentatifs d'évolution de concentration. Scénarios qui modélisent les concentrations futures de gaz à effet de serre et leur impact sur le climat. Ces

scénarios fournissent un cadre qui permet de comprendre quels effets différents niveaux d'émissions de gaz à effet de serre pourraient avoir sur le système climatique de la Terre d'ici à 2100 et plus tard. Ils ont été officiellement adoptés par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC).

Régime foncier. Relations, définies par la loi ou la coutume, entre les personnes – en tant qu'individus ou en tant que groupes – en ce qui concerne la terre. Il s'agit d'une institution, avec des règles que la société a inventées pour réguler les comportements. Ces règles portent sur différentes choses, de la manière dont l'accès est accordé au droit d'utiliser, de contrôler et de transférer des terres, en passant par les responsabilités et les contraintes qui y sont associées.

Régime foncier de l'eau. Relations, définies par la loi ou la coutume, entre les personnes (individus ou groupes) et les ressources en eau. Englobe les droits d'accès, d'utilisation, de gestion et de participation aux décisions relatives aux ressources en eau.

Rendement potentiel. Rendement maximal possible d'une culture donnée dans certaines conditions agroclimatiques et édaphiques, en fonction du relief et selon des hypothèses de gestion et des quantités d'intrants agronomiques bien précises.

Rendement réalisable. Dans le contexte du zonage agroécologique mondial (GAEZ), rendement maximal possible dans des conditions agroécologiques données, calculé en combinant les rendements potentiels tenant compte des conditions agroclimatiques et les évaluations du sol et du terrain. Le calcul tient compte des contraintes biophysiques, telles que la température, l'humidité disponible, le type de sol et la pente, ainsi que des quantités indiquées d'intrants agronomiques et des pratiques de gestion. Le rendement réalisable se distingue du rendement potentiel en ce qu'il tient compte des contraintes réalistes du sol et du terrain, ce qui donne une estimation plus pratique de la productivité d'une culture donnée dans des conditions données.

Stress hydrique. Proportion du prélèvement d'eau douce total par tous les secteurs (agriculture,

industrie et municipalités) par rapport au total des ressources renouvelables en eau douce, après prise en compte des besoins environnementaux en eau. Ce rapport, souvent exprimé en pourcentage, indique la pression exercée sur les ressources en eau douce d'un pays.

Superficie aménagée pour l'irrigation. Superficie des terres pourvues d'infrastructures et d'équipements d'irrigation qui peuvent apporter de l'eau aux cultures et qui sont en état de marche. Il n'est pas nécessaire que les équipements concernés aient été utilisés durant l'année de référence. La superficie aménagée pour l'irrigation comprend les zones équipées pour une irrigation en maîtrise totale faisant appel à n'importe quelle méthode d'irrigation de surface, d'irrigation par aspersion ou d'irrigation localisée. Sont également prises en compte les zones faisant appel à des méthodes d'irrigation en maîtrise partielle: épandage des eaux de crue (maîtrise des eaux de crue aux fins d'arrosage des cultures), marais et bas-fonds équipés et zones de décrue équipées. Est exclu l'arrosage manuel des plantes à l'aide de godets, d'arrosoirs ou d'autres dispositifs.

Superficie récoltée. Superficie totale des terres sur lesquelles une culture est récoltée. Exclut les superficies ensemencées ou plantées sur lesquelles il n'y a pas eu de récolte en raison d'une mauvaise récolte ou de dommages infligés aux cultures, par exemple.

Systèmes agroalimentaires. Ensemble des acteurs et des activités interdépendantes qui créent de la valeur ajoutée dans le cadre de la production agricole et des activités non agricoles connexes, telles que l'entreposage, le regroupement, la manutention après récolte ou après capture, le transport, la transformation, la distribution, la commercialisation et la consommation des aliments, ainsi que l'élimination des déchets.

Terre. Zone délimitée de la surface de la Terre, qui comporte tous les attributs de la biosphère située immédiatement au-dessus ou au-dessous de cette surface, inclut le climat au voisinage du sol, le sol et les formes du terrain, l'hydrologie de surface (y compris les lacs superficiels, les

rivières, les marais et les marécages), les couches sédimentaires proches de la surface et la nappe aquifère qui leur est associée, les populations végétales et animales, le peuplement humain et les conséquences physiques de l'activité humaine passée et présente (construction de terrasses, stockage d'eau et réseau de drainage, infrastructures, constructions, etc.).

Terres agricoles. Superficie totale des terres utilisées pour la production végétale et l'élevage. Ces terres comprennent les terres arables (portant des cultures temporaires), les terres portant des cultures permanentes (vergers, par exemple) et les pâturages permanents.

Terres arables. Terres utilisées pour des cultures temporaires, en rotation avec des jachères, des prairies et des pâturages, sur des cycles allant jusqu'à cinq ans. Superficie totale des terres portant des cultures, prairies, pâturages et jachères temporaires.

Terres cultivées. Terres utilisées pour les cultures. Il s'agit de la superficie totale des terres arables et des terres portant des cultures permanentes.

Terres marginales. Terres peu productives en raison de caractéristiques biophysiques, telles qu'un terrain accidenté, un sol de mauvaise qualité, des conditions météorologiques extrêmes (notamment des précipitations faibles et dispersées) et d'autres facteurs, ou terres productives limitées par des facteurs socioéconomiques, tels que la dégradation des terres due à l'activité humaine, l'instabilité des prix du marché, le régime foncier et l'accès limité aux marchés et aux infrastructures, qui rendent impossible une production rentable dans des conditions données.

Utilisation des terres. Activités que les personnes mènent, dispositions qu'elles prennent et contributions qu'elles font sur un type de couverture des sols donné pour produire ou pour modifier ou entretenir les sols. L'utilisation des terres englobe un large éventail d'activités humaines – agriculture, foresterie, développement urbain et création d'infrastructures, par exemple – et constitue un aspect essentiel de la gestion des terres et du développement durable.

MESSAGES PRINCIPAUX

Difficultés concernant les ressources en terres et en eau

- La terre, le sol et l'eau sont à la base de la production agricole. La production et la productivité agricoles ont permis de répondre aux besoins croissants d'une population en pleine expansion par le passé, mais à un prix fort sur les plans environnemental et social.
- La dégradation des terres due à l'activité humaine touche les terres cultivées, les pâturages et les forêts, dont les personnes tirent leurs moyens de subsistance. Les pratiques agricoles intensives et l'utilisation non durable de produits chimiques conduisent de plus en plus souvent à la pollution et à l'épuisement des ressources en terres, en sols et en eau.

Gestion des ressources en terres et en eau: situation et tendances

- De 1964 à 2023, la majeure partie de l'augmentation de la production agricole s'explique par l'intensification, les terres agricoles s'étant étendues de seulement 8 pour cent.
- Plus de 1 660 millions d'hectares de terres, soit plus de 10 pour cent de la superficie des terres émergées dans le monde, ont été dégradés par des pratiques non durables d'utilisation et de gestion des terres, et plus de 60 pour cent de cette dégradation s'est produite sur des terres agricoles (dont des terres cultivées et des pâturages).
- Les futurs modèles de développement agricole doivent reposer sur la transformation des systèmes agroalimentaires au service d'une meilleure production, d'une meilleure nutrition, d'un meilleur environnement et de meilleures conditions de vie, sans laisser personne de côté. La production supplémentaire nécessaire pour répondre à l'augmentation future de la demande doit passer par des systèmes de production plus efficaces, plus inclusifs, plus résilients et plus durables qui tiennent compte des dimensions socioéconomiques et environnementales du développement durable.

Produire plus et mieux: le potentiel

- Il est possible de nourrir les 9,7 milliards de personnes que comptera, selon les prévisions, la population mondiale d'ici à 2050, et les quelque 10,3 milliards de personnes qui devraient peupler la planète quand la population mondiale culminera, vers 2085. Les conditions dans lesquelles la production alimentaire aura lieu détermineront les coûts environnementaux, sociaux et économiques qu'elle engendrera. Néanmoins, les possibilités d'expansion de l'agriculture sont limitées, puisque la poursuite de la conversion des terres en terres cultivées aurait des répercussions sur d'autres écosystèmes et les services qu'ils procurent, notamment les forêts, les prairies et les zones humides.
- Il est possible d'accroître considérablement la productivité des terres dans la plupart des régions en développement et pour la plupart des types de cultures. L'essentiel de l'augmentation de la production alimentaire doit venir de la réduction des écarts de rendement, de la sélection de cultures adaptées aux conditions agroécologiques données et de l'adoption de pratiques de gestion durables adaptées à chaque culture.
- Le changement climatique a des effets sur l'aptitude des terres concernant de nombreuses cultures. Voilà pourquoi, généralement, les zones propices à certaines cultures se déplacent vers des latitudes et des altitudes plus élevées. Pour certaines cultures, la demande d'eau à usage agricole va augmenter dans les scénarios climatiques futurs, tandis que l'approvisionnement en eau deviendra plus variable et moins fiable.
- Dans les régions où les ressources en terres et en eau sont rares, il faut souvent faire des concessions et des choix difficiles dans l'allocation des ressources pour réaliser les objectifs concurrents de la société (agriculture, industrie, urbanisation, énergie, conservation de la biodiversité). La planification intégrée des ressources en eau et en terres apporte des outils qui permettent de gérer cette concurrence pour les ressources et d'utiliser celles-ci au mieux.

MESSAGES PRINCIPAUX

Gestion durable des ressources en terres et en eau: solutions techniques

- ➔ Il existe de multiples solutions techniques pour parvenir à une gestion durable des terres, des sols et de l'eau. Elles dépendent du contexte socioécologique et du système de production, lesquels sont très variés dans le monde. Un environnement propice approprié est nécessaire pour que les utilisateurs des terres et de l'eau puissent mettre en œuvre les solutions avec succès.
- ➔ La productivité de l'agriculture pluviale peut être améliorée grâce à l'adoption plus systématique de l'agriculture de conservation et à l'utilisation de variétés végétales tolérantes à la sécheresse, ainsi que grâce à des pratiques de résilience face à la sécheresse telles que la conservation de l'humidité du sol, la diversification des cultures et le compostage organique. Ces pratiques ont le potentiel de contribuer dans une large mesure à la sécurité alimentaire de millions de petits producteurs, ainsi qu'à l'amélioration de la santé des sols et de la biodiversité au sein des exploitations.
- ➔ L'intégration de solutions sectorielles offre un modèle unifié de gestion durable des ressources en terres et en eaux, ainsi que des ressources forestières et aquatiques, qui prend en compte les multiples aspects de la sécurité alimentaire, de la résilience face au climat et de la durabilité environnementale. L'agroforesterie, le pâturage tournant et l'amélioration des fourrages, ainsi que la rizipisciculture, ne sont que quelques exemples de ces approches intégrées. Ensemble, ces technologies et pratiques créent un cadre où l'utilisation durable des ressources est adaptée à des paysages spécifiques et renforce la résilience face au changement climatique.

Un environnement propice à des solutions durables

- ➔ La planification intégrée de l'utilisation des terres, la gestion intégrée des paysages et des ressources en eau, le nexus eau-énergie-alimentation-écosystèmes, l'agroécologie et l'approche axée sur les systèmes agroalimentaires sont des approches durables et intégrées essentielles pour faire face aux crises du climat, des terres, des sols, de l'eau et de la biodiversité, étant entendu qu'il n'y a pas de solution universelle.
- ➔ Pour que ces solutions de gestion intégrée des ressources en terres, en sols et en eau puissent être mises en œuvre de manière cohérente à grande échelle, il faut mettre en place les éléments catalyseurs suivants: des politiques sectorielles cohérentes entre elles; la gouvernance des ressources naturelles; les données, les informations et les technologies; des systèmes de gestion des risques, notamment des stratégies d'alerte précoce, d'adaptation et de résilience; des financements et des investissements durables; l'innovation; et des capacités institutionnelles.

RÉSUMÉ

L'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) estime que, pour répondre aux demandes d'une population mondiale croissante, l'agriculture devra produire, d'ici à 2050, environ 50 pour cent de denrées alimentaires, d'aliments pour animaux et de fibres de plus qu'en 2012. Cette augmentation de la production accentuera encore les pressions déjà fortes qui pèsent sur les ressources en eau, en terres et en sols dans le monde. Dans un nombre croissant de régions, la sécurité alimentaire et les systèmes agroalimentaires sont menacés par des pratiques de gestion des ressources naturelles non durables, par l'expansion urbaine, par une demande accrue de nourriture, d'eau, d'énergie et de biomatériaux, ainsi que par la persistance d'inégalités sociales et d'inégalités de genre dans l'accès aux ressources et la gouvernance de ces dernières.

La FAO estime que plus de 1,6 milliard d'hectares de terres, soit plus de 10 pour cent des terres émergées de la planète, ont été dégradés par des pratiques non durables d'utilisation et de gestion des terres. Plus de 60 pour cent de cette dégradation se produit sur les terres agricoles (y compris les terres cultivées et les pâturages), ce qui engendre une pression sans précédent sur les systèmes agroalimentaires dans le monde. À l'échelle mondiale, la superficie des zones urbaines a plus que doublé en l'espace de deux décennies, passant de 33 millions d'hectares en 1992 à 71 millions d'hectares en 2015. Cette expansion a consommé 24 millions d'hectares de terres cultivées parmi les plus fertiles, 3,3 millions d'hectares de forêts et 4,6 millions d'hectares d'arbustes.

Le changement climatique exerce une pression supplémentaire sur les ressources en terres et en eau, exacerbant les risques qui pèsent sur les moyens de subsistance, la biodiversité et les systèmes agroalimentaires. Cette tendance devrait se poursuivre en raison de l'augmentation de la demande de denrées alimentaires et d'autres produits, de la dégradation des sols, du changement climatique et de l'appauvrissement de la biodiversité. Se faisant sentir sur toutes les composantes des systèmes agroalimentaires, y compris les ressources en terres, en sols et en eau, les effets du changement climatique se

manifestent de plus en plus clairement sous la forme d'une hausse des températures, d'une modification des régimes de précipitations et d'une multiplication des phénomènes extrêmes, tels que les sécheresses et les inondations. La fréquence et l'intensité croissantes des catastrophes causées par des phénomènes météorologiques extrêmes font payer un tribut sans précédent à la production alimentaire, avec des pertes annuelles estimées à 123 milliards d'USD, soit l'équivalent de 5 pour cent du produit intérieur brut agricole mondial. Ce tableau est encore assombri par l'aggravation alarmante de l'instabilité sociale et des conflits dans de nombreux pays et régions, qui ont eu des répercussions sur environ 1,9 milliard d'hectares, soit près de 40 pour cent des terres agricoles, en 2023.

Malgré l'ampleur des défis à relever concernant les ressources naturelles de la planète, l'agriculture – si elle est gérée et pratiquée de manière durable – est capable de répondre aux besoins de la population mondiale croissante, qui devrait atteindre 9,7 milliards de personnes d'ici à 2050 et culminer à 10,3 milliards d'individus d'ici à 2085. Des pratiques agricoles durables peuvent déboucher directement sur une amélioration de l'état des ressources en terres, en sols et en eau, et aussi être bénéfiques pour les écosystèmes. Parallèlement, la gestion durable des ressources en terres, en sols et en eau peut nettement contribuer à l'atténuation du changement climatique et à l'adaptation à ses effets.

Toute stratégie visant à parvenir à une production agricole durable et à une gestion durable des ressources en terres et en eau requiert de transformer la gestion de ces ressources critiques, ce qui doit se faire sur la base d'informations exactes et de financements suffisants et s'accompagner d'efforts et d'initiatives déployés en synergie dans un contexte plus large que celui de la gestion des ressources naturelles. Dans le domaine précis et critique du changement climatique, les investissements et le financement à des fins climatiques, actuellement insuffisants, doivent être renforcés. Il importe également de garder à l'esprit qu'il faut planifier avec soin toutes les mesures visant à atténuer le changement climatique et à s'adapter à ses effets afin d'éviter une mauvaise

adaptation ou des conséquences indésirables, par exemple une pression supplémentaire sur des ressources en eau déjà rares ou une dégradation accrue des ressources en terres et en sols.

Cette troisième édition de *L'État des ressources en terres et en eau pour l'alimentation et l'agriculture dans le monde* – qui fait partie pour la première fois de la série de publications phares de la FAO sur l'état du monde – est axée sur les possibilités d'amélioration de la production de denrées alimentaires, d'aliments pour animaux et de fibres, et apporte des réponses aux questions de savoir comment produire plus et mieux pour répondre aux besoins d'une population croissante et comment gérer au mieux les ressources en terres, en sols et en eau de la planète à cette fin.

Dans le cadre d'une analyse large et détaillée des terres, des sols et de l'eau – éléments fondamentaux de la production agricole –, le présent rapport traite des cultures, des pâtures, des forêts, de la pêche et de l'aquaculture. L'accent est mis sur les possibilités d'améliorer la production des principales cultures, aujourd'hui et dans les scénarios climatiques futurs, grâce à un examen approfondi des données issues de la dernière analyse de zonage agroécologique mondial (GAEZ) menée conjointement par la FAO et l'Institut international pour l'analyse des systèmes appliqués. Le présent rapport s'appuie sur des données et des connaissances clés pour soutenir et éclairer l'élaboration des politiques à tous les niveaux. En outre, il explore les pistes d'utilisation et de gestion durables des ressources en terres, en sols et en eau, dans le but de combler l'écart de rendement des principales cultures et d'augmenter ainsi la production agricole. Il présente des propositions d'actions et de solutions, étayées par des exemples, et recense les catalyseurs qui seraient nécessaires pour déployer ces actions et ces solutions à plus grande échelle afin d'obtenir un impact durable. L'objectif général du rapport est d'analyser et de promouvoir les possibilités de transformation des systèmes agroalimentaires par l'utilisation et la gestion durables des ressources en terres, en sols et en eau, afin que ces trois composantes essentielles des systèmes agroalimentaires gagnent en résilience et deviennent plus productives, aujourd'hui et demain.

DÉGRADATION DES RESSOURCES NATURELLES DUE À L'ACTIVITÉ HUMAINE

Au cours des dernières décennies, les progrès accomplis en matière de production et de productivité agricoles ont permis de répondre à la demande croissante d'une population en pleine expansion, mais à un prix fort sur les plans environnemental et social. Les fortes augmentations de la productivité des terres qu'il a fallu obtenir pour fournir de la nourriture, des vêtements, un abri et des moyens d'existence à des personnes toujours plus nombreuses ont eu des répercussions souvent délétères sur la biodiversité et les autres fonctions et services écosystémiques, ainsi que sur la qualité et la quantité des ressources en terres et en eau. La dégradation des terres due à l'activité humaine a eu des conséquences négatives sur les terres cultivées, les pâturages et les forêts, mettant en péril la capacité des générations futures à produire des aliments, des combustibles et des fibres. Les pratiques agricoles intensives et l'utilisation excessive de produits chimiques ont de plus en plus souvent conduit à la pollution et à l'épuisement des ressources en terres, en sols et en eau.

S'étendant sur 4,8 milliards d'hectares – l'équivalent d'un tiers de la surface terrestre de la planète –, l'agriculture a, sur les ressources en terres et en eau, un impact plus important que tout autre secteur économique. La pression sans précédent exercée sur les ressources en terre, en sols et en eau a sérieusement mis à mal les rendements et les perspectives d'avenir de l'agriculture elle-même, ce qui a fait perdre davantage de terres productives et réduit les quantités d'eau disponibles pour l'agriculture et les autres formes de production agricole, entretenant un cercle vicieux de plus en plus infernal. L'expansion de l'agriculture conduit à la déforestation et constitue l'une des principales causes de la dégradation des écosystèmes riches en carbone, tels que les tourbières. On estime que 64 pour cent des terres agricoles sont exposées au risque de pollution par les pesticides, qui appauvrit la biodiversité en détruisant les pollinisateurs, nuit au microbiote du sol et rend les systèmes agroalimentaires moins résistants aux organismes nuisibles, aux agents pathogènes et au changement climatique.

À l'origine de 72 pour cent des prélèvements d'eau douce dans le monde – un chiffre qui devrait encore augmenter à l'avenir –, l'agriculture contribue à la pénurie d'eau et en subit de plus en plus les conséquences. La surexploitation des nappes phréatiques et l'intrusion d'eau de mer dans les aquifères côtiers sont très fréquentes et ont de lourdes conséquences pour la sécurité alimentaire.

NOURRIR UNE POPULATION EN EXPANSION COÛTE CHER

Entre 1964 et 2023, l'essentiel de l'augmentation de la production agricole enregistrée dans le monde a été le fruit de l'intensification, les terres agricoles s'étant étendues de seulement 8 pour cent. Ainsi, par exemple, la production céréalière a crû de 213 pour cent dans le monde sur ces 60 ans, essentiellement en raison de meilleurs rendements, alors que la superficie récoltée a augmenté de seulement 10 pour cent.

Sur ces six décennies, l'intensification qui a permis d'accroître ainsi la production agricole a été obtenue grâce à l'amélioration des variétés cultivées, des semences, des pratiques agronomiques et de l'accès à l'eau, et à l'utilisation plus systématique d'engrais. La superficie totale des terres irriguées dans le monde a plus que doublé au cours de cette période et, en 2023, 23 pour cent de toutes les terres cultivées étaient aménagées pour l'irrigation. Les terres cultivées irriguées produisent, en valeur, 48 pour cent de toutes les cultures, ce qui montre qu'elles sont 3,2 fois plus productives, en valeur, que les terres pluviales. En moyenne, le rendement des terres irriguées est de 76 pour cent supérieur à celui des terres pluviales.

En moyenne, dans le monde, on utilisait 116 kg d'engrais par hectare de terres cultivées en 2023, soit plus de quatre fois plus qu'en 1964. Les superficies plantées de cultures permanentes, notamment de palmiers à huile, de caféiers, de théiers et d'autres cultures arboricoles – essentiellement destinées aux marchés mondiaux – ont crû de 42 pour cent, soit 56 millions d'hectares, entre 2001 et 2023 dans presque toutes les régions et sous-régions du monde.

Sans intensification, il aurait fallu étendre davantage les terres agricoles – et, par conséquent, empiéter sur d'autres terres – pour accroître la production comme il était nécessaire. Dans certaines régions du monde, la stratégie d'intensification a même entraîné une réduction de la superficie des terres agricoles. Ainsi, l'Amérique centrale, l'Amérique septentrionale et l'Europe méridionale ont enregistré une réduction nette des terres arables de 2001 à 2023.

Cela étant, malgré ses bénéfices en termes de récoltes, l'augmentation de la production agricole, que ce soit par l'extension ou par l'intensification, s'est accompagnée de coûts environnementaux élevés, contribuant à une part substantielle des émissions de gaz à effet de serre et de l'appauvrissement de la biodiversité, dégradant les écosystèmes terrestres et ceux des eaux intérieures, polluant les sols et les aquifères, et poussant les prélèvements d'eau à des niveaux non durables dans un nombre croissant de régions. Les pratiques agricoles et pratiques de gestion non durables ont entraîné la dégradation de 996 millions d'hectares de terres agricoles, soit plus de 60 pour cent de la dégradation des terres due à l'activité humaine, laquelle touche une superficie totale de plus de 1 660 millions d'hectares. Actuellement, on estime que 1,2 milliard de personnes, soit environ un sixième de la population mondiale, vivent dans des zones agricoles qui manquent cruellement d'eau.

Pour parvenir à l'accroissement de la production agricole dont le monde a absolument besoin, sans déclencher les effets secondaires négatifs qui mettront inévitablement à mal les gains engrangés et les perspectives à long terme, il faut revoir radicalement les modèles futurs de développement agricole. La production supplémentaire nécessaire pour répondre aux besoins accrus doit être réalisée d'une manière beaucoup plus durable, tant du point de vue biophysique que sur le plan socioéconomique. Une utilisation plus efficace des ressources en terres et en eau est une condition préalable essentielle à toute approche allant dans ce sens, pour garantir que les prélèvements d'eau – qu'il s'agisse d'eau de surface ou d'eau souterraine – s'effectuent dans les limites de la durabilité et

RÉSUMÉ

que les décisions relatives à l'utilisation des terres soient prises dans le souci de produire des denrées alimentaires de façon durable.

LIBÉRER LE POTENTIEL DE PRODUIRE PLUS ET MIEUX

Si les ressources en terres et en eau sont gérées avec soin, il est possible de produire assez de nourriture pour les 9,7 milliards de personnes que comptera, selon les prévisions, la population mondiale d'ici à 2050, et pour les quelque 10,3 milliards de personnes qui devraient peupler la planète quand la population mondiale culminera, vers 2085. Cela signifie que l'on aura besoin de 1,9 milliard d'hectares de terres cultivées en 2050 et de 2,1 milliards d'hectares au milieu des années 2080 (contre 1,6 milliard d'hectares aujourd'hui), soit bien moins que les 4 milliards d'hectares de terres de premier choix et de bonnes terres actuellement disponibles. Toutefois, ces calculs à l'échelle mondiale ne tiennent compte ni des fortes variations d'une région à une autre et d'un pays à un autre, ni de la concurrence avec les autres utilisations, ni de la dégradation des terres utilisées actuellement. En réalité, le potentiel d'expansion de l'agriculture est très limité. En effet, la poursuite de la conversion des terres en terres cultivées aurait des répercussions sur d'autres écosystèmes, notamment les forêts, les prairies et les zones humides. Or il est essentiel de préserver ces écosystèmes pour relever les défis que sont le changement climatique et l'appauvrissement de la diversité biologique. Il faut mettre en place des approches holistiques, comme la planification intégrée de l'utilisation des terres, pour optimiser l'utilisation des terres disponibles adaptées à la production alimentaire, tout en gérant la concurrence entre les différentes utilisations des terres et avec les autres secteurs économiques.

En outre, les conditions d'accroissement de la production seront un facteur déterminant des répercussions environnementales, sociales et économiques qui pourraient en découler. Toute extension des terres cultivées se fera au détriment des autres utilisations des terres et alourdira encore le considérable impact écologique de l'agriculture. Il est donc essentiel d'évaluer les répercussions et les concessions s'agissant de

l'aggravation de la dégradation, en particulier de la biodiversité et des fonctions de régulation des écosystèmes. À un niveau plus local, dans les régions où les ressources en terres et en eau sont rares, la planification intégrée de ces ressources permet de gérer la concurrence qu'elles suscitent entre les différents secteurs et d'optimiser leur utilisation.

Les facteurs géographiques et biophysiques doivent être pris en compte dans les décisions concernant l'extension des cultures. L'Afrique et l'Amérique du Sud, par exemple, recèlent encore un potentiel d'extension, alors que l'Asie a, globalement, atteint ses limites. En outre, alors que la production agricole est principalement pratiquée sur des terres de premier choix ou de bonne qualité, dans certaines régions, les producteurs sont obligés de travailler sur des terres marginales. Malgré ces contraintes, il est possible d'accroître la production et la productivité des terres marginales en ayant recours à des pratiques et des techniques de gestion durable, tout en s'attaquant aux causes profondes et aux facteurs de la dégradation des terres et en les éliminant. Ces pratiques doivent être adaptées aux conditions locales et soutenues par des instruments financiers et des instruments de politiques appropriés.

Pour accroître la production agricole, on peut, outre augmenter la superficie des terres cultivées, avoir recours à l'intensification, c'est-à-dire augmenter la production sur les terres agricoles existantes. Le potentiel – actuel et futur – d'augmentation de la production des terres agricoles actuelles est mis en évidence par l'analyse de l'écart de rendement, une approche essentielle non seulement pour produire assez de nourriture compte tenu des prévisions démographiques mondiales, mais aussi pour poursuivre l'intensification d'une manière beaucoup plus durable que par le passé. Dans la plupart des régions en développement, il est possible d'accroître nettement la productivité des terres, pour la plupart des types de cultures, en suivant une approche en trois volets: la réduction de l'écart de rendement, la sélection de cultures adaptées aux conditions agroécologiques (cultures d'opportunité, par exemple) et l'adoption de pratiques de gestion durables et adaptées à chaque culture.

COMBLER L'ÉCART DE RENDEMENT

L'écart de rendement correspond à la différence entre le rendement actuel et le rendement réalisable – un calcul qui révèle les possibilités d'amélioration dans de nombreuses régions où les rendements des cultures sont inférieurs au rendement potentiel offert par une gestion optimale. L'Afrique subsaharienne en est un bon exemple: le rendement des cultures pluviales n'y est que de 24 pour cent du rendement potentiel offert par des pratiques de gestion appropriées. Pour mettre en évidence les régions où il est possible d'augmenter la production alimentaire, on analyse, dans le cadre du présent rapport, les possibilités de réduction de l'écart de rendement pour des groupes de cultures et des cultures sélectionnés dans différentes régions et dans différentes conditions de gestion, en suivant la méthode GAEZ et en utilisant la dernière évaluation GAEZ disponible. La méthode GAEZ consiste à mettre en relation, d'une part, les ensembles de données géoréférencées disponibles à l'échelle mondiale sur les conditions agroclimatiques, le sol et le terrain et, d'autre part, les besoins des cultures étudiées, afin de déterminer les utilisations appropriées des terres agricoles et de modéliser le rendement agronomique réalisable pour 52 cultures. Ces facteurs permettent d'évaluer l'aptitude des terres et le potentiel de production des différentes cultures selon diverses hypothèses relatives aux intrants et à la gestion, d'estimer les écarts de rendement en comparant le rendement actuel au rendement réalisable et de recenser les zones sensibles où une utilisation plus productive des terres est possible.

L'irrigation répond à un facteur déterminant de l'aptitude des terres et de l'accroissement de la production par l'humidification suffisante et régulière du sol pour les cultures. Toutefois, son utilisation peut avoir des conséquences négatives et il est important d'évaluer et de planifier les choses avec soin au niveau des exploitations agricoles, des bassins versants et des nappes aquifères dans un souci de durabilité. La mise en place de meilleures pratiques agricoles, par exemple l'utilisation d'éléments nutritifs et l'application d'engrais plus efficaces, l'intégration d'intrants organiques et le recours à une mécanisation

durable, peut aider à lutter contre l'épuisement du sol, qui constitue un grand facteur limitant pour les niveaux de production dans de nombreuses régions. Il est également important d'adopter des variétés de cultures appropriées et de promouvoir l'agrobiodiversité, notamment de mettre en place des cultures d'opportunité adaptées aux conditions et aux cultures qui prévalent dans la zone considérée.

Compte tenu de l'impact substantiel que le changement climatique a sur l'agriculture et de l'influence qu'il pourrait avoir à l'avenir sur l'aptitude des terres pour de nombreuses cultures, on trouvera dans le présent rapport une analyse détaillée de la manière dont les changements de température, de précipitations et d'autres facteurs sont susceptibles d'influer sur l'aptitude des terres. Ainsi, sur la base des données GAEZ et des scénarios climatiques du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, on évalue l'impact du changement climatique sur l'aptitude des terres, la demande en eau des cultures et la production potentielle de certains groupes de cultures. Il en ressort que le changement climatique modifiera probablement la répartition des zones propices aux cultures dans l'agriculture pluviale, les projections variant en fonction du modèle climatique appliqué. Pour certaines cultures, la demande d'eau à usage agricole va augmenter dans les scénarios climatiques futurs, tandis que l'approvisionnement en eau deviendra plus variable et moins fiable.

FEUILLE DE ROUTE POUR CONCILIER AUGMENTATION DE LA PRODUCTION ALIMENTAIRE ET SANTÉ DES ÉCOSYSTÈMES

Les ressources en terres et en eau et les ressources forestières et aquatiques étant interdépendantes, il faut, pour les gérer durablement, adopter une approche holistique qui combine des solutions techniques complémentaires, générant des avantages globaux supérieurs à la somme de leurs parties. Présentant une analyse de certaines des multiples technologies et approches qui permettent de gérer durablement les terres, les sols et l'eau, le rapport offre une feuille de route aux décideurs qui

RÉSUMÉ

cherchent à concilier amélioration de la production alimentaire et santé des écosystèmes. Cette feuille de route souligne l'importance que revêtent les pratiques de gestion intégrée lorsqu'il s'agit de mettre en place des systèmes agroalimentaires efficaces, inclusifs, résilients et durables.

Ensemble, les stratégies complémentaires présentées – dont chacune est propre à un contexte et nécessite un environnement porteur approprié – apportent des réponses aux difficultés engendrées par la pénurie d'eau, la dégradation des sols et des terres, la déforestation et l'appauvrissement de la biodiversité. L'intégration de solutions sectorielles offre un modèle unifié de gestion durable des terres, de l'eau, des forêts et des ressources aquatiques qui prend en compte de multiples aspects de la sécurité alimentaire, de la résilience face au climat et de la durabilité environnementale. Pour ne citer que quelques exemples de ces approches, la production végétale et la foresterie intégrées améliorent la santé des sols et restaurent les paysages dégradés, deux aspects essentiels lorsqu'il s'agit de garantir la productivité à long terme des terres et l'adaptation au changement climatique. Dans l'agriculture pluviale, les amendements organiques, la diversification des cultures et le travail de conservation du sol contribuent directement à la restauration des forêts en favorisant un état du sol qui stabilise et enrichit les paysages environnants. Les systèmes d'agroforesterie, connus pour leur résilience et la richesse de leur biodiversité, complètent ces pratiques en offrant des avantages à long terme pour les sols, tels qu'une meilleure rétention de l'humidité dans les sols et une meilleure fixation du carbone. L'intégration de pratiques d'agroforesterie dans les pâturages peut amener de l'ombre, améliorer la qualité du fourrage et renforcer la santé des sols, tandis que le pâturage tournant entretient des prairies productives qui préviennent l'érosion des sols et l'appauvrissement de la biodiversité. En encourageant l'inclusion stratégique d'arbres dans les prairies, ces pratiques complémentaires favorisent la résilience face aux phénomènes climatiques extrêmes, aident à gérer l'érosion et renforcent la fixation du carbone dans les écosystèmes des pâturages.

En ce qui concerne les ressources en eau – qui constituent un élément clé de toute stratégie d'augmentation de la production agricole –, il y a de bonnes raisons d'adopter une approche de gestion commune pour soutenir à la fois l'agriculture et la pêche, afin de maximiser la production alimentaire tout en conservant l'eau. Concevoir et gérer l'eau en ayant à l'esprit des utilisations multiples (agriculture, eau de consommation, industries, élevage et pêche, par exemple) permet d'accroître la productivité sociale et économique de l'eau dans les systèmes de gestion de cette ressource. Les étangs agricoles multifonctions peuvent stocker de l'eau pour l'irrigation et les besoins domestiques et servir en même temps à l'élevage de poissons, qui permet aux populations locales de se nourrir et de gagner leur vie. L'intégration de l'agriculture et de l'aquaculture permet de recycler l'eau et les nutriments et d'augmenter les revenus. Les systèmes de rizipisciculture sont un excellent exemple de la manière dont cette approche synergique peut contribuer à la fois à la nutrition et aux revenus des ménages, tout en permettant une utilisation plus efficace de l'eau.

On peut améliorer la productivité de l'eau dans l'irrigation en modernisant les installations, par exemple en créant des infrastructures d'irrigation respectueuses des poissons qui permettent d'améliorer la biodiversité aquatique et la sécurité alimentaire sans compromettre la productivité agricole. Pour assurer le succès à long terme des systèmes d'irrigation modernisés, il est essentiel d'adopter une approche comparative qui tienne compte des facteurs techniques, institutionnels, socioéconomiques et environnementaux.

En améliorant à la fois la gestion de l'eau et les pratiques de pâture – en sélectionnant des espèces pastorales tolérantes à la sécheresse et peu gourmandes en eau (notamment des graminées et des espèces ligneuses), en intégrant des espèces fourragères et des légumineuses dans les pâturages et en adoptant des technologies d'élevage de précision –, on peut nettement contribuer à une meilleure gestion des terres et de l'eau pour le pâturage et la production d'aliments pour animaux.

En ce qui concerne la production alimentaire pour des populations de plus en plus citadines, le rapport traite du potentiel que recèle l'agriculture urbaine et périurbaine, l'accent étant mis sur la culture hydroponique, l'agriculture verticale et l'agriculture sur les toits – techniques qui se sont révélées efficaces partout dans le monde. Outre les pratiques durables et intégrées sur les lieux d'exploitation, d'autres outils innovants, tels que les systèmes d'alerte précoce et les prévisions climatiques, jouent un rôle de plus en plus important dans le soutien à la production agricole sous toutes ses formes.

Dans tous les secteurs et dans tous les contextes, l'adoption de solutions techniques passe par l'implication des populations, des solutions reposant sur des données et des pratiques adaptatives qui prennent en compte tant la dimension environnementale que la dimension sociale de la gestion des ressources. Pour autant que toutes ces conditions préalables puissent être réunies, les stratégies complémentaires décrites ici sont particulièrement prometteuses pour ce qui est de transformer les systèmes agroalimentaires, conformément aux objectifs généraux de la FAO, à savoir l'amélioration de la production, de la nutrition, de l'environnement et des conditions de vie, sans laisser personne de côté.

UN ENVIRONNEMENT FAVORABLE À UNE MEILLEURE GESTION DES RESSOURCES EN TERRES, EN SOLS ET EN EAU

La mise en place d'un environnement favorable est la dernière pièce – mais la plus importante – du puzzle lorsqu'on souhaite renforcer la gestion durable des ressources en terres, en sols et en eau, grâce à des cadres juridiques, stratégiques et organisationnels efficaces et porteurs. Avant tout, il faut prévoir des solutions durables et intégrées pour faire face aux crises alimentaires et climatiques et aux crises qui toucheront les terres, les sols, l'eau et la biodiversité. Depuis quelques années, la communauté internationale reconnaît – par divers processus, appels à l'action, objectifs et engagements – que ces solutions sont nécessaires.

La planification intégrée de l'utilisation des terres, la gestion intégrée des paysages, la gestion intégrée des ressources en eau, le nexus eau-énergie-alimentation-écosystèmes (nexus WEFE), l'agroécologie et l'approche axée sur les systèmes agroalimentaires sont des approches durables et intégrées essentielles pour relever ces défis.

Il est essentiel de mener un processus de planification intégrée reposant sur des données factuelles pour prendre en considération les besoins et les points de vue des différents secteurs et des différentes parties prenantes, en tenant compte des nouvelles pistes pour améliorer la production de manière durable, et pour éviter les décisions de planification qui pourraient avoir des conséquences indésirables ou injustes. L'une de ces approches est la planification intégrée de l'utilisation des terres, dont les avantages sont examinés dans le présent rapport, au regard des défis à relever et des demandes concurrentes avec lesquelles il faut composer. Les approches modernes de cette planification intégrée reposent sur les principes de décentralisation et de participation, qui supposent de reconnaître que les agriculteurs, les éleveurs, les pêcheurs et les habitants des forêts ont un rôle légitime à jouer dans le processus de planification, tout comme les acteurs qui ont peut-être des intérêts distincts, et parfois concurrents, dans l'utilisation des ressources en terres et en eau, par exemple pour le logement, l'énergie, l'industrie, l'extraction minière, les loisirs ou le tourisme.

En tandem et en étroite collaboration avec la planification intégrée de l'utilisation des terres, la gestion intégrée des ressources en eau est préconisée comme un outil qui permet d'optimiser l'allocation – dans l'espace et dans le temps – des ressources en eau en fonction des différents besoins et entre les différents utilisateurs. Il est essentiel de mettre en place des dispositions institutionnelles aux niveaux local, national, régional et international pour gérer les concessions et les demandes contradictoires, en particulier compte tenu du fait que le secteur agricole consomme une énorme part des ressources en eau douce dans le monde.

RÉSUMÉ

Parmi les différents modèles examinés dans l'édition 2025 de *L'État des ressources en terres et en eau pour l'alimentation et l'agriculture dans le monde*, le nexus WEFE est mis en avant pour le potentiel qu'il recèle s'agissant d'améliorer la résilience, de maximiser les synergies, de favoriser la participation des parties prenantes et de rendre les systèmes agroalimentaires plus durables. En adoptant cette approche, on reconnaît l'interconnexion de l'eau, de l'énergie et des systèmes agroalimentaires ainsi que leurs répercussions sur les écosystèmes. Par exemple, l'eau est essentielle dans la production d'énergie, notamment pour produire l'hydroélectricité ou pour refroidir les centrales nucléaires ou au charbon; l'énergie est indispensable pour accéder à l'eau et la distribuer; et tant l'eau que l'énergie sont importantes dans les systèmes agroalimentaires, de la production à la consommation, en passant par la transformation et la commercialisation. Par ailleurs, les systèmes agroalimentaires ont un impact sur l'eau et sur l'énergie, et il est donc essentiel de tenir compte de leurs différentes interactions et de planifier en conséquence.

Pour que ces solutions de gestion intégrée des ressources en terres, en sols et en eau puissent être mises en œuvre de manière cohérente à grande échelle, il faut mettre en place les sept éléments catalyseurs suivants: i) des politiques sectorielles cohérentes entre elles; ii) la gouvernance des ressources naturelles; iii) les données, les informations et les technologies; iv) des systèmes de gestion des risques, notamment des stratégies d'alerte précoce, d'adaptation et de résilience; v) des financements et des investissements durables; vi) l'innovation; vii) un renforcement institutionnalisé des capacités.

Il faut améliorer la cohérence entre les politiques sectorielles afin de maximiser les gains découlant de la gestion des terres et de l'eau et d'apporter des réponses aux chevauchements et aux concessions à faire entre les objectifs conflictuels, ce qui suppose d'adapter et de renforcer les institutions et les environnements réglementaires.

Pour être plus efficaces, les politiques de promotion de la gestion durable des terres, des sols et de l'eau devraient définir clairement les

droits fonciers et les droits d'utilisation de l'eau et prévoir des mesures d'incitation en faveur des pratiques durables ainsi que des mesures de dissuasion contre celles qui ne le sont pas. Les cadres réglementaires peuvent créer un environnement plus propice aux investissements des secteurs public et privé. En garantissant aux petits exploitants et aux groupes vulnérables l'accès aux ressources, on peut améliorer la productivité, protéger les ressources et contribuer à un développement rural inclusif.

Les données et les informations ont un rôle clé à jouer dans la gestion durable et productive des terres et de l'eau. Le développement rapide des technologies de l'information et de la communication, notamment la télédétection, offre de nouveaux moyens de soutenir la gestion des terres et de l'eau. Il convient de faire en sorte que les différents décideurs, à tous les niveaux, disposent du bon type d'information.

Il est essentiel de comprendre les risques systémiques interconnectés et leurs facteurs sous-jacents et de s'y attaquer pour mettre en place des systèmes agroalimentaires résilients et durables qui permettent de soutenir, à long terme, la sécurité alimentaire, la nutrition et le bien-être d'une population croissante. Pour relever ces défis complexes qui se chevauchent, il faut mettre en œuvre des solutions intégrées et intersectorielles contribuant à la réalisation des objectifs des trois conventions de Rio et inclure dans un ensemble cohérent les stratégies de réduction des risques de catastrophe et les politiques humanitaires afin que personne ne soit laissé de côté.

Il convient d'élaborer et de mettre en pratique des instruments d'investissement publics et privés qui augmentent la productivité agricole, contribuent au développement inclusif et préservent les ressources naturelles. La durabilité des investissements passera par la collaboration et la coordination du secteur public, du secteur financier et du secteur privé.

Les agriculteurs, en particulier dans les régions en développement, n'ont bien souvent pas accès aux technologies, aux informations et aux compétences nécessaires à la mise en œuvre des

pratiques durables, ce qui entrave l'adoption de techniques innovantes et durables de gestion des terres et de l'eau. Les programmes de formation visant les agriculteurs devraient exploiter les technologies modernes de communication pour promouvoir l'adoption de pratiques durables qui renforcent la résilience tout en garantissant l'amélioration générale du statut socioéconomique des agriculteurs.

Dans les régions où les ressources en terres et en eau sont rares, il faut souvent faire des concessions et des choix difficiles dans l'allocation des ressources pour réaliser les objectifs concurrents de la société (agriculture, industrie, développement urbain, énergie, conservation de la biodiversité). La planification intégrée des ressources en terres et en eau apporte des outils qui permettent de gérer cette concurrence pour les ressources et d'utiliser celles-ci au mieux.

Plusieurs processus internationaux mettent en évidence la nécessité de trouver des solutions intégrées pour relever les défis relatifs à l'alimentation, au climat, à la terre, au sol, à l'eau et à la biodiversité. Les trois conventions dites de Rio – la Convention sur la diversité biologique, la Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification et la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques – comptaient parmi les premiers instruments dans lesquels on a reconnu le caractère inextricablement lié des défis que la planète et l'humanité doivent relever et mis en évidence le rôle des systèmes agroalimentaires dans les solutions à apporter à ces trois défis interconnectés. Elles offrent aux pays un cadre qui leur permet de redoubler d'efforts en vue de travailler de manière intégrée à la réalisation de ces objectifs interdépendants. ■

A woman in traditional Bolivian attire is sowing seeds in a dry, hilly landscape. She is wearing a blue bucket hat, a colorful striped poncho with a brown fringed shawl, and a pink pleated skirt. She is holding a clear plastic bag filled with seeds and is sowing them into the dry, brown soil. The background shows a steep, arid hill under a clear sky.

**ÉTAT PLURINATIONAL
DE BOLIVIE**

Une agricultrice sème
des graines dans un
champ labouré et sec
de l'Altiplano.

© Matteo Sala

CHAPITRE 1

DIFFICULTÉS CONCERNANT LES RESSOURCES EN TERRES ET EN EAU

MESSAGES CLÉS

→ La terre, le sol et l'eau sont à la base de la production agricole. Les progrès accomplis en matière de production et de productivité agricoles ont permis de répondre à la demande croissante d'une population en pleine expansion, mais à un prix fort sur les plans environnemental et social.

→ La productivité des terres a considérablement augmenté, en réponse à la demande croissante. Toutefois, cela a souvent eu des répercussions négatives sur l'environnement, en particulier sur la biodiversité, sur d'autres fonctions et services écosystémiques, ainsi que sur la qualité et la quantité des ressources en terres et en eau.

→ La dégradation des terres due à l'activité humaine touche les terres cultivées, les pâturages et les forêts, ainsi que les personnes qui dépendent de la terre pour leur subsistance. Les pratiques agricoles intensives et l'utilisation non durable de produits chimiques conduisent de plus en plus souvent à la pollution et à l'épuisement des ressources en terres, en sols et en eau.

→ La pression sans précédent exercée sur les ressources en terres, en sols et en eau et la concurrence entre les secteurs produisent de plus en plus d'effets sur l'agriculture, qui se traduisent par une perte de terres productives et une réduction de la disponibilité en ressources en eau pour l'agriculture. Premier secteur à l'origine des prélèvements d'eau douce, cette dernière contribue à la pénurie d'eau et en subit de plus en plus les conséquences. La surexploitation des nappes phréatiques et l'intrusion d'eau de mer dans les aquifères côtiers sont très fréquentes.

→ Les inégalités sociales et les inégalités de genre persistent s'agissant de l'accès aux ressources en terres, de leur gouvernance et de leur contrôle, et compromettent la sécurité alimentaire, en particulier pour les groupes les plus vulnérables.

→ Le changement climatique a des effets sur toutes les composantes des systèmes agroalimentaires, y compris les ressources en terres, en sols et en eau, et ses répercussions se font déjà sentir dans de

nombreuses régions, notamment sous la forme d'une multiplication des événements extrêmes, tels que les sécheresses et les inondations. Dans certaines régions, le changement climatique exacerbe la pénurie d'eau déjà problématique.

→ La gestion durable des ressources en terres, en sols et en eau peut jouer un rôle important pour ce qui est d'atténuer le changement climatique et de s'adapter à ses effets. Toutefois, les investissements et le financement pour le climat restent rares et insuffisants.

→ En outre, il convient de planifier avec soin toutes les mesures visant à atténuer le changement climatique et à s'adapter à ses effets afin d'éviter une mauvaise adaptation ou des conséquences indésirables, par exemple une pression supplémentaire sur des ressources en eau déjà rares ou une dégradation accrue des ressources en terres.

Selon les estimations de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), en moyenne, l'agriculture devra produire dans le monde, d'ici à 2050, environ 50 pour cent de denrées alimentaires, d'aliments pour animaux et de fibres en plus qu'en 2012 (FAO, 2017, 2022a), avec d'importantes différences entre les régions. En 2022, la valeur mondiale de la production végétale a atteint 2 700 milliards de dollars internationaux^b, presque deux fois plus qu'en 1992. Au cours de la même période, la superficie des terres cultivées par habitant a diminué de 27 pour cent au niveau mondial, passant de 0,27 hectare en 1992 à moins de 0,2 hectare en 2022. En revanche, une augmentation progressive de la productivité des terres a été observée sur cette même période (voir la [figure 1](#)).

Toutefois, dans un nombre croissant de régions, la sécurité alimentaire et les systèmes agroalimentaires sur lesquels elle repose sont menacés par des pratiques de gestion des ressources naturelles non durables, par l'expansion urbaine, par une demande accrue de nourriture,

^b La FAO utilise des «dollars internationaux», calculés au moyen d'une formule Geary-Khamis pour le secteur agricole. Selon cette méthode, on attribue un «prix» unique à chaque produit (FAO, 2005). Les valeurs sont exprimées en dollars internationaux constants de 2014-2016. Les dollars internationaux permettent de ne pas utiliser les taux de change et, donc, d'obtenir des agrégats continentaux et mondiaux. Un dollar international permet d'acheter dans n'importe quel pays cité une quantité comparable de biens et de services que 1 USD permet d'acheter aux États-Unis d'Amérique (Banque mondiale, 2025).

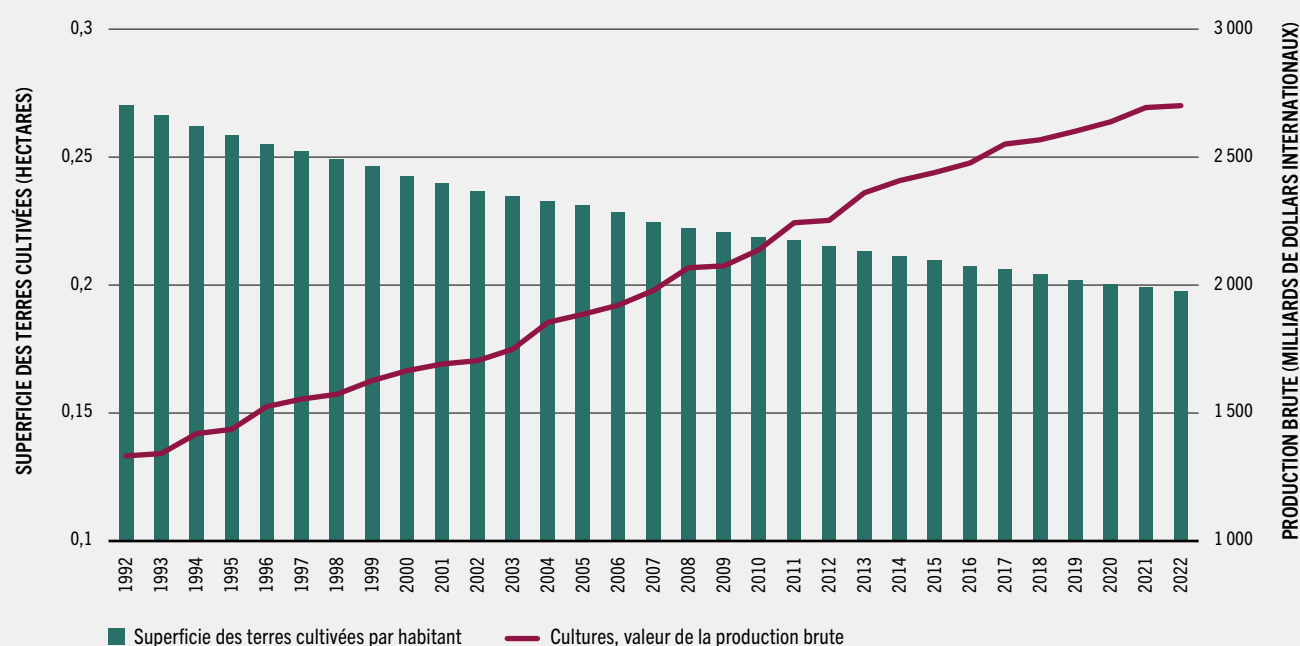
d'eau, d'énergie et de biomatériaux, ainsi que par la persistance d'inégalités sociales et d'inégalités de genre dans l'accès aux ressources, leur gouvernance et leur contrôle (FAO, 2022a). Le changement climatique nuit de plus en plus à la sécurité alimentaire en raison de l'augmentation de la température de l'air, de la modification des régimes des pluies et de l'augmentation de la fréquence des événements extrêmes, autant de facteurs qui ont une incidence sur la production alimentaire. Cette tendance devrait exercer une pression supplémentaire sur les ressources en terres et en eau, exacerbant les risques qui pèsent sur les moyens de subsistance, la biodiversité et les systèmes alimentaires (GIEC, 2019, 2023).

Récemment, ces difficultés concernant l'utilisation des terres ont été aggravées par l'intensification de l'instabilité sociale et des conflits dans de nombreux pays et régions du monde, touchant environ 1,9 milliard d'hectares, soit près de 40 pour cent des terres agricoles, en 2023 (Raleigh, Kishi et Linke, 2023).

Le présent chapitre passe en revue certains des problèmes qui entravent le plus directement la gestion productive et durable des ressources en terres, en sols et en eau pour l'alimentation et l'agriculture. ■

DÉGRADATION DES TERRES ET DÉFORESTATION DUES À L'ACTIVITÉ HUMAINE

Selon les estimations de la Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification (CLD), 52 pour cent des terres agricoles sont dégradées dans le monde (CLD, 2022a). Selon la FAO, la gestion et les pratiques non durables dans l'utilisation des terres nuisent à 1 660 millions d'hectares de terres dans le monde (FAO, 2022a). Des estimations modérées de l'impact de l'érosion du sol et de la salinisation indiquent que 82 millions d'hectares de terres cultivées pluviales et 24 millions d'hectares de terres cultivées irriguées sont dégradés du seul fait des processus de salinisation (FAO, 2024a). Il est important de noter que la dégradation des terres détruit des

FIGURE 1 ÉVOLUTION AU NIVEAU MONDIAL DE LA SUPERFICIE DES TERRES CULTIVÉES PAR HABITANT ET DE LA VALEUR DE LA PRODUCTION BRUTE DES CULTURES, 1992-2022

SOURCES : Élaboré par les auteurs du présent document, d'après FAO. 2025. FAOSTAT : Utilisation des terres. [Consulté le 13 février 2025].
<https://www.fao.org/faostat/fr/#data/RL>. Licence: CC-BY-4.0; FAO. 2025. FAOSTAT : Valeur de la production agricole. [Consulté le 13 février 2025].
<https://www.fao.org/faostat/fr/#data/QV>. Licence: CC-BY-4.0.

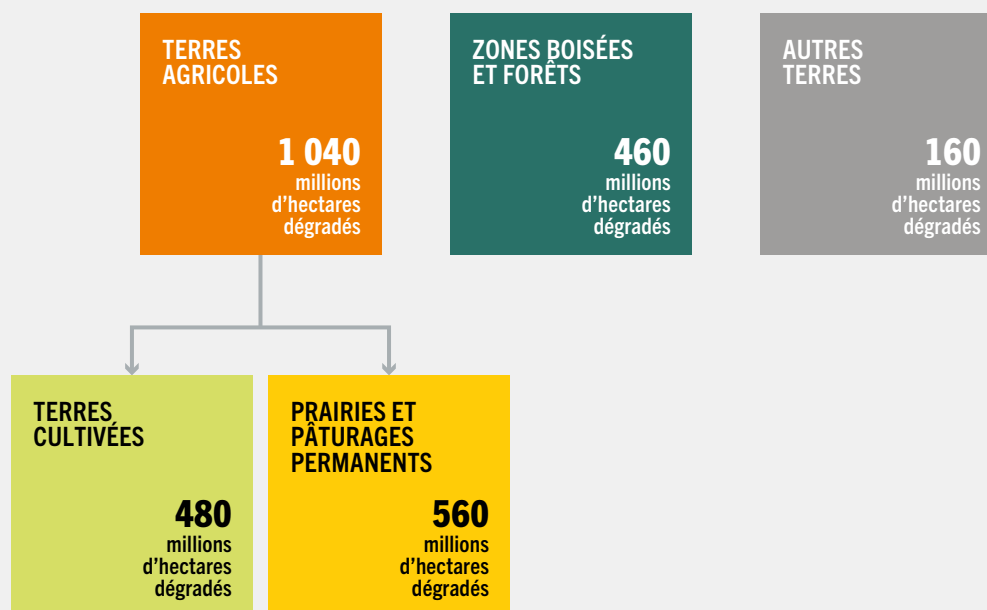
<https://doi.org/10.4060/cd7488en-fig01>

habitats et fait diminuer la diversité des espèces, ce qui a un impact négatif sur les écosystèmes et leur capacité à fournir des services essentiels et les rend plus vulnérables à la sécheresse (Rackelmann *et al.*, 2024).

La dégradation des terres accroît les risques d'inondation et de sécheresse. Ces phénomènes ne sont pas dus uniquement à l'excès ou au déficit de précipitations : ils dépendent aussi de la manière dont la surface du sol reçoit, stocke, transmet et libère l'eau. Les sols sains, poreux, bien nivelés et riches en matière organique et en biodiversité peuvent facilement absorber les précipitations excessives, atténuer les débits de pointe et recharger la réserve de la zone racinaire. À l'inverse, les sols endommagés par l'érosion, le compactage, l'encroûtement ou l'exposition de couches d'argile denses peuvent voir leur capacité

d'infiltration réduite de 90 pour cent ou plus. Dans ces conditions, même des tempêtes modérées peuvent provoquer des crues soudaines, tandis que les périodes sèches peuvent se traduire par des sécheresses agricoles, puisque la réserve dégradée de la zone racinaire ne peut pas retenir l'humidité nécessaire pour soutenir les cultures jusqu'aux prochaines précipitations. Seo *et al.* (2025) ont noté que les régions où l'on constate la perte de structure du sol la plus grave en raison de la culture intensive, de la déforestation ou du surpâturage présentent la baisse la plus marquée de l'humidité de la zone racinaire et les pointes de crue les plus fortes pour des événements pluviométriques comparables. Ce double effet d'amplification des inondations et d'intensification des sécheresses est largement attribué à la dégradation des terres.

FIGURE 2 DÉGRADATION DES TERRES DUE À L'ACTIVITÉ HUMAINE, 2020



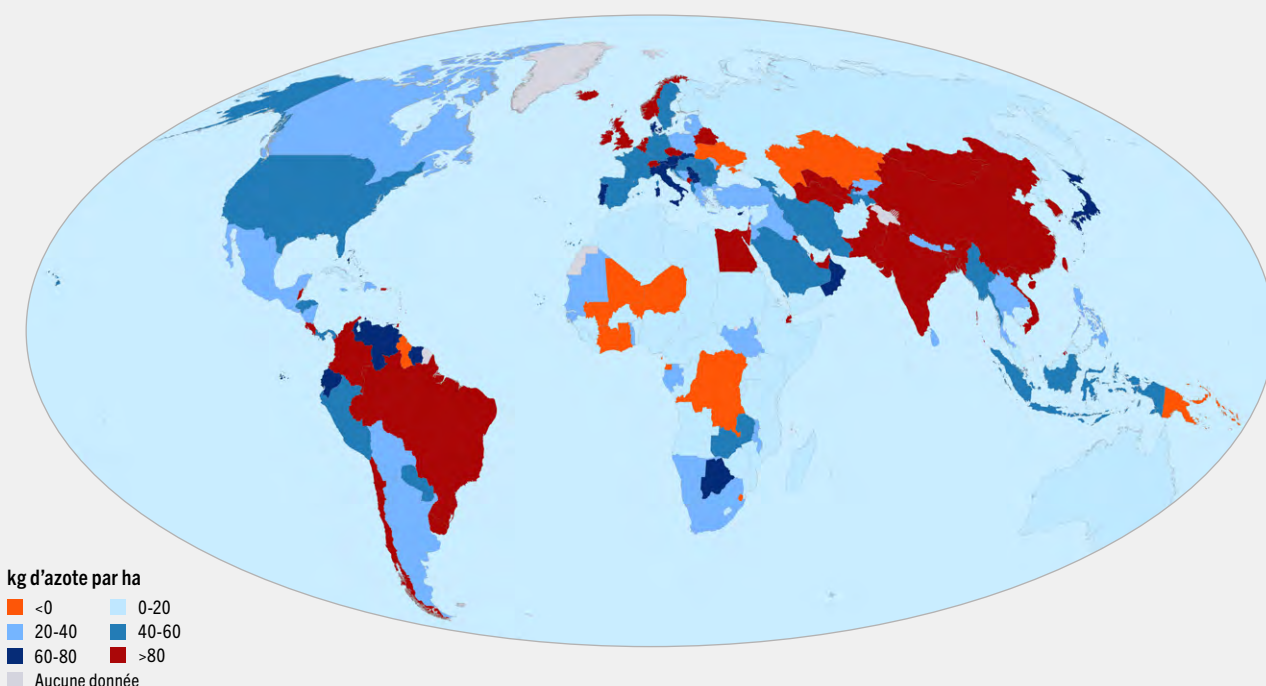
SOURCES: Élaboré par les auteurs du présent document, d'après FAO. 2022. *The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture – Systems at breaking point*. Rome. <https://doi.org/10.4060/cb9910en>; Ziadat, F., Conchedda, G., Haddad, F., Njeru, J., Brès, A., Dawelbait, M. et Li, L. 2025. Desertification and Agrifood Systems: Restoration of Degraded Agricultural Lands in the Arab Region. *Agriculture*, 15: 1249. <https://doi.org/10.3390/agriculture15121249>

Quelque 480 millions d'hectares des terres dégradées par l'activité humaine sont des terres cultivées dont la dégradation se manifeste essentiellement par l'épuisement des éléments nutritifs, la perte du carbone organique et de la biodiversité du sol, l'érosion du sol et les fortes concentrations de sels (Ziadat *et al.*, 2025). On estime qu'environ 560 millions d'hectares des terres dégradées par l'activité humaine sont des pâturages et des terres utilisées pour l'élevage, dont la dégradation est due à des pratiques de pâture non durables et à l'invasion d'espèces exotiques. Autrement dit, plus de 60 pour cent de cette dégradation se produit sur les terres agricoles (terres cultivées et pâturages), ce qui engendre une pression sans précédent sur les systèmes agricoles dans le monde.

L'expansion de l'agriculture est à l'origine de près de 90 pour cent de la déforestation dans le monde

(FAO, 2022b) et constitue l'une des principales causes de la dégradation des écosystèmes riches en carbone, tels que les tourbières (PNUE, 2022). La pratique consistant à brûler la végétation pour défricher les terres afin d'y semer des cultures est également l'un des principaux facteurs de dégradation, car elle contribue à la perte de biodiversité et de carbone organique du sol et peut nuire aux propriétés physiques du sol, notamment la stabilité des agrégats, l'imperméabilité et la capacité de rétention de l'eau, ce qui accroît l'érodibilité (Agbeshie *et al.*, 2022).

La dégradation des terres due à l'activité humaine touche également 460 millions d'hectares couverts d'arbres dans le monde, notamment les forêts (voir la *figure 2*). Les feux de forêt, même s'ils constituent un processus naturel, gagnent en fréquence, en intensité et en ampleur partout sur la planète en raison de l'activité humaine et des pratiques

FIGURE 3 BILAN AZOTÉ PAR UNITÉ DE SUPERFICIE CULTIVÉE, 2022

En ce qui concerne les noms et les frontières qui figurent sur cette carte, veuillez vous référer à la clause de non responsabilité énoncée à la page relative aux droits d'auteur. Les pointillés correspondent approximativement à la ligne de contrôle au Jammu-et-Cachemire convenue par l'Inde et le Pakistan. Les parties n'ont pas encore réglé la question du statut définitif du Jammu-et-Cachemire. Le tracé définitif de la frontière entre la République du Soudan et la République du Soudan du Sud n'a pas encore été défini. Le statut définitif de la zone d'Abeyi n'est pas encore déterminé.

NOTE: Le bilan azoté correspond à la différence entre les apports (engrais synthétiques, fumier, fixation biologique, dépôt atmosphérique et semences) et les sorties (élimination par la récolte). Une valeur inférieure à zéro traduit un appauvrissement des éléments nutritifs du sol, tandis qu'une valeur supérieure à 80 kg d'azote par hectare traduit un épandage excessif.

SOURCE: Élaboré par les auteurs du présent document, d'après FAO. 2025. FAOSTAT: Cropland nutrient balance. [Consulté le 13 février 2025]. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/ESB>. Licence: CC-BY-4.0.

<https://doi.org/10.4060/cd7488en-fig03>

d'utilisation et de gestion des terres, ainsi que du changement climatique. On estime ainsi que, chaque année, 340 à 370 millions d'hectares sont touchés par des incendies (Giglio *et al.*, 2010), dont environ 67 millions d'hectares de zones forestières (van Lierop *et al.*, 2015). On observe une tendance à l'augmentation des surfaces brûlées dans le monde depuis 2021, avec un pic enregistré en 2023 (JRC, 2018). Les feux de forêt et les feux incontrôlés provoquent non seulement une perte de biodiversité en surface, mais ils nuisent aussi à la biodiversité et au fonctionnement des sols (Barreiro et Díaz-Raviña, 2021), contribuent à l'évaporation rapide de l'eau et augmentent le risque d'érosion dans les zones touchées (Doerr,

Santín et Mataix-Solera, 2023). Lorsqu'ils touchent des sols riches en carbone et des tourbières, les feux incontrôlés déclenchent de fortes émissions de gaz à effet de serre (GES). On estime que l'assèchement et le brûlage des tourbières pour faire place à des activités agricoles sont à l'origine de près d'une gigatonne d'équivalent en dioxyde de carbone (équivalent CO₂) chaque année, soit environ 6 pour cent des émissions de carbone provenant des systèmes agroalimentaires dans le monde (FAO, 2023a).

Les déséquilibres en nutriments – bilans négatifs et excès – contribuent à la dégradation des terres cultivées (FAO, 2024b; [figure 3](#)). Un bilan positif

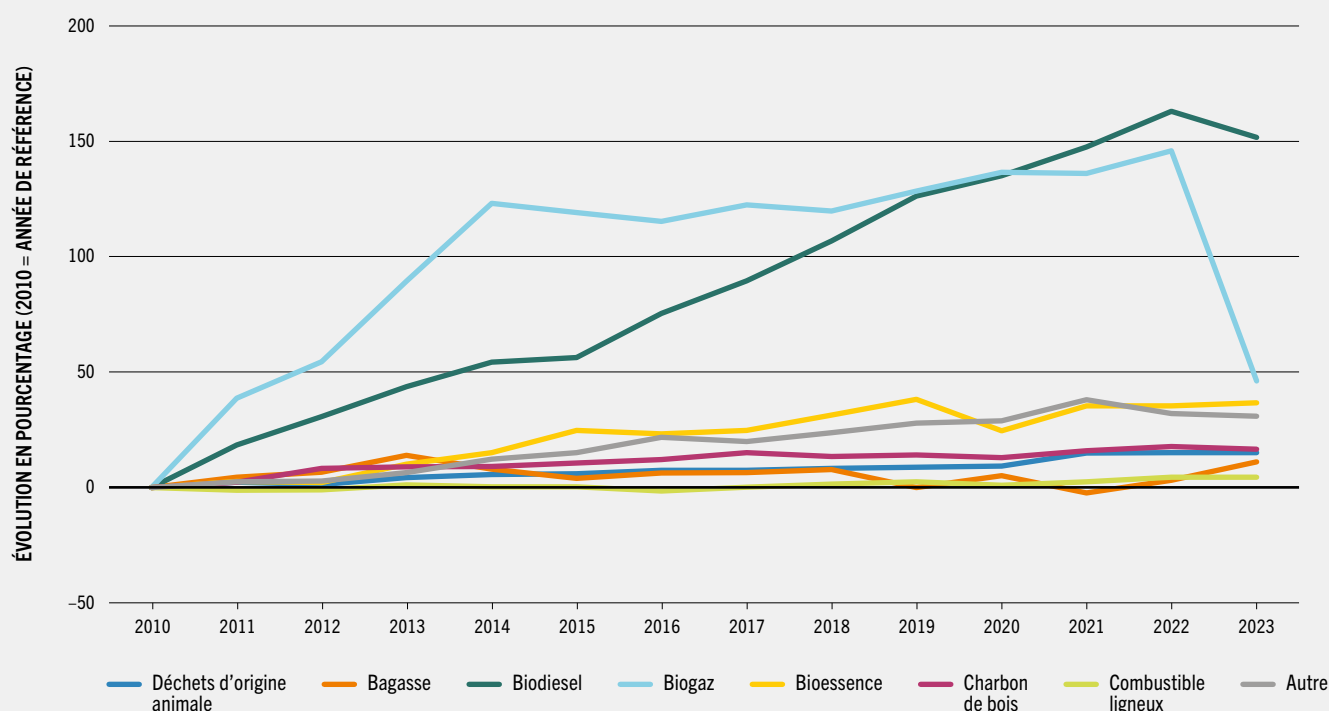
traduit un épandage excessif d'azote par rapport à la partie que les cultures extraient du sol (excès). L'utilisation excessive d'engrais azotés dans la plupart des régions entraîne une pollution des sols et de l'eau. À l'inverse, un bilan négatif traduit une situation où les cultures extraient plus d'éléments nutritifs du sol que ceux apportés par les engrais. L'épuisement des éléments nutritifs des sols est aggravé par l'élimination ou le brûlage des résidus de récolte, une pratique courante dans le monde (Lin et Begho, 2022). En 2022, l'agriculture utilisait globalement des quantités d'engrais chimiques 35 pour cent plus importantes que celles utilisées en 2001, mais une tendance à la baisse est observée depuis 2020 (FAO, 2025a). La hausse des prix, les contraintes du marché et les conflits géopolitiques contribuent à limiter la disponibilité des engrais pour les agriculteurs, ce qui accroît l'extraction de nutriments dans des sols déjà épuisés (Smith *et al.*, 2024).

L'utilisation inappropriée de pesticides fait peser une lourde menace sur la sécurité sanitaire des aliments et contribue à l'appauvrissement de la biodiversité en nuisant au microbiote du sol, en faisant disparaître les pollinisateurs et en rendant les systèmes agroalimentaires moins résistants aux organismes nuisibles, aux agents pathogènes et au changement climatique (FAO, 2019, 2022c). Depuis 2001, la quantité de pesticides utilisée dans l'agriculture a augmenté de 60 pour cent, atteignant une moyenne mondiale de 2,4 kg par hectare de terres cultivées; plusieurs pays utilisent des quantités jusqu'à six fois supérieures à cette moyenne (FAO, 2024c), et deviennent ainsi des zones préoccupantes sur le plan environnemental (Maggi, Tang et Tubiello, 2023). On estime que 64 pour cent des terres agricoles sont exposées au risque de pollution par les pesticides (Tang *et al.*, 2021). Les pesticides qui comptent parmi leurs ingrédients des substances perfluoroalkylées et polyfluoroalkylées (PFAS), qu'on appelle «produits chimiques éternels», sont particulièrement préoccupants. La présence de ces contaminants à haut risque peut entraîner des pertes économiques importantes en cas de rappels d'aliments contaminés et de risques sanitaires (Donley *et al.*, 2024). ■

CONCURRENCE POUR LES TERRES

Plusieurs activités économiques rivalisent avec l'agriculture pour l'utilisation des terres. Souvent, les meilleures terres agricoles se trouvent en terrain plat (plaines alluviales, par exemple) et à proximité des zones résidentielles et des marchés. Ces terrains sont également privilégiés pour d'autres utilisations, telles que le logement et l'industrie. Dans la plupart des endroits, l'expansion urbaine se traduit par la perte de terres agricoles de premier choix (GIEC, 2019). L'expansion urbaine et le développement périurbain non planifiés et non réglementés contribuent fortement à des changements d'utilisation des terres dans de nombreux pays. À l'échelle mondiale, la superficie des zones urbaines a plus que doublé en l'espace de deux décennies, passant de 33 millions d'hectares en 1992 à 71 millions d'hectares en 2015. Cette expansion a consommé 24 millions d'hectares de terres cultivées parmi les plus fertiles, 3,3 millions d'hectares de forêts et 4,6 millions d'hectares de terrains arbustifs.

La production totale de bioénergie a augmenté de plus de 50 pour cent depuis 2000. En 2023, la consommation de biodiesel s'élevait à deux fois et demie celle de 2010 (FAO, 2025b). L'augmentation de la production de bioénergie et de la demande augure une concurrence potentielle entre les utilisations des terres (voir la figure 4). En outre, dans de nombreuses régions du monde, la production de cultures commerciales destinées à des marchés lointains exacerbe la pression sur les ressources en terres, en sols et en eau et aggrave la concurrence avec la production destinée à la consommation locale (FAO, 2023b). La production et l'utilisation de la biomasse à des fins énergétiques représentent un risque supplémentaire de dégradation des sols, d'insécurité alimentaire et d'émissions de GES (GIEC, 2019). ■

FIGURE 4 ÉVOLUTION DE LA CONSOMMATION DE BIOÉNERGIE, 2010-2023

SOURCE: Élaboré par les auteurs du présent document, d'après FAO. 2025. FAOSTAT: Bioénergie. [Consulté le 1^{er} juillet 2025].
<https://www.fao.org/faostat/fr/#data/BE>. Licence: CC-BY-4.0.

<https://doi.org/10.4060/cd7488en-fig04>

PÉNURIE ET MANQUE D'EAU

La pénurie d'eau – le déséquilibre entre l'offre et la demande d'eau douce – et les problèmes de qualité de l'eau menacent de plus en plus les systèmes alimentaires, depuis la production agricole jusqu'aux ménages et aux consommateurs, en passant par la transformation des aliments.

L'augmentation des revenus et l'urbanisation font croître la demande d'eau de la part de l'industrie, du secteur de l'énergie et des services. La croissance démographique et l'augmentation des revenus, combinées à l'évolution des modes de consommation, entraînent une hausse de la demande de denrées alimentaires, d'aliments pour animaux et d'eau (GIEC, 2019).

L'eau étant inégalement répartie dans le monde, sa rareté se fait surtout sentir dans les zones arides et semi-arides, où la demande d'eau d'irrigation est élevée et les ressources rares. Tout l'enjeu pour ces régions consiste à accroître la productivité de l'eau à usage agricole, c'est-à-dire les bénéfices tirés des systèmes agricoles par rapport à la quantité d'eau utilisée. L'objectif est de produire plus de nourriture, de revenus, de moyens de subsistance et d'avantages écologiques par unité d'eau, tout en réduisant le coût social et environnemental des prélèvements d'eau. Il s'agit en définitive de cultiver plus de denrées alimentaires ou d'obtenir plus de bénéfices avec moins d'eau. ■

ÉPUISEMENT DES EAUX SOUTERRAINES

Dans de nombreux pays et régions, le pompage de l'eau pour l'approvisionnement des ménages, de l'industrie et de l'agriculture épuise les réserves d'eau souterraine récupérables. Au niveau mondial, les eaux souterraines constituent une source d'eau importante pour l'agriculture irriguée et leur part par rapport à l'eau de surface augmente. C'est particulièrement vrai dans les régions arides et semi-arides. L'exploitation intensive de nombreux aquifères continentaux principaux et l'intrusion saline le long de plaines côtières très productives sont évidentes. Cette situation fait baisser le niveau des eaux souterraines, augmente les coûts de pompage et aggrave la pollution et l'intrusion saline, ce qui menace la durabilité des aquifères et l'approvisionnement en eau potable et limite la production agricole. ■

POLLUTION ET SALINISATION

La pollution et la salinité constituent un défi mondial de plus en plus aigu, tant dans les pays à revenu élevé que dans ceux à faible revenu, compromettant la croissance économique, la durabilité socio-environnementale et la santé des populations (FAO et PNUE, 2021; FAO, 2024c). Mal maîtrisées, les pratiques agricoles peuvent accroître la teneur en polluants (éléments nutritifs, sels, sédiments, produits agrochimiques et agents pathogènes) dans les sols, les eaux souterraines, les rivières et les lacs. Dans de nombreux pays, l'agriculture constitue la principale source diffuse de pollution de l'eau. Elle peut également être fortement touchée par la mauvaise qualité de l'eau, qui fait grimper les coûts, fait baisser la rentabilité et engendre potentiellement des problèmes de santé. ■

TEMPÊTES DE SABLE ET DE POUSSIÈRE

Les terres agricoles, en particulier dans les zones arides, sont fréquemment exposées aux tempêtes de sable et de poussière, qui se produisent lorsque des vents forts et turbulents érodent des particules fines de surfaces au couvert végétal limité ou inexistant. Ces tempêtes nuisent aux rendements et à la productivité des cultures, des arbres, des pâturages et du bétail. En plus de polluer l'air, les matières transportées ainsi dans l'atmosphère contiennent de nombreux microorganismes, tels que des bactéries, des champignons et des virus. Les tempêtes de sable et de poussière compromettent directement la réalisation de 11 des 17 objectifs de développement durable (ODD), sapant ainsi les efforts déployés pour mettre en œuvre le Programme de développement durable à l'horizon 2030 (FAO, 2023c; CLD, 2022b). ■

APPAUVRISSMENT DE LA BIODIVERSITÉ

La biodiversité soutient des processus écologiques essentiels dont dépend l'agriculture. La disparition des pollinisateurs, des agents naturels de lutte contre les organismes nuisibles et des organismes du sol peut faire baisser les rendements agricoles et accroître la vulnérabilité aux organismes nuisibles et aux maladies. Par exemple, la diminution du nombre de pollinisateurs peut avoir une incidence directe sur la production de nombreuses cultures. Des sols en bonne santé, entretenus par leur biodiversité, revêtent une importance capitale pour la régulation de l'eau et le potentiel de production alimentaire; l'appauvrissement de cette biodiversité peut entraîner une dégradation des sols et faire baisser leur capacité de rétention d'eau. Les pratiques agricoles non durables contribuent elles-mêmes à la perte de biodiversité et peuvent dégrader les terres, ce qui constitue un facteur supplémentaire de perte de productivité. La perte de biodiversité aggrave la tendance actuelle selon laquelle la production alimentaire mondiale dépend de plus en plus d'un nombre limité d'espèces cultivées. Plus de 6 000 espèces végétales sont cultivées à des fins alimentaires, mais moins de 200 contribuent de manière significative à la

production alimentaire mondiale, et 9 d'entre elles représentaient à elles seules 66 pour cent de la production végétale totale en 2014 (FAO, 2019). ■

LE CHANGEMENT CLIMATIQUE – UNE MENACE EXISTENTIELLE POUR LES SYSTÈMES AGROALIMENTAIRES

Les systèmes agroalimentaires – qui comprennent la production, la distribution et la consommation de denrées alimentaires – contribuent fortement au réchauffement climatique, étant à l'origine d'un tiers des émissions totales de GES (FAO, 2023a). Les émissions directes provenant de l'épandage de fumier et d'azote sur les sols agricoles constituent la principale source de protoxyde d'azote, un puissant gaz à effet de serre qui est aujourd'hui le premier contributeur à la destruction de la couche d'ozone (PNUE et FAO, 2024).

Le changement climatique compromet tous les aspects de la sécurité alimentaire – disponibilité, accès, utilisation et stabilité – en perturbant la production, la qualité, le stockage, le transport et la distribution des aliments. Il accentue en outre la concurrence pour les ressources en terres, en sols et en eau (Bezner Kerr *et al.*, 2023).

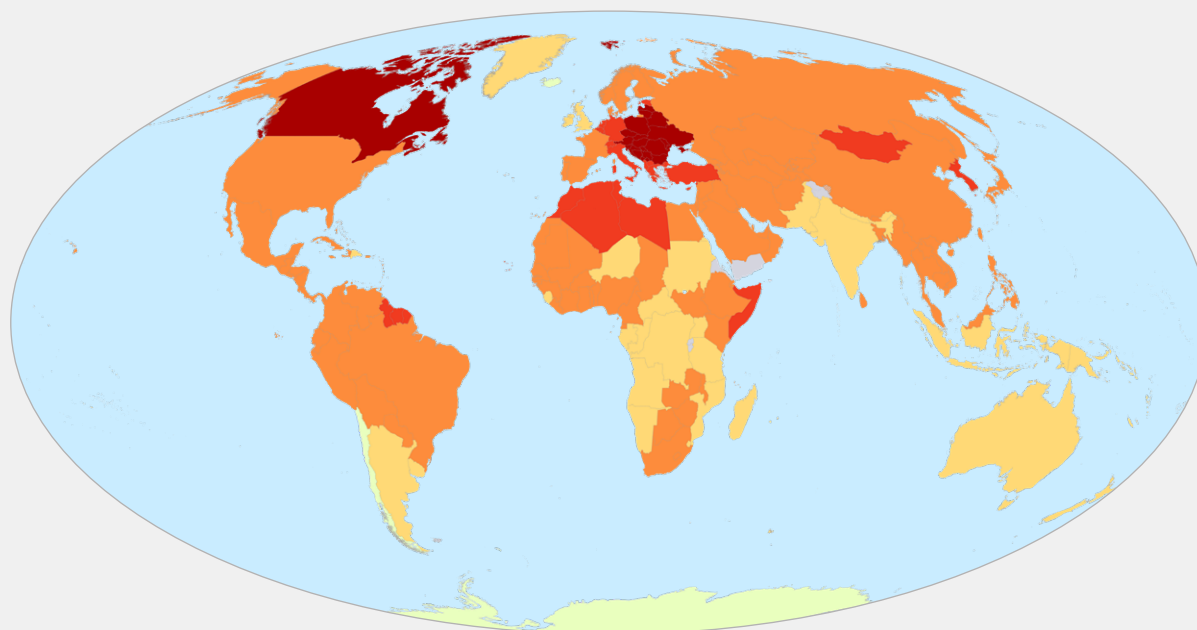
Le changement climatique contribue à la dégradation des terres en rendant les précipitations plus intenses et les inondations et les sécheresses plus fréquentes et plus graves (GIEC, 2019). Il agit aussi sur le taux de carbone dans le sol en faisant grimper les températures (Ren *et al.*, 2024) et en modifiant le régime des pluies. Dans les zones tropicales et subtropicales, les aléas climatiques, tels que les inondations ou les sécheresses, nuisent à la production agricole. Les groupes vulnérables, parmi lesquels les peuples autochtones, sont touchés de manière disproportionnée. Ils dépendent souvent d'une agriculture pluviale pratiquée dans des zones marginales qui sont particulièrement exposées au risque de stress hydrique et dont la capacité d'adaptation est faible (Caretta *et al.*, 2022).

D'après les estimations de la FAO, en 2024, 5,4 milliards de personnes vivaient dans des pays où la température moyenne dépassait de plus de 1,5 °C la valeur de référence, et 3,5 milliards d'hectares – soit 73 pour cent de la superficie agricole mondiale – étaient exposés à ce réchauffement (FAO, 2025c, 2025d). La [figure 5](#) montre, par pays, l'évolution des températures moyennes en 2024 par rapport à la période de référence 1951-1980. La multiplication et l'intensification des catastrophes causées par des phénomènes météorologiques extrêmes font payer un tribut sans précédent à la production alimentaire, avec des pertes annuelles estimées à 123 milliards d'USD, soit 5 pour cent du produit intérieur brut agricole mondial (FAO, 2023d).

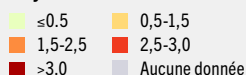
Les phénomènes météorologiques dangereux – notamment les sécheresses, les inondations et les vagues de chaleur – touchent de manière disproportionnée les populations des pays à revenu faible ou intermédiaire dont les moyens de subsistance dépendent fortement de secteurs exposés au climat, comme l'agriculture (culture et élevage), la foresterie, la pêche et le tourisme (FAO, 2023d; GIEC, 2023). La dégradation des terres aggrave la situation en réduisant la capacité des sols à retenir l'eau. Les populations rurales en situation de pauvreté, les femmes et les personnes âgées sont les plus durement touchées (FAO, 2024d). La sécheresse figure parmi les principaux facteurs de baisse des rendements agricoles dans le monde. D'après les données communiquées à la CLD par plus de 100 pays, 1,84 milliard de personnes ont été frappées par la sécheresse au cours de la période biennale 2022-2023 (CLD, 2023). Depuis 2012, près de 500 millions d'hectares de terres sont touchés chaque année par des inondations, et des incendies ont ravagé une superficie cumulée de plus de 24 millions d'hectares de terres et de végétation (EM-DAT, 2024).

Le changement climatique rend le cycle de l'eau de plus en plus irrégulier, ce qui représente un défi majeur pour l'agriculture. Dans le cadre de la contribution du Groupe de travail II au sixième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), Caretta *et al.* (2022) ont analysé, observé et modélisé les perturbations du cycle

FIGURE 5 ÉVOLUTION DES TEMPÉRATURES ANNUELLES MOYENNES PAR PAYS, 2024



Évolution des températures moyennes (°C)



En ce qui concerne les noms et les frontières qui figurent sur cette carte, veuillez vous référer à la clause de non responsabilité énoncée à la page relative aux droits d'auteur. Les pointillés correspondent approximativement à la ligne de contrôle au Jammu-et-Cachemire convenue par l'Inde et le Pakistan. Les parties n'ont pas encore réglé la question du statut définitif du Jammu-et-Cachemire. Le tracé définitif de la frontière entre la République du Soudan et la République du Soudan du Sud n'a pas encore été défini. Le statut définitif de la zone d'Abeyi n'est pas encore déterminé.

NOTE: Les changements de température sont mesurés sur terre, à l'exclusion des données océaniques, à partir de données de référence climatiques pour 1951-1980.

SOURCES: Élaboré par les auteurs du présent document, d'après FAO. 2025. FAOSTAT: Variation de température sur la superficie des terres. [Consulté le 24 avril 2025]. <https://www.fao.org/faostat/fr/#data/ET>. Licence: CC BY 4.0.

<https://doi.org/10.4060/cd7488en-fig05>

de l'eau induites par le climat. Leurs principales conclusions peuvent être résumées comme suit:

- Les phénomènes météorologiques extrêmes qui engendrent des inondations et des sécheresses à fort impact sont devenus plus probables et plus graves en raison du changement climatique. Celui-ci a accru la probabilité et la gravité des sécheresses (en particulier des sécheresses agricoles et hydrologiques) dans de nombreuses régions. Ces risques devraient augmenter au cours du XXI^e siècle, avec des répercussions sur l'ensemble de l'économie.

- Une grande part des interventions d'adaptation (environ 60 pour cent) sont mises en œuvre en réponse à des aléas liés à l'eau et comprennent des mesures dans le domaine de l'eau (irrigation, collecte des eaux de pluie, conservation de l'humidité du sol). L'irrigation permet de stabiliser et d'accroître les rendements agricoles, et constitue souvent la stratégie de réduction des risques privilégiée, mais elle peut aussi s'accompagner d'effets négatifs, tels que la surexploitation des nappes phréatiques et une pression supplémentaire sur des ressources en eau déjà rares. Si elles ne sont

pas soigneusement planifiées, les mesures d'adaptation peuvent devenir des sources de maladaptation. Par exemple, les technologies d'irrigation efficaces, comme l'irrigation au goutte-à-goutte, réduisent les apports d'eau par unité de surface, mais peuvent conduire à une extraction accrue d'eau en raison de l'extension des surfaces irriguées.

- Certaines mesures d'atténuation – telles que le piégeage et le stockage du dioxyde de carbone, le recours à la bioénergie ou encore le boisement et le reboisement – consomment beaucoup d'eau.
- À l'échelle mondiale, les 10 pour cent de bassins hydrographiques les plus soumis au

stress hydrique représentent 35 pour cent de la production mondiale de calories issues de l'agriculture irriguée. La production alimentaire y est donc particulièrement menacée, tout comme dans d'autres régions, du fait des perturbations des composantes hydrologiques du climat (précipitations et évapotranspiration).

- Le changement climatique a aussi un impact sur les écosystèmes d'eau douce, les poissons et d'autres espèces aquatiques, qui ont une faible capacité de résilience et sont sensibles aux chocs et à la variabilité dus au climat. ■

AFGHANISTAN

Travaux d'inventaire dans le cadre d'un projet de la FAO visant à restaurer les forêts de pistachiers et les pâturages dégradés dans la province de Badghis.

© FAO/Sahil

CHAPITRE 2

GESTION DES RESSOURCES EN TERRES ET EN EAU: SITUATION ET TENDANCES

MESSAGES CLÉS

→ De tous les secteurs économiques, l'agriculture, qui couvre un tiers des terres de la planète (4,8 milliards d'hectares), est celui qui a, de loin, l'impact le plus important sur les ressources en terres. La situation est similaire pour les ressources en eau, puisque l'agriculture est à l'origine de 72 pour cent des prélèvements d'eau dans le monde.

→ De 1964 à 2023, la majeure partie de l'augmentation de la production agricole s'explique par l'intensification, les terres agricoles s'étant étendues de seulement 8 pour cent. Par exemple, l'accroissement de 213 pour cent de la production céréalière enregistré dans le monde au cours de ces soixante années s'explique essentiellement par l'augmentation des rendements, celle de la superficie récoltée n'expliquant que 10 pour cent de cet accroissement.

→ Cette intensification a été rendue possible par l'amélioration des variétés de cultures, des semences et des pratiques agronomiques, un meilleur accès à l'eau et une utilisation plus systématique des engrais. La superficie irriguée a plus que doublé au cours de cette période et on utilisait en 2023 plus de quatre fois plus d'engrais par hectare qu'en 1964.

→ De 2001 à 2023, la superficie totale de terres agricoles a légèrement diminué: la superficie des terres cultivées a augmenté d'environ 78 millions d'hectares (augmentation de 5 pour cent), tandis que celle des pâturages a baissé de 151 millions d'hectares (baisse de 4 pour cent).

→ Ce sont l'Afrique centrale et l'Afrique orientale qui ont enregistré les plus fortes augmentations proportionnelles de la superficie des terres utilisées pour les cultures temporaires ou des terres arables (+56 pour cent [+12,5 millions d'hectares] et +45 pour cent [+22 millions d'hectares], respectivement)^c. Elles sont suivies de l'Amérique du Sud (+28 pour cent [+26 millions d'hectares]). À l'inverse, l'Amérique centrale, l'Amérique septentrionale et l'Europe méridionale ont enregistré une réduction nette de la superficie des terres arables de 2001 à 2023.

→ Les superficies plantées de cultures permanentes, notamment de palmiers à huile, de caféiers, de théiers et d'autres cultures arboricoles, ont crû de 42 pour cent, soit 56 millions d'hectares, de 2001 à 2023 dans presque toutes les régions et sous-régions du monde. Dans la plupart des cas, ces cultures sont destinées aux marchés mondiaux. En 2023, 22,5 pour cent de toutes les terres cultivées étaient aménagées pour l'irrigation et ont produit 48 pour cent de toutes les cultures, en valeur. Cela montre que les terres irriguées sont, en valeur, 3,2 fois plus productives que les terres non irriguées. En moyenne, le rendement des terres irriguées est de 76 pour cent supérieur à celui des terres non irriguées.

→ L'intensification a permis de limiter l'expansion des terres agricoles (et même, dans certains endroits, de réduire leur superficie) et l'empiètement sur d'autres terres.

^c Pour la liste complète des pays de ces sous-régions, veuillez vous référer au tableau en annexe.

- L'augmentation de la production agricole, que ce soit par l'extension ou par l'intensification, s'est accompagnée de coûts environnementaux élevés, contribuant à une part substantielle des émissions de gaz à effet de serre et de l'appauvrissement de la biodiversité, dégradant les écosystèmes terrestres et ceux des eaux intérieures, polluant les sols et les aquifères, et poussant les prélèvements d'eau à des niveaux non durables dans un nombre croissant de régions.
- Plus de 1 660 millions d'hectares de terres, soit plus de 10 pour cent de la superficie des terres émergées dans le monde, ont été dégradés par des pratiques non durables d'utilisation et de gestion des terres, et plus de 60 pour cent de cette dégradation se produit sur des terres agricoles (dont des terres cultivées et des pâturages).
- Environ 1,2 milliard de personnes, soit environ un sixième de la population mondiale, vivent dans des zones agricoles qui manquent cruellement d'eau.
- Il est essentiel de déployer des efforts supplémentaires pour utiliser l'eau plus efficacement et pour garantir que les prélèvements d'eau – qu'il s'agisse d'eau de surface ou d'eau souterraine – s'effectuent dans les limites de la durabilité.
- Les futurs modèles de développement agricole doivent reposer sur la transformation des systèmes agroalimentaires au service d'une meilleure production, d'une meilleure nutrition, d'un meilleur environnement et de meilleures conditions de vie, sans laisser personne de côté. La production supplémentaire nécessaire pour répondre à l'augmentation future de la demande doit passer par des systèmes de production plus efficaces, plus inclusifs, plus résilients et plus durables qui tiennent compte des dimensions socioéconomiques et environnementales du développement durable.

ÉTENDUE DES TERRES CULTIVÉES DANS LE MONDE

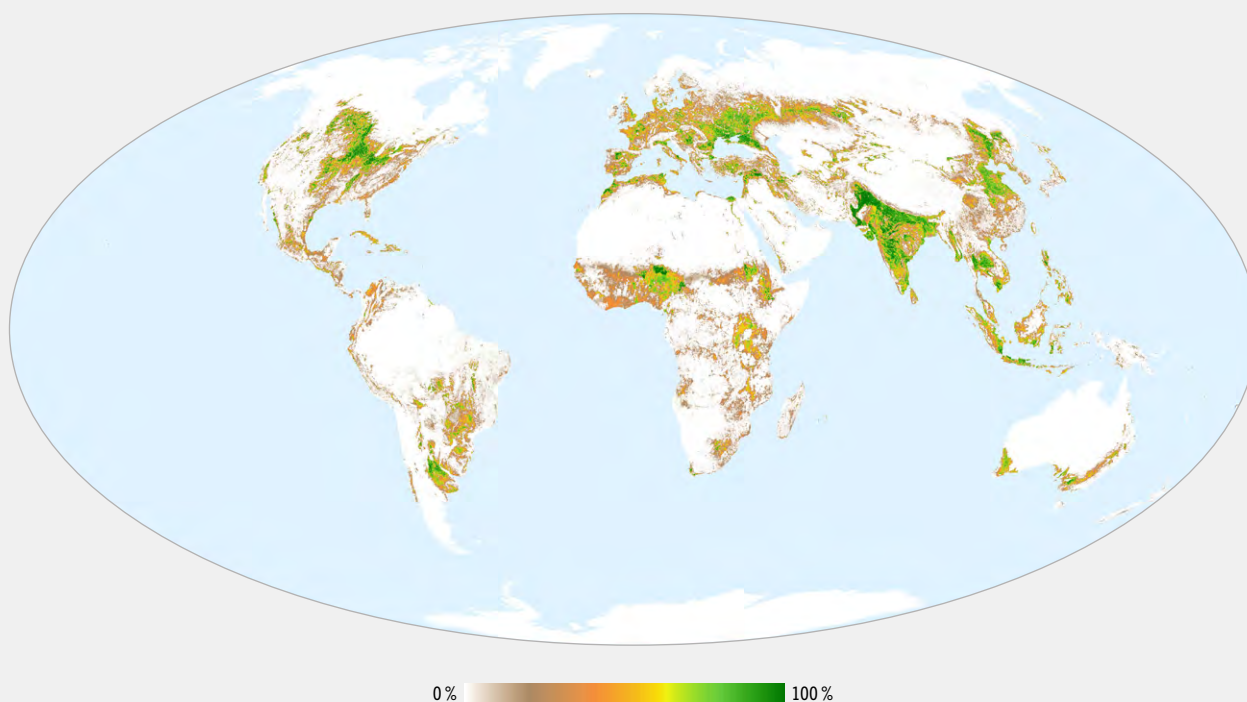
Pour évaluer le potentiel d'augmentation de la production alimentaire et s'assurer de la durabilité de l'agriculture, il est essentiel de mesurer l'étendue et la répartition géographique

des terres cultivées ainsi que les rendements actuels de la production végétale dans le monde. Récemment, les technologies d'observation de la terre se sont bien améliorées, ce qui permet de mieux suivre l'agriculture à toutes les échelles et pratiquement en temps réel. Toutefois, des écarts persistent entre les différentes évaluations des terres cultivées disponibles (Tubiello *et al.*, 2023a, 2023b). Des chercheurs ont ainsi établi une carte synthétique des terres cultivées en comparant six cartes mondiales des terres cultivées en libre accès, d'une résolution de 10 à 30 mètres (Tubiello *et al.*, 2022). Cette carte peut être vue comme une carte de probabilités, où la valeur de chaque pixel montre combien d'ensembles de données indiquent la présence de terres cultivées à cet endroit. On apporte ainsi une réponse directe à l'incertitude de la cartographie des terres cultivées, en attribuant une valeur quantitative au consensus qui ressort des différentes sources. Cette carte a été intégrée dans la couche «couverture des sols» du zonage agroécologique mondial (GAEZ v5) (FAO et IIASA, 2025a, 2025b), offrant une base fiable concernant les terres cultivées pour l'analyse de l'aptitude des terres présentée dans ce rapport, comme le montre la [figure 6](#) (voir aussi le [chapitre 3](#)). ■

ÉVOLUTION DE L'UTILISATION DES TERRES AGRICOLES

En 2023, les terres agricoles occupaient plus d'un tiers de la superficie des terres émergées dans le monde, soit environ 4,8 milliards d'hectares (FAO, 2025a)^d. Environ un tiers de cette superficie était recouvert de terres cultivées et deux tiers, de prairies et pâturages permanents. Ces deux composantes ont évolué dans des directions opposées: la superficie des terres cultivées a

^d Aux termes de la définition de la Base de données statistiques fondamentales de la FAO (FAOSTAT), les «terres agricoles» sont les terres utilisées pour la culture de végétaux et l'élevage d'animaux et comprennent l'ensemble des terres cultivées et des prairies et pâturages permanents. Les «terres cultivées» sont les terres utilisées pour les cultures et comprennent l'ensemble des terres arables et des cultures permanentes. Les «terres arables» sont les terres utilisées pour des cultures en rotation avec des jachères, des prairies et des pâturages sur des cycles allant jusqu'à cinq ans. Les «prairies et pâturages permanents» désignent les terres utilisées de façon permanente (pendant cinq ans ou plus longtemps) pour cultiver des plantes fourragères herbacées ou pour laisser ces plantes pousser naturellement (prairies ou pâturages sauvages).

FIGURE 6 RÉPARTITION DES TERRES CULTIVÉES, 2020

En ce qui concerne les noms et les frontières qui figurent sur cette carte, veuillez vous référer à la clause de non responsabilité énoncée à la page relative aux droits d'auteur.

NOTE: La valeur traduit le pourcentage de terres cultivées dans la zone représentée par le pixel.

SOURCES: Élaboré par les auteurs du présent document, d'après FAO et IIASA. 2025. *Global Agro-ecological Zoning version 5 (GAEZ v5) Model Documentation*. [Consulté le 13 février 2025]. <https://www.fao.org/gaez/en>; FAO et IIASA. 2025. Share of land cover class (Global - ~1 km) – GAEZ v5. [Consulté le 13 février 2025]. <https://data.apps.fao.org/catalog/iso/f7bee2f1-3a48-4e86-a1d2-387023dec046>. Licence: CC BY-4.0.

augmenté d'environ 78 millions d'hectares, soit une hausse de 5 pour cent, de 2001 à 2023, tandis que celle des pâturages a diminué de 151 millions d'hectares, soit une baisse de 4 pour cent, sur la même période. En conséquence, la superficie totale des terres agricoles a légèrement diminué depuis 2001 (FAO, 2025a).

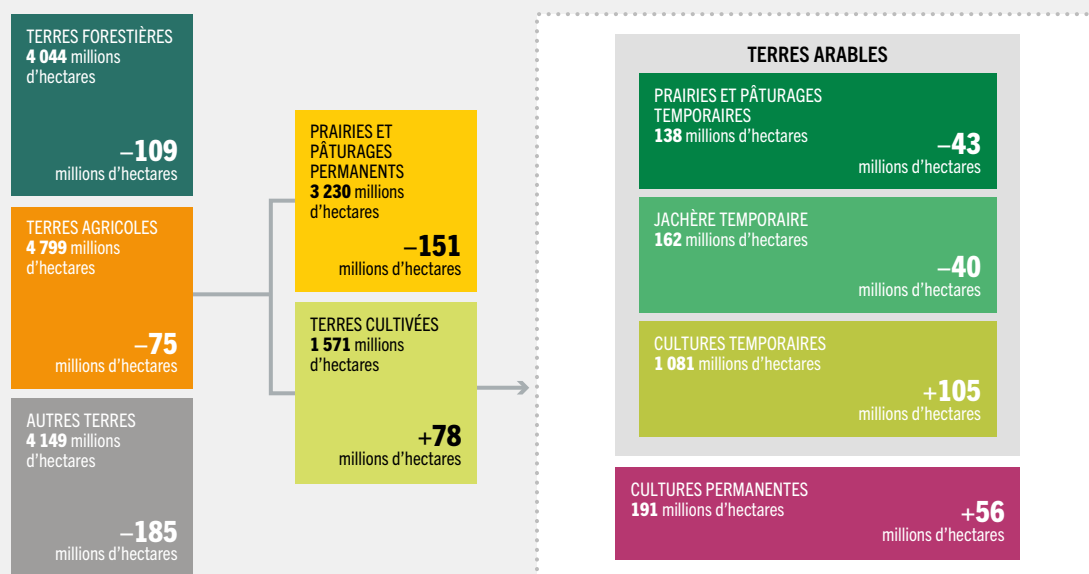
Selon les définitions des utilisations des terres de la FAO, les terres cultivées sont réparties en terres arables et en cultures permanentes, qui représentaient respectivement 1 381 et 191 millions d'hectares en 2023. Les terres arables sont des terres utilisées pour des cultures temporaires – cultures à cycle annuel – telles que le blé et le maïs, en rotation avec des jachères et des pâturages temporaires selon des cycles de gestion allant

jusqu'à cinq ans. L'interaction de ces éléments au fil du temps détermine comment les utilisations des terres évoluent (voir la [figure 7](#)).

S'agissant des terres cultivées, l'expansion nette des terres arables est généralement due à l'augmentation de la superficie des cultures temporaires et s'accompagne souvent d'une réduction de la superficie laissée en jachère (voir la [figure 8](#)).

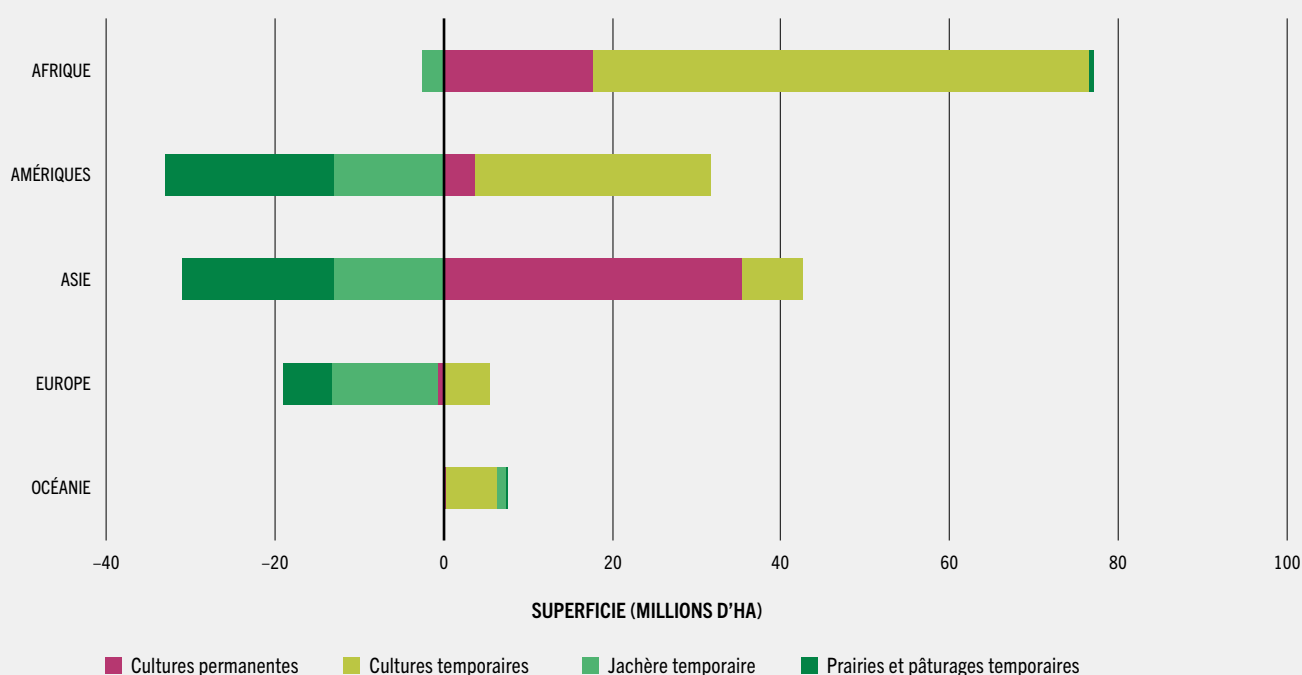
Pour ce qui est des régions, on a enregistré un accroissement des superficies des terres arables en Afrique (+28 pour cent, soit 57 millions d'hectares en plus) et en Océanie (+28 pour cent, soit 7 millions d'hectares en plus), tandis que les autres régions ont connu de légères réductions. Toutes »

FIGURE 7 UTILISATIONS DES TERRES DANS LE MONDE ET ÉVOLUTIONS NETTES DE 2001 À 2023



SOURCE: Élaboré par les auteurs du présent document, d'après FAO. 2025. FAOSTAT: Utilisation des terres. [Consulté le 1^{er} juillet 2025].
<https://www.fao.org/faostat/fr/#data/RL>. Licence: CC-BY-4.0.

FIGURE 8 VARIATION NETTE DE LA SUPERFICIE DES TERRES CULTIVÉES, PAR RÉGION ET PAR UTILISATION DES TERRES, 2001-2023



SOURCE: Élaboré par les auteurs du présent document, d'après FAO. 2025. FAOSTAT: Utilisation des terres. [Consulté le 1^{er} juillet 2025].
<https://www.fao.org/faostat/fr/#data/RL>. Licence: CC-BY-4.0.

» les régions, à l'exception de l'Océanie, ont enregistré une réduction de la superficie laissée en jachère. En Afrique, plus qu'ailleurs, cette réduction s'est accompagnée d'une augmentation significative des superficies des terres couvertes de cultures temporaires (+38 pour cent, soit 59 millions d'hectares en plus). S'agissant des sous-régions, les plus fortes augmentations proportionnelles des superficies de terres arables ont été enregistrées en Afrique centrale (+56 pour cent, soit 12,5 millions d'hectares en plus), en Afrique orientale (+45 pour cent, soit 22 millions d'hectares en plus), en Australie et Nouvelle-Zélande (+28 pour cent, soit 7 millions d'hectares en plus) et en Amérique du Sud (+28 pour cent, soit 27 millions d'hectares en plus). À l'inverse, l'Amérique centrale, l'Amérique septentrionale, l'Europe méridionale, l'Europe orientale et l'Asie orientale ont enregistré une réduction nette de la superficie des terres arables de 2001 à 2023. En Europe orientale, l'augmentation de la superficie des cultures temporaires a été contrebalancée par une réduction des jachères et des pâturages temporaires, ce qui a donné une légère diminution de la superficie totale des terres arables (FAO, 2025a).

Les superficies plantées de cultures permanentes, notamment de palmiers à huile, de caféiers, de théiers et d'autres cultures arboricoles, ont crû de 42 pour cent, soit 56 millions d'hectares, de 2001 à 2023, dans toutes les régions et sous-régions du monde à l'exception de l'Europe. Dans la plupart des cas, ces cultures sont destinées aux marchés mondiaux. Les augmentations proportionnelles les plus importantes de ces superficies ont été enregistrées en Afrique centrale, en Afrique occidentale, en Asie orientale et en Asie du Sud-Est.

Selon la FAO, l'activité humaine a déjà dégradé 1 660 millions d'hectares de terres en raison de pratiques d'utilisation des terres non durables (FAO, 2021). Plus de 60 pour cent de cette dégradation se produit sur des terres agricoles, qui comprennent les terres cultivées et les pâturages (FAO, 2021, 2025b; Ziadat *et al.*, 2025).

Au cours des 40 dernières années, à l'échelle mondiale, les sécheresses ont touché les populations plus que toute autre catastrophe naturelle. Elles touchent fréquemment environ 128 millions d'hectares (11 pour cent) des terres cultivées non irriguées (voir la [figure 9](#))

et 656 millions d'hectares (14 pour cent) des pâturages (voir la [figure 10](#)) (FAO, 2020). Elles devraient gagner en intensité et en fréquence, durer plus longtemps et toucher de plus grands espaces en raison du changement climatique et de la hausse des températures. Cela alourdira encore le fardeau des agriculteurs si la dégradation des terres n'est pas stoppée et inversée. Il ressort des rapports présentés à la CLD par plus de 100 pays que 1,84 milliard de personnes ont subi les conséquences de la sécheresse au cours de la période biennale 2022-2023 (CLD, 2023). ■

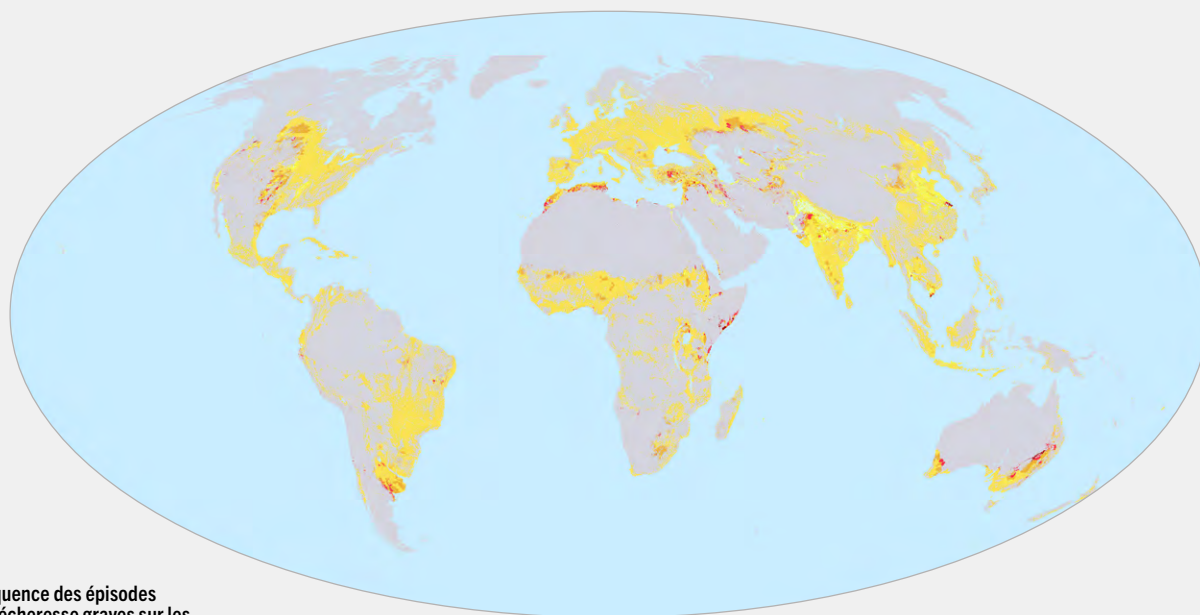
PRODUCTION HISTORIQUE DES SYSTÈMES AGRICOLES

Il y a trois moyens d'accroître la production végétale: agrandir les zones de production, augmenter les rendements et accroître l'intensité de culture^e, ces deux dernières options contribuant également à l'intensification (plus de production par unité de terre).

S'agissant des céréales – qui sont les aliments de base principaux –, la production mondiale a augmenté de 213 pour cent sur les 60 dernières années (1964-2023) (voir le [tableau 1](#)). Sur la même période, la superficie récoltée n'a augmenté que de 10 pour cent, alors que les rendements se sont accrus de 184 pour cent. Autrement dit, 95 pour cent de l'augmentation de la production s'explique par l'accroissement des rendements et seulement 5 pour cent, par l'expansion de la superficie. Ces pourcentages varient sur les plans géographique et temporel. En Europe, l'augmentation de la production s'explique entièrement par l'accroissement des rendements, qui ont plus que triplé, alors que la superficie récoltée a été réduite de plus de 40 pour cent. En Afrique, elle s'explique tant par l'accroissement des rendements (de près de 100 pour cent) que par l'expansion des superficies récoltées, qui ont plus que doublé (+112 pour cent) sur cette période. »

^e On entend par intensité de culture le rapport entre le total des superficies récoltées et la superficie des terres cultivées pour une zone, une région ou un pays donné au cours d'une année. Elle peut être supérieure à 100 pour cent lorsqu'on cultive plus d'une culture sur la même terre au cours d'une campagne agricole.

FIGURE 9 FRÉQUENCE DES ÉPISODES DE SÉCHERESSE SUR LES TERRES OÙ SE PRATIQUE L'AGRICULTURE PLUVIALE, 1984-2023



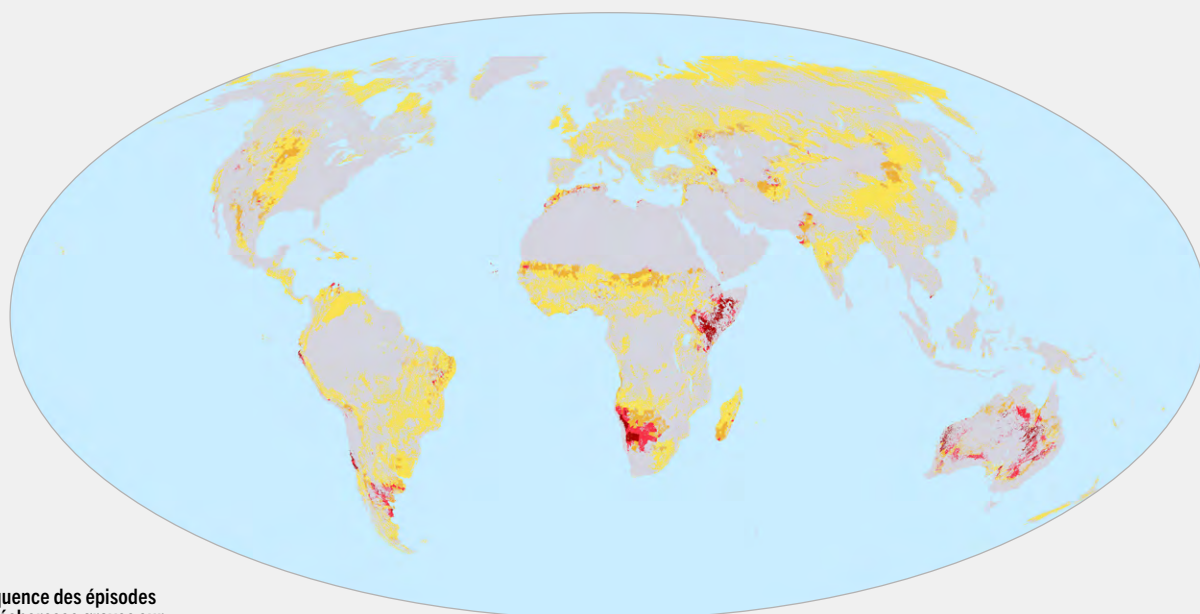
Fréquence des épisodes de sécheresse graves sur les terres cultivées non irriguées (%)

≤10 10-20 20-30 >30 Aucune donnée Pas de terres cultivées non irriguées

En ce qui concerne les noms et les frontières qui figurent sur cette carte, veuillez vous référer à la clause de non responsabilité énoncée à la page relative aux droits d'auteur.

SOURCES: Élaboré par les auteurs du présent document, d'après la méthode énoncée dans FAO. 2020. *La Situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture 2020. Relever le défi de l'eau dans l'agriculture*. Rome. <https://doi.org/10.4060/cb1447fr>; données provenant de Historic agricultural drought frequency (Global – 1 km) – FAO ASIS (Système d'indice de stress agricole de la FAO). [Consulté le 23 juillet 2025]. <https://data.apps.fao.org/catalog/iso/f8568e67-46e7-425d-b779-a8504971389b>. Licence: CC BY-SA 4.0.

FIGURE 10 FRÉQUENCE DES ÉPISODES DE SÉCHERESSE SUR LES PÂTURAGES NON IRRIGUÉS, 1984-2023



Fréquence des épisodes de sécheresse graves sur les pâturages (%)

≤10 10-20 20-30 >30 Aucune donnée

En ce qui concerne les noms et les frontières qui figurent sur cette carte, veuillez vous référer à la clause de non responsabilité énoncée à la page relative aux droits d'auteur.

SOURCES: Élaboré par les auteurs du présent document, d'après la méthode énoncée dans FAO. 2020. *La Situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture 2020. Relever le défi de l'eau dans l'agriculture*. Rome. <https://doi.org/10.4060/cb1447fr>; données provenant de Historic agricultural drought frequency (Global – 1 km) – FAO ASIS (Système d'indice de stress agricole de la FAO). [Consulté le 23 juillet 2025]. <https://data.apps.fao.org/catalog/iso/f8568e67-46e7-425d-b779-a8504971389b>. Licence: CC BY-SA 4.0.

TABLEAU 1 ÉVOLUTION DE LA SUPERFICIE, DU RENDEMENT ET DE LA PRODUCTION DES CÉRÉALES, PAR RÉGION, 1964-2023

Région	Variable	Évolution (%)			
		1964-1983	1984-2003	2004-2023	1964-2023
Afrique	Superficie récoltée	7	52	33	112
	Rendement	20	32	22	99
	Production	28	101	62	322
Amériques	Superficie récoltée	6	-12	11	12
	Rendement	34	37	23	194
	Production	42	20	36	228
Asie	Superficie récoltée	9	3	9	21
	Rendement	75	27	35	221
	Production	91	30	47	290
Europe	Superficie récoltée	-6	-38	-8	-42
	Rendement	54	27	19	199
	Production	45	-21	10	74
Océanie	Superficie récoltée	91	-4	-9	85
	Rendement	24	-35	52	141
	Production	137	-38	39	345
MONDE	Superficie récoltée	5	-6	9	10
	Rendement	55	24	26	184
	Production	62	16	37	213

SOURCE: Élaboré par les auteurs du présent document, d'après FAO. 2025. FAOSTAT: Cultures et produits animaux. [Consulté le 1^{er} juillet 2025]. <https://www.fao.org/faostat/fr/#data/QCL>. Licence: CC-BY-4.0.

» Sur le plan temporel, c'est au cours de la période 1964-1983 que s'est produite la plus forte augmentation relative des rendements: en moyenne 55 pour cent dans le monde. Cette augmentation a été de 25 pour cent environ de 1984 à 2003 et de 2004 à 2023 (voir la [figure 11](#)).

L'intensité de culture est un autre facteur sur lequel on peut jouer pour accroître la production. Il s'agit du rapport entre la superficie récoltée et la superficie totale de terres arables pour une période donnée. Le [tableau 2](#) montre que l'intensité de culture a augmenté de 26 pour cent dans le monde de 1964 à 2023. C'est en Afrique et dans les Amériques que les augmentations ont été les plus fortes. Elles ont été faibles en Asie et l'intensité de culture a diminué en Europe.

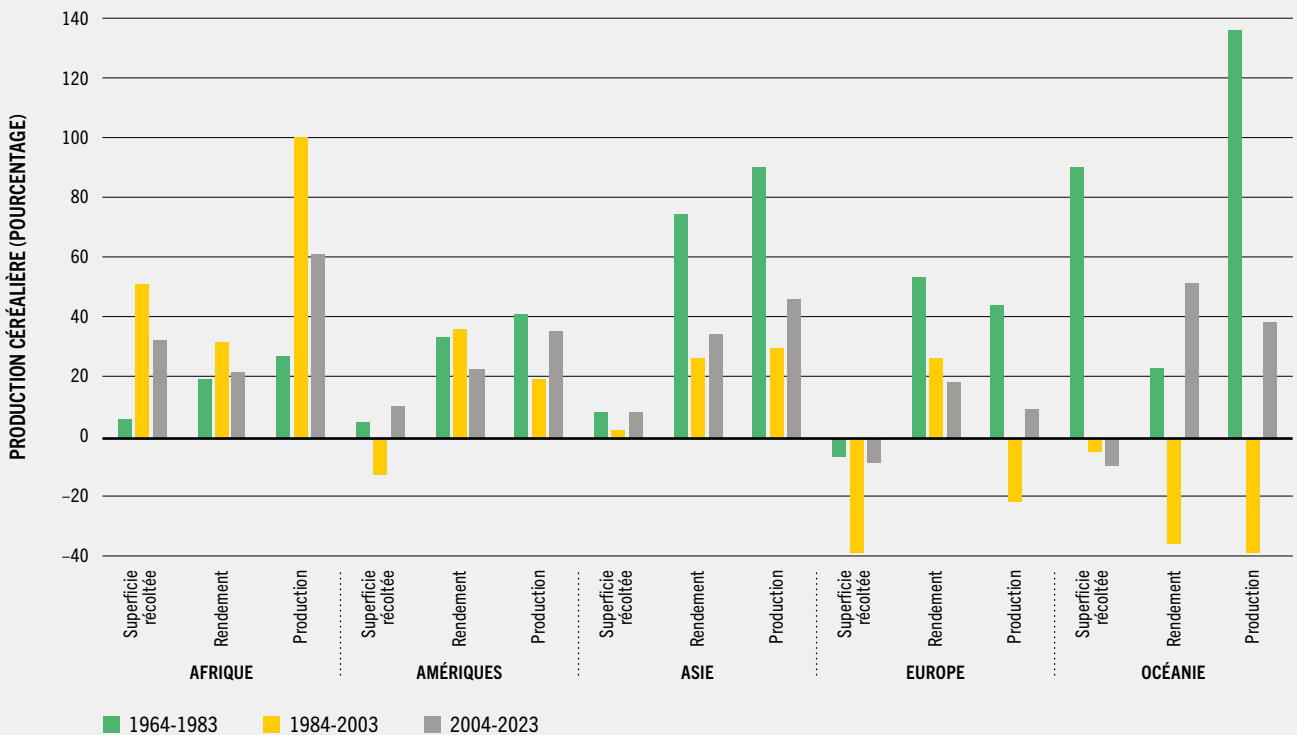
Les données sur les intensités de culture, pour les différentes cultures, ne sont pas disponibles au niveau des pays. Sur la base du [tableau 2](#), en prenant

l'hypothèse d'une intensité de culture identique pour les céréales, le [tableau 3](#) donne une estimation de l'évolution de la superficie des terres cultivées couvertes de céréales de 1964 à 2023.

Au niveau mondial, il ressort de ces chiffres que, avec une intensité de culture de 75 pour cent en 1964, les terres cultivées de céréales représenteraient 890 millions d'hectares, avec une superficie récoltée de plus de 667 millions d'hectares. En 2023, avec une intensité de culture de 95 pour cent, la superficie cultivée de céréales serait de 780 millions d'hectares et la superficie récoltée, de 741 millions d'hectares. Ainsi, alors que la production de céréales a plus que triplé de 1964 à 2023, la superficie récoltée a augmenté de 11 pour cent et celle des terres cultivées de céréales a baissé de 12 pour cent au cours de ces 60 années.

Pour la plupart des céréales, il est probable que l'augmentation de la production mondiale

FIGURE 11 CAUSES DE L'ÉVOLUTION DE LA PRODUCTION CÉRÉALIÈRE, 1964-2023



SOURCE: Élaboré par les auteurs du présent document, d'après FAO. 2025. FAOSTAT: Cultures et produits animaux. [Consulté le 13 février 2025]. <https://www.fao.org/faostat/fr/#data/QCL>. Licence: CC-BY-4.0.

<https://doi.org/10.4060/cd7488en-fig11>

s'explique uniquement par l'intensification de l'agriculture. Cela n'a rien d'étonnant puisque la recherche agronomique de 1964 à 2023 s'est concentrée, pour l'essentiel, sur les cultures de base en général, et sur les céréales en particulier.

Globalement, la superficie des terres agricoles n'a augmenté que de 8 pour cent de 1964 à 2023 (voir le [tableau 4](#)). Cette augmentation doit être principalement attribuée à l'accroissement de 16 pour cent de la superficie des terres cultivées, alors que les prairies et pâturages permanents ont vu leur superficie augmenter de seulement 4 pour cent (voir le [tableau 5](#)). La superficie des cultures permanentes (qui ne figure pas dans le [tableau 5](#)) a augmenté plus que celle des cultures annuelles.

Le [tableau 6](#) et la [figure 12](#) montrent le rôle de l'irrigation et des engrais dans l'intensification de l'agriculture. La superficie irriguée a plus que doublé de 1964 à 2023 et on utilisait en 2023 plus de quatre fois plus d'engrais par hectare de terres cultivées qu'en 1964. ■

CONTRIBUTION DE L'IRRIGATION À LA PRODUCTION VÉGÉTALE MONDIALE

L'irrigation joue un rôle essentiel dans la production agricole. Elle garantit une humidité du sol adéquate pour les cultures tout au long de la période de végétation. Elle protège ainsi

TABEAU 2 ÉVOLUTION DE L'INTENSITÉ DE CULTURE (TOUTES CULTURES), 1964-2023

Région	Superficie récoltée		Terres cultivées		Intensité de culture		Évolution de l'intensité de culture
	millions d'ha				%		
	1964	2023	1964	2023	1964	2023	
Afrique	113	307	171	307	66	100	52
Amériques	188	315	325	369	58	85	48
Asie	431	654	450	575	96	114	19
Europe	273	184	386	286	71	64	−9
Océanie	12	29	18	34	65	85	32
MONDE	1 016	1 488	1 350	1 571	75	95	26

SOURCES: Élaboré par les auteurs du présent document, d'après FAO. 2025. FAOSTAT: Utilisation des terres. [Consulté le 1^{er} juillet 2025]. <https://www.fao.org/faostat/fr/#data/RL>. Licence: CC-BY-4.0; FAO. 2025. FAOSTAT: Cultures et produits animaux. [Consulté le 1^{er} juillet 2025]. <https://www.fao.org/faostat/fr/#data/QCL>. Licence: CC BY-4.0.

TABEAU 3 ESTIMATION DE LA SUPERFICIE DES TERRES UTILISÉES POUR LA PRODUCTION CÉRÉALIÈRE, 1964-2023

Région	Terres cultivées (céréales)		Évolution
	millions d'ha		%
	1964	2023	
Afrique	91	128	40
Amériques	213	161	−24
Asie	294	301	2
Europe	277	177	−36
Océanie	15	22	40
MONDE	890	780	−12

SOURCES: Élaboré par les auteurs du présent document, d'après FAO. 2025. FAOSTAT: Utilisation des terres. [Consulté le 1^{er} juillet 2025]. <https://www.fao.org/faostat/fr/#data/RL>. Licence: CC-BY-4.0; FAO. 2025. FAOSTAT: Cultures et produits animaux. [Consulté le 1^{er} juillet 2025]. <https://www.fao.org/faostat/fr/#data/QCL>. Licence: CC BY-4.0.

les cultures des aléas climatiques, en particulier de l'incertitude liée au volume et à la répartition des précipitations. Dans les régions au climat sec, l'irrigation est souvent une condition préalable essentielle à la production végétale (voir l'encadré 1).

L'irrigation engendre des coûts importants. Sur le plan financier, l'infrastructure et l'équipement nécessaires pour acheminer l'eau vers les champs demandent de lourds investissements. Les coûts d'utilisation et d'entretien sont également relativement élevés par rapport à ceux de l'agriculture pluviale. Sur le plan environnemental, l'irrigation est l'une des principales causes de la pénurie d'eau dans de nombreuses régions. Étant

donné que l'agriculture est à l'origine d'environ 72 pour cent des prélèvements d'eau douce dans le monde, elle constitue un défi de taille pour la gestion durable de l'eau.

Il est donc essentiel d'évaluer les coûts et les avantages de l'irrigation. S'agissant des avantages, on utilise souvent le paramètre de la contribution de l'irrigation à la production agricole. Que l'on évalue ce paramètre au niveau local, national ou mondial, la contribution de l'irrigation à la production végétale, et donc à l'agriculture, est un élément clé à prendre en compte dans les politiques agricoles.

TABLEAU 4 ÉVOLUTION DE LA SUPERFICIE DES TERRES AGRICOLES, 1964-2023

Région	Terres agricoles		
	1964	2023	Évolution
	millions d'ha		%
Afrique	1 012	1 175	16
Amériques	1 083	1 139	5
Asie	1 083	1 653	53
Europe	779	457	-41
Océanie	497	375	-24
MONDE	4 454	4 799	8

SOURCE: Élaboré par les auteurs du présent document, d'après FAO. 2025. FAOSTAT: Utilisation des terres. [Consulté le 1^{er} juillet 2025].
<https://www.fao.org/faostat/fr/#data/RL>. Licence: CC-BY-4.0.

TABLEAU 5 ÉVOLUTION DE LA SUPERFICIE DES TERRES AGRICOLES, PAR CATÉGORIE D'UTILISATION DES TERRES, 1964-2023

Région	Terres cultivées			Terres arables			Prairies et pâturages permanents		
	1964	2023	Évolution	1964	2023	Évolution	1964	2023	Évolution
	millions d'ha		%	millions d'ha		%	millions d'ha		%
Afrique	171	307	79	155	262	69	841	869	3
Amériques	325	369	14	307	341	11	757	770	2
Asie	450	575	28	426	475	12	633	1 078	70
Europe	386	286	-26	368	271	-26	393	172	-56
Océanie	18	34	89	17	32	89	479	342	-29
MONDE	1 350	1 571	16	1 273	1 380	8	3 104	3 230	4

SOURCE: Élaboré par les auteurs du présent document, d'après FAO. 2025. FAOSTAT: Utilisation des terres. [Consulté le 1^{er} juillet 2025].
<https://www.fao.org/faostat/fr/#data/RL>. Licence: CC-BY-4.0.

Il existe peu de statistiques mondiales sur la production irriguée. FAOSTAT, la base de données statistiques de la FAO, présente diverses données sur les terres agricoles et la production agricole par pays, y compris la valeur des principaux produits agricoles. Quant à AQUASTAT, le Système mondial d'information de la FAO sur l'eau et l'agriculture, il présente diverses données et informations sur l'agriculture irriguée pour les pays en développement, ainsi que des vues d'ensemble au niveau régional. Les profils nationaux et régionaux comprennent des données sur l'étendue des cultures irriguées.

Pour le présent rapport, on a utilisé les données de FAOSTAT et d'AQUASTAT pour estimer la

contribution de l'irrigation à la production végétale mondiale pour l'année de référence 2022. On a ainsi étudié un ensemble de régions et de grands pays agricoles, représentant 83 pour cent des terres cultivées dans le monde. Les résultats de cette analyse sont présentés dans le [tableau 7](#).

En 2022, 22,5 pour cent de toutes les terres cultivées étaient aménagées pour l'irrigation. Ces terres cultivées irriguées ont produit 48 pour cent de toutes les cultures, en valeur. Cela montre que les terres irriguées sont 3,2 fois plus productives que les terres non irriguées. Comme indiqué précédemment, plusieurs facteurs expliquent cette différence, notamment: des rendements plus élevés, la possibilité d'accroître l'intensité de culture

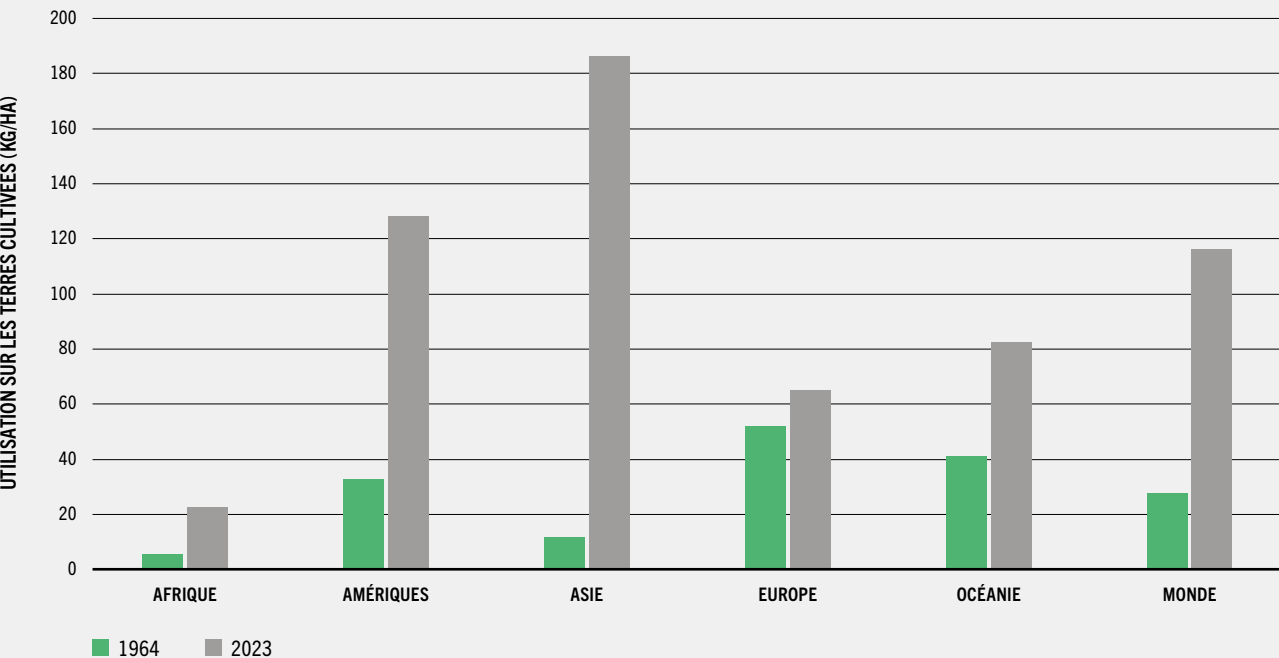
TABLEAU 6 ÉVOLUTION DE LA SUPERFICIE DES TERRES AMÉNAGÉES POUR L'IRRIGATION, 1964-2023

Région	Terres aménagées pour l'irrigation				Évolution
	1964		2023		1964-2023
	milliers d'ha	Part (%)*	milliers d'ha	Part (%)*	(%)
Afrique	7 492	4	17 524	6	134
Amériques	29 635	9	55 384	15	87
Asie	109 132	24	251 090	44	130
Europe	20 120	5	27 651	10	37
Océanie	1 254	7	3 323	10	165
MONDE	167 633	12	354 972	23	112

NOTE: * Part des terres cultivées.

SOURCE: Élaboré par les auteurs du présent document, d'après FAO. 2025. FAOSTAT: Utilisation des terres. [Consulté le 1^{er} juillet 2025].
<https://www.fao.org/faostat/fr/#data/RL>. Licence: CC-BY-4.0.

FIGURE 12 ÉVOLUTION DE L'UTILISATION D'ENGRAIS SUR LES TERRES CULTIVÉES, 1964-2023



SOURCE: Élaboré par les auteurs du présent document, d'après FAO. 2025. FAOSTAT: Engrais par élément nutritif. [Consulté le 15 juillet 2025].
<https://www.fao.org/faostat/fr/#data/RFN>. Licence: CC-BY-4.0.

ENCADRE 1 COMMENT L'IRRIGATION CONTRIBUE À LA PRODUCTION VÉGÉTALE

► **Des rendements plus élevés.** Le rendement des cultures irriguées est souvent supérieur à celui des cultures non irriguées, en fonction du type de culture, de la région et de la façon dont l'eau est gérée. On estime ainsi que les cultures irriguées offrent des rendements supérieurs de 30 à 300 pour cent à ceux des cultures non irriguées. Il n'y a pas vraiment de limite supérieure, puisque l'irrigation est souvent pratiquée dans des zones arides où la production pluviale ne serait pas possible.

► **Diversification des cultures et gestion des risques.** L'irrigation permet aux agriculteurs de cultiver des produits de grande valeur, tels que les fruits, les légumes et les épices, tout en les protégeant des variations excessives des précipitations. En particulier, il faut, pour la plupart des légumes, que l'humidité du sol soit constante, ce qu'il est impossible de garantir dans le cas de la culture pluviale.

► **Double/triple culture.** Dans de nombreuses régions, les conditions climatiques font qu'il est possible de cultiver seulement une partie de l'année, lorsque les précipitations sont abondantes. L'irrigation permet aux agriculteurs d'augmenter leur production en utilisant leurs terres même pendant les périodes sèches, ce qui accroît l'intensité de culture.

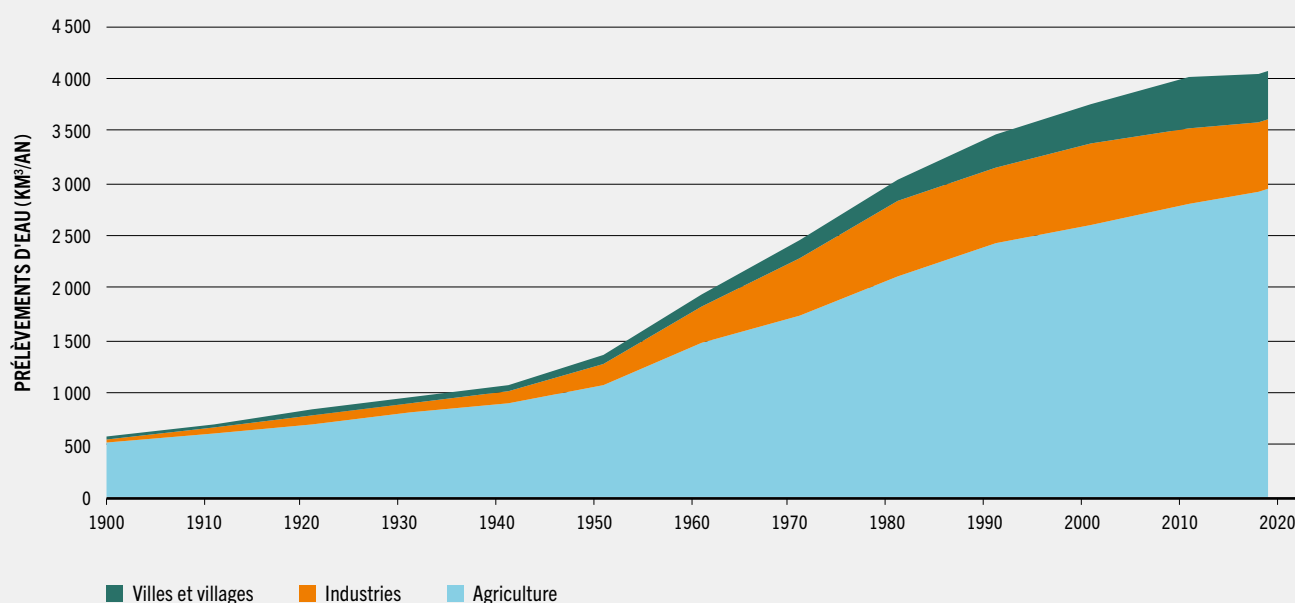
► **Stabilité, résilience et adaptation au climat.** L'irrigation réduit le risque de mauvaises récoltes dues à la sécheresse ou à l'irrégularité des précipitations. Elle amène plus de prévisibilité concernant la production et incite les producteurs à investir dans des éléments nutritifs, entre autres intrants, ou dans la protection contre les organismes nuisibles et les maladies, ce qui augmente indirectement les rendements. Les précipitations devenant de plus en plus irrégulières en raison du changement climatique, le rôle stabilisateur de l'irrigation est de plus en plus important.

TABEAU 7 TERRES IRRIGUÉES ET TERRES NON IRRIGUÉES, PAR RÉGION, ET VALEUR RELATIVE DE LA PRODUCTION

Région ou pays	Superficie des terres (millions d'ha)		Valeur de la production (milliards d'USD)	
	Terres non irriguées	Terres irriguées	Terres non irriguées	Terres irriguées
Total (sur la base de 83 pour cent des terres cultivées dans le monde en 2022)	1 016	296	1 315	1 222
Pourcentage	77,5	22,5	52	48
Afrique	94	6	88	12
Asie*	55	45	43	57
Amérique latine et Caraïbes	88	12	59	41
États-Unis d'Amérique	83	17	57	43
Fédération de Russie	97	3	91	9
Asie centrale	73	27	61	39
Autres**	83	17	44	56

NOTES: * Asie orientale, Asie méridionale et Asie du Sud-Est (à l'exclusion du Japon). ** Canada, France, Japon, République islamique d'Iran.

SOURCES: Élaboré par les auteurs du présent document, d'après FAO. 2025. FAOSTAT: Utilisation des terres. [Consulté le 13 février 2025]. <https://www.fao.org/faostat/fr/#data/RL>. Licence: CC-BY-4.0; FAO. 2025. AQUASTAT. [Consulté en avril 2025]. <https://www.fao.org/aquastat/fr/databases>. Licence: CC-BY-4.0.

FIGURE 13 ÉVOLUTION DES PRÉLÈVEMENTS D'EAU DANS LE MONDE, PAR SECTEUR, 1900-2020

SOURCES: Élaboré par les auteurs du présent document, d'après FAO. 2020. *La Situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture 2020. Relever le défi de l'eau dans l'agriculture*. Rome. <https://doi.org/10.4060/cb1447fr>

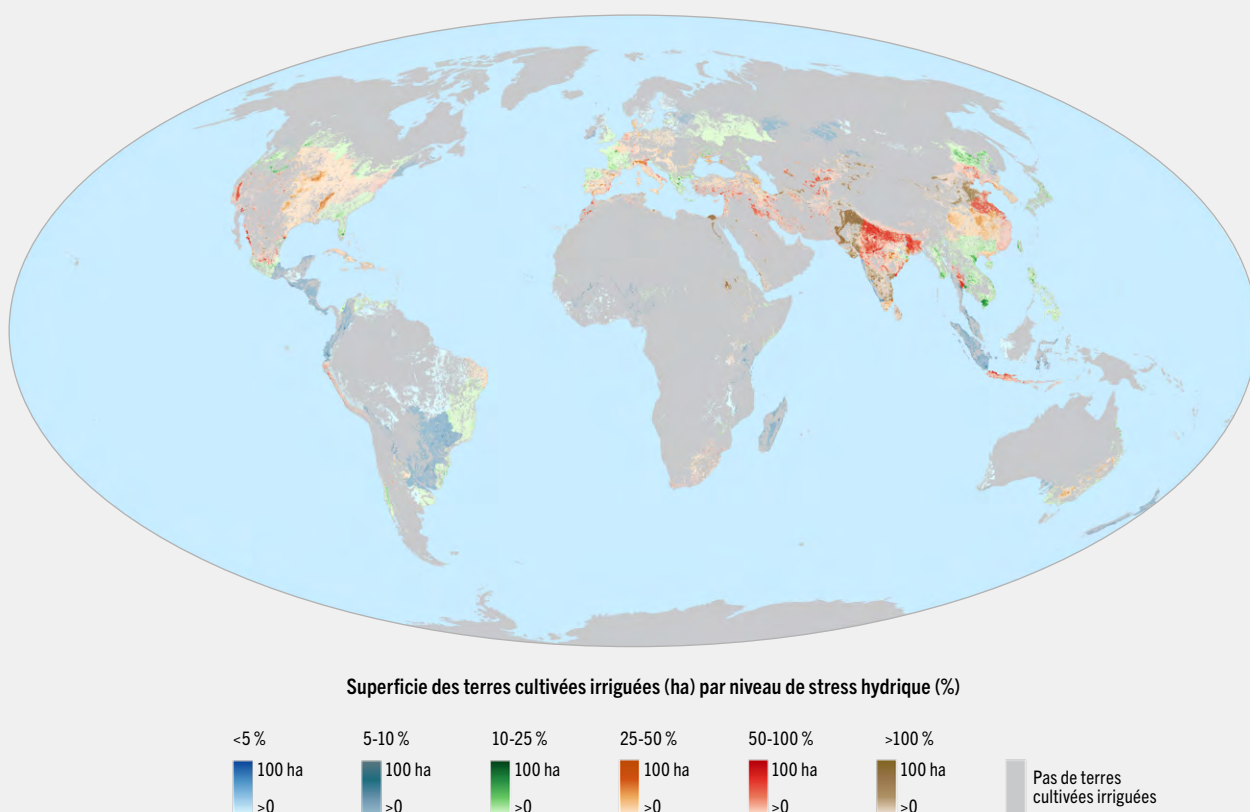
<https://doi.org/10.4060/cd7488en-fig13>

et le fait que l'irrigation soit systématiquement utilisée pour les cultures de grande valeur. Il ressort de l'étude sur les terres cultivées irriguées et non irriguées réalisée dans le cadre du présent rapport que le rendement de la production irriguée est, en moyenne, supérieur de 76 pour cent à celui de la production pluviale. On estime que l'intensité de culture est 25 pour cent plus élevée dans l'agriculture irriguée que dans l'agriculture pluviale. Enfin, la production irriguée a, en moyenne, une valeur supérieure de 45 pour cent à celle de la production pluviale. Ces chiffres sont des estimations mondiales. On observe de grandes différences d'un pays à l'autre et d'une région à l'autre, en fonction des conditions climatiques et de l'expansion relative de l'irrigation dans l'agriculture. ■

ÉTAT ACTUEL DES RESSOURCES EN EAU POUR L'AGRICULTURE

Au niveau mondial, l'agriculture est le secteur le plus gourmand en eau douce, à l'origine de 72 pour cent des prélèvements totaux d'eau douce en 2020. Elle est suivie par l'industrie (16 pour cent) et les services (12 pour cent) (FAO, 2020; [figure 13](#)). Alors que, globalement, la croissance des prélèvements d'eau ralentit, celle des prélèvements d'eau à des fins agricoles continue d'augmenter, ce qui traduit l'extension incessante des superficies des zones irriguées. L'augmentation rapide des niveaux de prélèvement d'eau ces dernières décennies a eu pour conséquence qu'un nombre croissant de régions sont soumises à un stress hydrique accru.

FIGURE 14 INDICATEUR 6.4.2 DES ODD – NIVEAU DE STRESS HYDRIQUE DANS LES ZONES IRRIGUÉES, 2018



En ce qui concerne les noms et les frontières qui figurent sur cette carte, veuillez vous référer à la clause de non responsabilité énoncée à la page relative aux droits d'auteur.

SOURCES: Élaboré par les auteurs du présent document, d'après la méthode énoncée dans FAO. 2020. *La Situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture 2020. Relever le défi de l'eau dans l'agriculture*. Rome. <https://doi.org/10.4060/cb1447fr>; données provenant de Level of water stress (SDG 6.4.2) by major river basin (reference year 2018). [Consulté le 1^{er} août 2025]. <https://data.apps.fao.org/catalog/iso/40bc32f6-1467-44ac-8f7c-3d67cbb1cbd7>. Licence: CC BY-NC- SA 3.0 IGO.

Environ 1,2 milliard de personnes, soit environ un sixième de la population mondiale, vivent dans des zones agricoles qui manquent cruellement d'eau (FAO, 2020).

En Asie méridionale, environ 520 millions de personnes vivent dans des zones agricoles soumises à de fortes contraintes hydriques; en Asie orientale et en Asie du Sud-Est, c'est le cas d'environ 460 millions de personnes. Cela signifie que, dans les deux régions, plus de 40 pour cent de la population rurale vit dans des zones où l'on manque d'eau. En Asie centrale ainsi qu'en Afrique septentrionale et en Asie occidentale,

environ 20 pour cent de la population vit dans des régions où les niveaux de pénurie d'eau et de rareté de la ressource sont importants. En revanche, en Europe, en Amérique latine et dans les Caraïbes, en Amérique septentrionale et en Océanie, seuls 1 à 4 pour cent de la population sont face à des contraintes hydriques extrêmes. En Afrique subsaharienne, environ 5 pour cent de la population vit dans des zones touchées, principalement en raison de graves sécheresses et du manque d'infrastructures d'irrigation. Ce chiffre de 5 pour cent peut sembler négligeable, mais il représente 50 millions de personnes environ qui vivent dans des zones où de graves épisodes

de sécheresse ont des effets catastrophiques sur les terres cultivées et les pâturages (FAO, 2020).

On estime que 171 millions d'hectares, soit plus de 60 pour cent des terres cultivées irriguées, sont soumis à un stress hydrique élevé ou très élevé (voir la [figure 14](#)).

Pour satisfaire les besoins d'une population mondiale croissante et de plus en plus riche, dont l'alimentation évolue (avec notamment plus de viande), et pour répondre à la demande accrue d'aliments pour animaux et d'autres produits agricoles – qui s'accompagnera de quantités croissantes d'aliments prêts à consommer et, très probablement, d'une augmentation des déchets alimentaires au niveau des consommateurs –, l'agriculture aura besoin de plus d'eau

qu'aujourd'hui. L'évapotranspiration des terres irriguées a été estimée à 1 285 km³ et pourrait augmenter de 20 à 30 pour cent d'ici à 2050, en tenant compte à la fois des effets biophysiques, tels que le changement climatique, et des facteurs socioéconomiques mentionnés ci-dessus. L'augmentation des prélèvements d'eau pour l'agriculture sera probablement inférieure à l'augmentation prévue de l'évapotranspiration, étant donné que l'efficacité de l'irrigation et la productivité des terres et de l'eau augmenteront probablement de manière significative. Toutefois, cela demandera une combinaison de solutions techniques et de solutions sur le plan de la gestion, ainsi qu'un environnement favorable sur le plan des politiques et de la gouvernance. Ces solutions sont examinées aux **chapitres 4 et 5**. ■

THAÏLANDE

Culture de plants de poivron
avec un système d'irrigation
goutte-à-goutte afin
d'optimiser l'utilisation de
l'eau et des nutriments.
© Kheartmanee Thongyot

CHAPITRE 3

PRODUIRE PLUS ET MIEUX: LE POTENTIEL

MESSAGES CLÉS

→ Il est possible de nourrir les 9,7 milliards de personnes que comptera, selon les prévisions, la population mondiale d'ici à 2050, et les quelque 10,3 milliards de personnes qui devraient peupler la planète quand la population mondiale culminera, vers 2085. Les conditions dans lesquelles cette production alimentaire aura lieu détermineront les coûts environnementaux, sociaux et économiques qu'elle engendrera.

→ À l'échelle mondiale, plus de 4 milliards d'hectares de terres sont aptes à la culture, ce qui représente une superficie non négligeable. Néanmoins, les possibilités d'expansion de l'agriculture sont limitées, puisque la poursuite de la conversion des terres en terres cultivées aurait des répercussions sur d'autres écosystèmes, notamment les forêts, les prairies et les zones humides.

→ On notera que l'évaluation de l'aptitude des terres à la culture porte uniquement sur leurs caractéristiques et ne tient compte ni de leur utilisation actuelle, ni de la question de savoir s'il serait acceptable de les convertir en terres cultivées. Par exemple, l'expansion de l'agriculture au détriment des forêts existantes n'est généralement pas une option intéressante, même si ces terres recèlent un fort potentiel cultural. On trouvera dans le présent rapport des propositions d'autres terres que l'on pourrait utiliser pour la culture tout en préservant les terres forestières et les aires protégées.

→ Les terres propices à la culture ne sont pas réparties uniformément à travers le monde. Ainsi, certaines régions, par exemple l'Afrique et l'Amérique du Sud, offrent des possibilités d'expansion, tandis que d'autres, telles que le Proche-Orient, ont pour l'essentiel atteint leurs limites, certaines voyant même la superficie de leurs terres agricoles se réduire.

→ La majeure partie de la production agricole s'effectue sur des terres agricoles de premier choix ou de bonnes terres. Toutefois, dans certaines régions, la pression démographique et le caractère limité des ressources obligent les agriculteurs à cultiver des terres marginales.

→ L'intensification revêt une importance capitale: les efforts que l'on déploiera pour répondre à la future demande de nourriture devront d'abord et avant tout être axés sur une utilisation plus efficace, plus durable et plus productive des terres agricoles existantes. Il est essentiel de veiller à ce que l'intensification se poursuive d'une manière beaucoup plus durable que par le passé.

→ Il est possible d'accroître considérablement la productivité des terres dans la plupart des régions en développement et pour la plupart des types de cultures. L'essentiel de l'augmentation de la production alimentaire doit venir de la réduction des écarts de rendement, de la sélection de cultures adaptées

aux conditions agroécologiques données et de l'adoption de pratiques de gestion durables adaptées à chaque culture.

→ Il est possible d'améliorer la productivité des terres marginales en adoptant des pratiques qui apportent des réponses aux facteurs limitant leur potentiel. Ces pratiques doivent être adaptées aux conditions locales et soutenues par des instruments financiers et des instruments de politique appropriés.

→ Parmi les solutions susceptibles d'améliorer le potentiel des terres pour accroître la production végétale, l'irrigation et les autres techniques de collecte de l'eau peuvent aider à régler les problèmes tenant à l'humidité du sol en apportant de l'eau en suffisance aux cultures. S'il est possible d'accroître encore nettement la productivité de l'eau pour l'agriculture, il est beaucoup moins possible d'accroître la consommation d'eau, surtout dans les régions arides. Dans un souci de durabilité, il importe d'évaluer les augmentations potentielles de la consommation d'eau non seulement au niveau des exploitations, mais aussi au niveau des bassins hydrographiques et des aquifères.

→ Le manque d'éléments nutritifs dans le sol et leur mauvaise qualité constituent un important facteur limitant de la production dans de nombreuses régions. On peut s'attaquer à ce problème en adoptant de meilleures pratiques agricoles: l'utilisation efficace des éléments nutritifs, un apport d'engrais équilibré qui intègre des intrants organiques pour éviter d'utiliser trop ou trop peu d'engrais ou de mal les utiliser, l'utilisation durable des engrais, la mécanisation, l'adoption de variétés adaptées et la promotion de l'agrobiodiversité et notamment de la culture de cultures d'opportunité qui soient adaptées aux conditions et aux cultures données.

→ Le changement climatique a des effets sur l'aptitude des terres concernant de nombreuses cultures. Voilà pourquoi, généralement, les zones propices à certaines cultures se déplacent vers des latitudes et des altitudes plus élevées. Pour certaines cultures, la demande d'eau à usage agricole va augmenter dans le cadre des scénarios climatiques futurs, tandis que l'approvisionnement en eau deviendra plus variable et moins fiable.

→ Dans les régions où les ressources en terres et en eau sont rares, il faut souvent faire des concessions et des choix difficiles dans l'allocation des ressources pour réaliser les objectifs concurrents de la société

(agriculture, industrie, développement urbain, énergie, conservation de la biodiversité). La planification intégrée des ressources en eau et en terres apporte des outils qui permettent de gérer cette concurrence pour les ressources et d'utiliser celles-ci au mieux.

→ Sur les terres agricoles dégradées, il est possible de rétablir le potentiel de production pour accroître la production et la productivité en ayant recours à des pratiques et techniques de gestion durable, tout en s'attaquant aux causes profondes et aux facteurs de la dégradation des terres et en les éliminant.

→ L'utilisation des terres est déterminée par un ensemble de facteurs biophysiques et socioéconomiques, parmi lesquels la démographie, le marché, le régime foncier et les politiques, et ne répond pas nécessairement à des logiques technocratiques de planification. Au niveau mondial, le commerce continuera de compenser l'écart croissant entre la capacité de production et la demande de produits agricoles.

Le présent chapitre traite de la possibilité d'augmenter la production et la productivité des terres agricoles pour répondre à la demande croissante de denrées alimentaires et d'autres produits agricoles et pour relever les défis environnementaux et socioéconomiques décrits précédemment. Il se concentre essentiellement sur la production végétale, première source de denrées alimentaires, pour laquelle on dispose de capacités de modélisation avancées. Les **chapitres 4 et 5** traitent des mesures techniques, stratégiques et institutionnelles à prendre pour réaliser ce potentiel.

Pour augmenter la production agricole, on peut étendre l'activité (accroître la superficie des terres agricoles, si possible, sans mettre en péril les autres écosystèmes) ou l'intensifier (accroître la production sur les terres agricoles existantes). Pour intensifier l'agriculture, on peut soit accroître le rendement d'une culture donnée, soit utiliser les terres plus souvent sur l'année (intensité de culture), soit combiner ces deux approches. Compte tenu de l'ampleur de la dégradation des terres agricoles (terres cultivées et pâturages), dont il est question au **chapitre 2**, la restauration des terres et des sols dégradés pourrait contribuer sensiblement à l'intensification.

Dans de nombreuses régions, les rendements agricoles sont inférieurs à ceux qu'une gestion appropriée permettrait d'obtenir. La différence entre le rendement réel et le rendement réalisable est appelée «écart de rendement». Par exemple, en Afrique subsaharienne, le rendement des cultures pluviales est de seulement 24 pour cent du rendement que permettraient d'obtenir des pratiques de gestion appropriées (FAO, 2022). Il est essentiel de connaître l'ampleur et la localisation des écarts de rendement pour élaborer des stratégies d'amélioration de la production: en comparant les rendements réels et les rendements réalisables, on déterminera dans quelles zones on pourrait augmenter la production alimentaire en améliorant les pratiques de gestion.

On a analysé les écarts de rendement et le potentiel des terres pour les terres cultivées pluviales et irriguées en suivant la méthode du zonage agroécologique mondial, mise au point par l'Institut international pour l'analyse des systèmes appliqués (IIASA) et la FAO (Fischer *et al.*, 2021), sur la base de l'évaluation GAEZ la plus récente (FAO et IIASA, 2025a). Les données et méthodes GAEZ sont décrites dans la section suivante et présentées plus en détail dans l'**annexe**.

La méthode GAEZ a également permis, sur la base des scénarios climatiques du GIEC, d'évaluer l'impact du changement climatique sur l'aptitude des terres, la demande d'eau des cultures et la production potentielle de certains groupes de plantes cultivées. ■

ANALYSE D'APTITUDE

La production végétale est fonction d'une combinaison de facteurs climatiques, édaphiques, biotiques, physiographiques et socioéconomiques. Pour un lieu donné, l'aptitude des terres varie en fonction du type de culture et des pratiques de gestion. Les données disponibles à l'échelle mondiale sur le climat, le sol et le terrain permettent d'évaluer cette aptitude pour de nombreuses cultures (Fischer *et al.*, 2021).

La méthode GAEZ consiste à mettre en relation, d'une part, les ensembles de données géoréférencées disponibles à l'échelle mondiale sur les conditions agroclimatiques, le sol et le

terrain et, d'autre part, les besoins des cultures étudiées, afin de déterminer quelles utilisations des terres agricoles sont appropriées et de modéliser le rendement agronomique réalisable pour 52 cultures^f. Ces facteurs permettent d'évaluer l'aptitude des terres et le potentiel de production des différentes cultures selon diverses hypothèses relatives aux intrants et à la gestion, d'estimer les écarts de rendement en comparant le rendement réel au rendement réalisable et de recenser les zones sensibles où une utilisation plus productive des terres est possible.

Au cœur de la méthode GAEZ, on trouve l'analyse d'aptitude, qui donne des informations sur le potentiel et les limites des terres pour chaque type de culture. La méthode classe les terres en sept catégories: des terres très aptes aux terres inaptes. Une terre très apte à une culture donnée peut produire, dans des conditions de gestion optimales, plus de 80 pour cent du rendement réalisable. Cette capacité de production diminue progressivement, jusqu'à atteindre zéro pour les terres inaptes.

L'aptitude des terres renvoie au potentiel qu'elles recèlent pour ce qui est de soutenir une agriculture productive. Elle est fonction de deux grands ensembles de variables: les facteurs agroclimatiques et les facteurs agroédaphiques. Les premiers sont la température, les précipitations, le rayonnement solaire et la durée de la période de végétation; ils ont tous une influence sur la croissance et le développement des cultures. Les seconds ont trait aux caractéristiques du sol et du terrain, qui peuvent avoir des effets sur le développement des racines, la disponibilité de l'eau, l'apport en nutriments et la productivité globale du sol (voir l'**encadré 2**). Pour améliorer la production agricole et la productivité des terres, il est essentiel de comprendre si ces deux ensembles

^f Dans le contexte de l'analyse des zones agroécologiques, on entend par rendement réalisable le rendement maximal possible dans des conditions agroécologiques données, calculé en combinant les rendements potentiels compte tenu des conditions agroclimatiques et les évaluations du sol et du terrain. Ce calcul tient compte des contraintes biophysiques, telles que la température, l'humidité disponible, le type de sol et la pente, ainsi que des quantités indiquées d'intrants agronomiques et des pratiques de gestion. Le rendement réalisable se distingue du rendement potentiel en ce qu'il tient compte des contraintes réalistes du sol et du terrain, ce qui donne une estimation plus pratique de la productivité d'une culture donnée dans des conditions données. Pour de plus amples informations, voir: **GAEZ 4 FAQ** (en anglais).

ENCADRÉ 2 FACTEURS LIÉS AU SOL ET AU TERRAIN PRIS EN COMPTE DANS LE ZONAGE AGROÉCOLOGIQUE MONDIAL

- Disponibilité en éléments nutritifs
- Capacité de rétention des éléments nutritifs du sol
- Profondeur du sol
- Disponibilité de l'oxygène
- Salinité et sodicité
- Teneur en carbonate de calcium et en gypse
- Facilité de travail du sol
- Pente

de facteurs correspondent aux besoins des cultures et d'appliquer des pratiques de gestion appropriées.

L'analyse de l'aptitude des terres fournit une évaluation biophysique du potentiel d'amélioration de la productivité. Pour prendre en considération les utilisations concurrentes des terres et les contraintes écologiques et contraintes tenant à la durabilité, il faut procéder à une planification intégrée de l'utilisation des terres à différents niveaux de prise de décision afin de relever les défis et de répondre aux demandes concurrentes (FAO, à paraître). ■

TERRES APTES À LA CULTURE: DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE INÉGALE

Sur la base des données du GAEZ v5 (FAO et IIASA, 2025a), on a évalué l'aptitude et la distribution spatiale des terres cultivables. L'analyse a porté sur le potentiel de culture pluviale, étudié par l'évaluation des zones adéquates d'un point de vue agroclimatique pour 52 cultures. La méthode a consisté à agréger les données de toutes les cultures pour déterminer le potentiel de culture maximal pour chaque unité géographique, chaque couverture des sols ou type d'utilisation des terres et chaque niveau d'intensité de gestion – en particulier les systèmes à faible niveau d'intrants ou à niveau d'intrants élevé (voir l'encadré 3). Le système à niveau d'intrants élevé offre des scénarios théoriques utiles pour évaluer et comparer les résultats obtenus dans différentes conditions de gestion. Le GAEZ v5 contient des informations

pour le scénario historique (2001-2020) ainsi que pour les scénarios climatiques futurs définis par le GIEC. Ensuite, les terres sont classées en plusieurs catégories selon leur aptitude pour différentes cultures: terres de premier choix, bonnes terres, terres marginales et terres inaptes (voir le tableau 8). La classification des couvertures des sols du GAEZ v5 (FAO et IIASA, 2025b) intègre une carte synthétique des terres cultivées obtenue à partir de plusieurs supports à haute résolution (Tubiello *et al.*, 2023a) et des statistiques de FAOSTAT. Enfin, toutes les zones répertoriées dans la Base de données mondiale sur les aires protégées (en anglais), totalisant environ 1,8 milliard d'hectares (PNUE-WCMC et UICN, 2022), dont environ la moitié sont des forêts protégées, ont été exclues de l'analyse.

On notera que l'évaluation de l'aptitude des terres à la culture porte uniquement sur leurs caractéristiques et ne tient pas compte de leur utilisation actuelle, ni de la question de savoir s'il serait acceptable de les convertir en terres cultivées. Par exemple, l'expansion de l'agriculture au détriment des forêts existantes n'est généralement pas une option intéressante.

La superficie des terres de premier choix, c'est-à-dire les terres les plus aptes à la culture, varie considérablement en fonction du niveau de gestion. D'après les estimations GAEZ, environ 800 millions d'hectares de terres peuvent être considérés comme des terres de premier choix dans le monde, dans un scénario à faible niveau d'intrants (voir la figure 15). Cette superficie double dans le cadre d'un scénario de gestion avancée, pour atteindre une superficie supérieure à celle des terres cultivées actuellement (FAO, 2025a). Environ

ENCADRE 3 NIVEAUX D'INTRANTS ET DE GESTION PRIS EN COMPTE DANS LE ZONAGE AGROÉCOLOGIQUE MONDIAL

Faible niveau d'intrants/gestion limitée. Dans l'hypothèse d'une gestion limitée, le système agricole tient essentiellement à une agriculture de subsistance et n'est pas nécessairement orienté vers l'économie de marché. La production repose principalement sur l'utilisation de cultivars locaux et le recours à des techniques à forte intensité de main-d'œuvre. Elle s'opère sans épandage d'engrais, sans produits chimiques pour la lutte contre les organismes nuisibles ou les maladies et avec des mesures de conservation minimales.

Niveau d'intrants élevé/gestion avancée. Dans l'hypothèse d'une gestion avancée, le système agricole est principalement orienté vers l'économie de marché; produire pour le marché est un objectif de gestion. La production repose sur des variétés améliorées et la mécanisation, avec une faible intensité de main-d'œuvre. Les producteurs poursuivant cette approche épandent des quantités optimales de nutriments et ont recours à des produits chimiques pour lutter contre les organismes nuisibles, les maladies et les plantes adventices.

TABEAU 8 CATÉGORIES D'APTITUDE PRISES EN COMPTE DANS LE ZONAGE AGROÉCOLOGIQUE MONDIAL

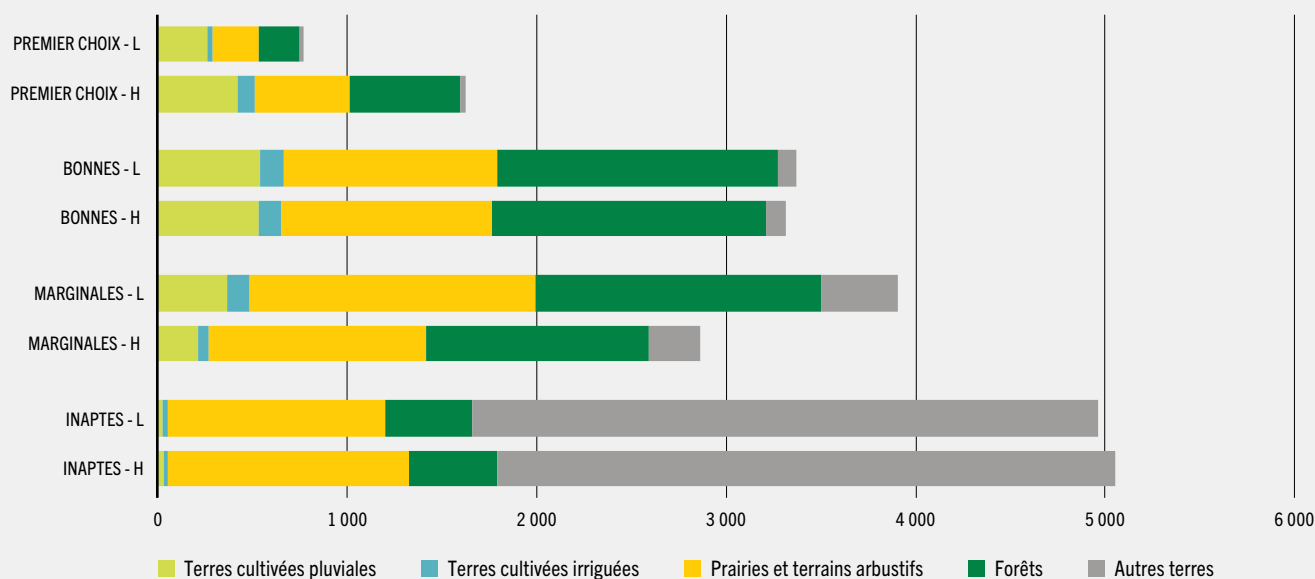
Catégorie d'aptitude des terres	Catégorie d'aptitude GAEZ	Pourcentage du rendement maximal réalisable	Évaluation d'un point de vue économique
Terres de premier choix	Très aptes	80-100	Terres de premier choix qui offrent les meilleures conditions pour une production agricole dans une logique économique.
	Aptes	60-80	Bonnes terres pour une production agricole dans une logique économique.
Bonnes terres	Modérément aptes	40-60	Terres modérément aptes soumises à d'importantes contraintes climatiques et/ou tenant au sol ou au terrain en raison desquelles il faudra vendre plus cher les produits pour être rentable.
	Marginalement aptes	20-40	La production dans une logique économique n'est pas viable. On pourrait utiliser ces terres pour la production si aucune autre terre n'est disponible.
Terres marginales	Très marginalement aptes	<20	La production dans une logique économique n'est pas possible.
	Inaptes	0	La production est impossible.

SOURCE: Fischer, G., Nachtergaele, F. O., van Velthuisen, H. T., Chiozza, F., Franceschini, G., Henry, M., Muchoney, D. et Tramberend, S. 2021. *Global Agro-Ecological Zones (GAEZ v4) – Model Documentation*. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cb4744en>

un cinquième des terres cultivées actuellement sont classées comme des terres de premier choix dans un scénario à faible niveau d'intrants, contre un tiers dans un scénario à niveau d'intrants élevé. S'agissant de la couverture des sols ou de l'utilisation des terres, les terres de premier choix sont réparties de manière à peu près égale entre les terres cultivées, les prairies, les terrains arbustifs et les zones boisées.

La superficie des bonnes terres reste stable (environ 3 300 millions d'hectares) dans les deux scénarios concernant le niveau d'intrants, ce qui semble indiquer une sensibilité moindre à l'intensification de la gestion. Ces terres représentent 45 pour cent des terres cultivées, 40 pour cent des terres forestières et près de 30 pour cent des prairies et des terrains arbustifs.

FIGURE 15 RÉPARTITION DANS LE MONDE DES TERRES APTES À LA CULTURE, PAR CLASSE DE COUVERTURE DES SOLS, SELON LES SCÉNARIOS DE GESTION À FAIBLE NIVEAU D'INTRANTS (L) OU À NIVEAU D'INTRANTS ÉLEVÉ (H), MOYENNE 2001-2020



NOTE: Les aires protégées sont exclues.

SOURCE: Élaboré par les auteurs du présent document, d'après FAO et IIASA. 2025. *Global Agro-ecological Zoning version 5 (GAEZ v5) Model Documentation*. [Consulté le 13 février 2025]. <https://www.fao.org/gaez/en>

<https://doi.org/10.4060/cd7488en-fig15>

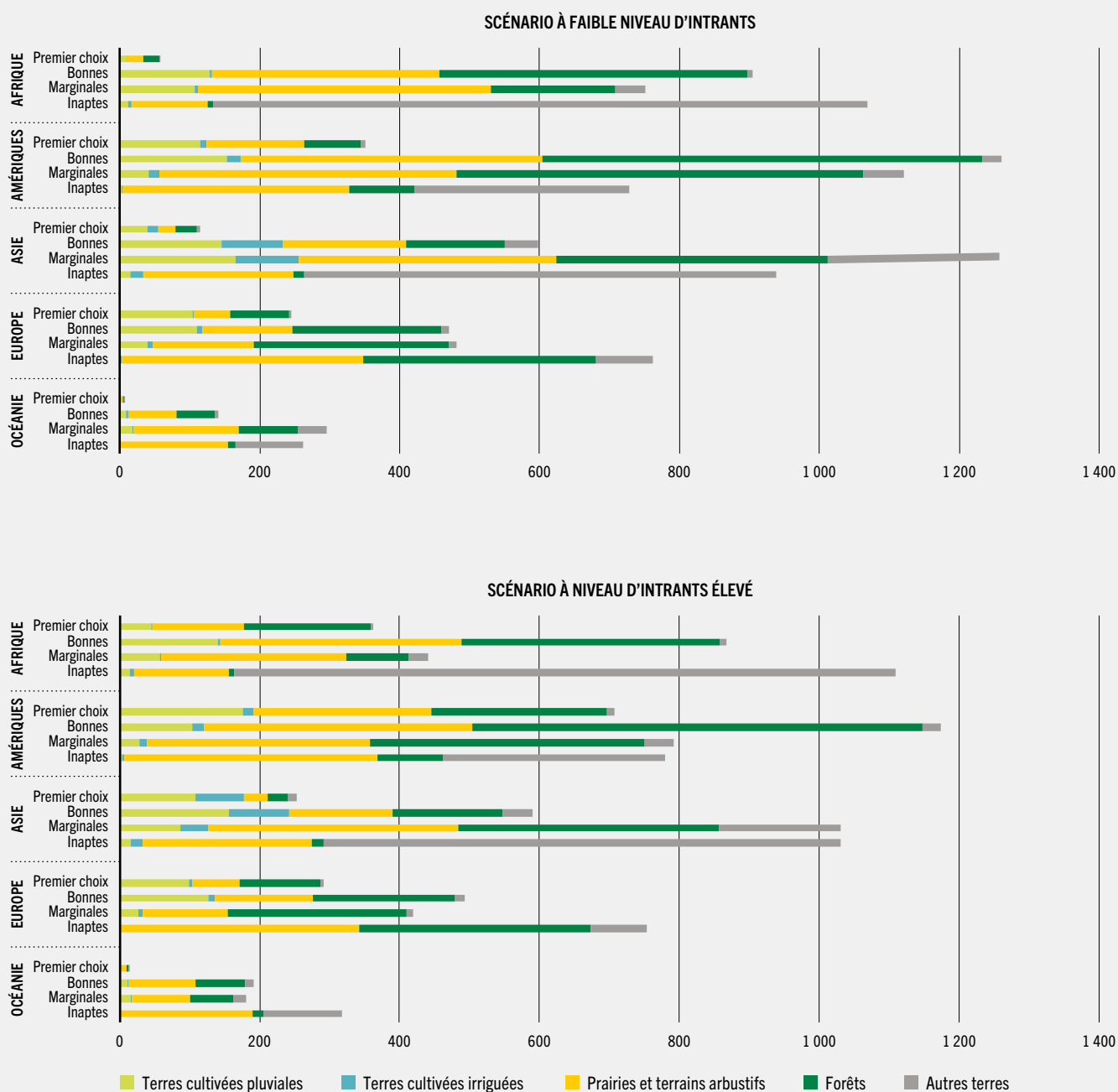
Environ un tiers des terres cultivées sont considérées comme marginales dans le scénario de faible niveau d'intrants. La mise en œuvre de pratiques de gestion avancées réduirait cette proportion presque de moitié – une tendance inverse à celle observée pour les terres de premier choix.

La figure 15 montre la part des terres cultivées qui sont irriguées et leur répartition dans les différentes classes d'aptitude. L'irrigation élimine l'un des principaux obstacles nuisant à l'aptitude à la culture en humidifiant le sol en suffisance, ce qui permet de compenser l'irrégularité ou l'insuffisance des précipitations et d'obtenir une production plus élevée. Plus de la moitié des 300 millions d'hectares de terres cultivées irriguées sont considérées comme des terres de premier choix ou de bonnes terres dans le cadre du scénario à faible niveau d'intrants. Cette proportion grimpe à plus de 70 pour cent dans le cadre d'une gestion avancée.

L'analyse de la répartition des terres aptes entre les régions (voir la figure 16) fait apparaître des différences considérables d'une région à l'autre, s'agissant notamment du potentiel pour le scénario de gestion à faible niveau d'intrants et pour celui à niveau d'intrants élevé. Ce sont les Amériques qui disposent de la plus grande superficie de terres de premier choix: près de 350 millions d'hectares dans le scénario à faible niveau d'intrants et plus du double dans le scénario de gestion à niveau d'intrants élevé. L'Europe arrive en deuxième place, avec environ 250 millions d'hectares – soit 32 pour cent des terres de premier choix dans le monde – dans le scénario à faible niveau d'intrants. Contrairement à ce que l'on constate dans les Amériques, ce chiffre n'augmente que légèrement lorsqu'on passe au scénario d'une gestion avancée, ce qui indique que les conditions agroclimatiques et agroédaphiques adéquates sont courantes dans cette région. L'Asie dispose d'environ 120 millions d'hectares de terres de premier choix dans le

»

FIGURE 16 RÉPARTITION ENTRE LES RÉGIONS DES TERRES SELON LEUR APTITUDE, PAR COUVERTURE DES SOLS/UTILISATION DES TERRES, SELON LES SCÉNARIOS DE GESTION À FAIBLE NIVEAU D'INTRANTS OU À NIVEAU D'INTRANTS ÉLEVÉ, MOYENNE 2001-2020



NOTE: Les aires protégées sont exclues.

SOURCE: Élaboré par les auteurs du présent document, d'après FAO et IIASA. 2025. *Global Agro-ecological Zoning version 5 (GAEZ v5) Model Documentation*. [Consulté le 13 février 2025]. <https://www.fao.org/gaez/en>

» scénario à faible niveau d'intrants et de plus du double de cette superficie dans le scénario à niveau d'intrants élevé. C'est en Afrique que l'on constate le gain le plus important en passant d'un scénario à l'autre: l'amélioration de la gestion y multiplierait par sept la superficie de terres de premier choix, qui passerait de 55 millions d'hectares (faible niveau d'intrants) à 360 millions d'hectares (niveau d'intrants élevé). Cela est d'autant plus important que moins de 5 pour cent de la superficie terrestre totale de l'Afrique présente les conditions les plus favorables à la culture. L'Océanie arrive en dernière position, avec seulement 6 millions d'hectares de terres de premier choix dans le scénario à faible niveau d'intrants, superficie qui passe à 14 millions d'hectares en envisageant des pratiques de gestion avancées.

Les terres de premier choix ne sont pas utilisées de la même façon dans toutes les régions. Dans le cadre d'une gestion limitée, moins de 20 pour cent des terres de premier choix en Afrique, soit 10 millions d'hectares, sont utilisées pour la culture. Des superficies comparables (22 millions d'hectares) de ces terres sont recouvertes d'arbres ou de prairies et de terrains arbustifs (coïncidant souvent avec des terres utilisées pour le pâturage). En Asie et en Europe, les terres cultivées représentent la plus grande partie des terres de premier choix (48 et 43 pour cent, respectivement). C'est dans les Amériques et en Océanie que les prairies et les terrains arbustifs occupent la plus grande partie des terres de premier choix de ces régions (40 et 60 pour cent, respectivement).

Si l'on s'intéresse à la répartition géographique des terres aptes à la culture, les Amériques et l'Afrique arrivent en tête, avec respectivement 1 200 et 900 millions d'hectares dans le cadre d'une gestion à faible niveau d'intrants et des superficies comparables dans le cadre d'une gestion avancée. Avec une superficie moindre (environ 600 millions d'hectares de terres aptes dans le cadre des deux scénarios de gestion), l'Asie utilise plus de 40 pour cent de ses bonnes terres pour la culture, contre seulement 14 pour cent pour l'Afrique et les Amériques. Dans ces deux dernières régions, une grande partie des bonnes terres est occupée par des forêts, des prairies et des terrains arbustifs, ce qui limite nettement les possibilités d'expansion, puisque l'expansion de l'agriculture au détriment des forêts n'est pas envisageable. Il est proposé

dans le présent rapport d'étendre l'agriculture sur d'autres terres afin d'améliorer la production alimentaire durable tout en préservant les forêts et les aires protégées. L'Europe compte environ 500 millions d'hectares de bonnes terres, dont environ un quart sont des terres cultivées dans le cadre des deux scénarios de gestion. Enfin, l'Océanie compte 140 millions d'hectares de bonnes terres dans le scénario à faible niveau d'intrants et 190 millions d'hectares dans le scénario à niveau d'intrants élevé. Moins de 10 pour cent de ces bonnes terres sont cultivées, tandis que la moitié est constituée de prairies et de terrains arbustifs.

C'est en Asie et dans les Amériques que l'on trouve les plus grandes superficies de terres marginalement aptes: respectivement 1 200 millions d'hectares et 1 100 millions d'hectares, dans le cadre d'une gestion à faible niveau d'intrants. Ces superficies se réduisent de 16 pour cent en Asie et de 30 pour cent dans les Amériques si l'on passe au scénario de gestion plus avancée. L'Afrique arrive en troisième place, avec près de 800 millions d'hectares de terres marginales, dont la superficie se réduit de 43 pour cent dans le scénario à niveau d'intrants élevés. L'Europe, elle, compte environ 500 millions d'hectares de terres marginales dans le scénario à faible niveau d'intrants, superficie qui tombe à 420 millions d'hectares dans le cadre d'une gestion avancée. En Océanie, la superficie des terres marginales est de 300 millions d'hectares dans le cadre du scénario à faible niveau d'intrants; elle est 40 pour cent inférieure dans le cadre du scénario à niveau d'intrants élevé.

En théorie, une très petite partie des terres marginalement aptes devrait être utilisée pour les cultures. Toutefois, dans le cadre du scénario à faible niveau d'intrants, plus de deux cinquièmes des terres cultivées en Afrique et en Asie sont des terres marginalement aptes; cette proportion dépasse 60 pour cent en Océanie. Dans les Amériques et en Europe, la part des terres cultivées qui sont marginalement aptes est plus faible: moins de 20 pour cent dans les deux cas. Si la culture est effectivement l'utilisation la moins fréquente des terres marginales dans toutes les régions, la superficie des terres cultivées qui sont des terres marginales témoigne d'un déséquilibre géographique entre la demande et la disponibilité de terres pour la culture, en particulier en Afrique et dans certaines parties de l'Asie, qui oblige les agriculteurs à

cultiver les terres marginales. Il convient également de noter que si la dotation naturelle semble être un facteur limitant la culture dans ces régions, les données donnent également à penser que l'amélioration de la gestion des terres constitue une piste particulièrement prometteuse pour améliorer la productivité. En Afrique, on constate d'importantes différences entre les deux niveaux de gestion: la superficie des terres marginales cultivées passe de 120 millions d'hectares dans des conditions de gestion à faible niveau d'intrants à la moitié de ce chiffre dans le cadre de pratiques de gestion améliorées. L'encadré 4 présente des pistes à explorer pour libérer le potentiel des terres marginales.

Si l'on s'en tient strictement aux ressources en terres, et dans l'hypothèse (improbable) où ni les niveaux de productivité ni la demande par habitant ne changent, il serait possible de produire assez de nourriture pour une population mondiale qui, selon les prévisions, atteindra 9,7 milliards de personnes en 2050 et culminera à 10,3 milliards d'individus au milieu des années 2080. Cela signifie que l'on aurait besoin de 1,9 milliard d'hectares de terres cultivées en 2050 et de 2,1 milliards d'hectares au milieu des années 2080 (contre 1,6 milliard d'hectares aujourd'hui), soit bien moins que les 4 milliards d'hectares de terres de premier choix et de bonnes terres actuellement disponibles. Toutefois, ce chiffre mondial ne veut pas dire grand-chose. Il ne traduit pas les grandes variations d'une région à l'autre et d'un pays à l'autre et ne prend en considération ni la concurrence avec d'autres utilisations (notamment l'urbanisation), ni la dégradation des terres actuellement utilisées. En outre, toute extension des terres cultivées se fera au détriment des autres utilisations des terres et alourdira encore l'impact écologique, déjà considérable, de l'agriculture. Ignorer la concurrence avec les autres services environnementaux et la nécessité de faire des compromis entraînerait une nouvelle dégradation des ressources, en particulier de la biodiversité et des fonctions de régulation des écosystèmes (Fischer *et al.*, 2011).

Or, pour relever les défis que sont le changement climatique et l'appauvrissement de la diversité biologique, il est indispensable de préserver les écosystèmes forestiers et herbacés, lesquels contribuent au maintien du bilan carbone mondial (GIEC, 2022) et à la fourniture de produits et de

services importants (par exemple, les produits forestiers non ligneux, la biodiversité, la pollinisation et la qualité de l'eau) qui favorisent l'adaptation et la résilience (FAO, 2020). Bien que les terres de premier choix et les bonnes terres s'étendent sur plus de 4 milliards d'hectares dans le monde, les possibilités d'expansion sont limitées, puisqu'une grande partie de ces terres sont couvertes de forêts et de pâturages (voir la figure 17). À l'échelle mondiale, on estime que 160 millions d'hectares de prairies, principalement des bonnes terres, pourraient servir à la culture ou à des systèmes mixtes associant élevage et culture. Environ la moitié de ces terres se trouvent en Afrique, 40 millions d'hectares dans les Amériques et 30 millions d'hectares en Europe. Les prairies et les terrains arbustifs soutiennent déjà les moyens de subsistance de millions de personnes qui dépendent de ces écosystèmes pour la nourriture, le carburant et les fibres, ainsi que pour les services culturels (Bardgett *et al.*, 2021). Par exemple, l'initiative Grande muraille verte du Sahara et du Sahel vise à restaurer 100 millions d'hectares de terres dégradées dans le cadre de systèmes agrosylvopastoraux d'ici à 2030. Plus de 50 millions d'hectares, soit 10 pour cent de la zone visée par cet effort régional, sont des pâturages (Sacande *et al.*, 2022). ■

ÉCART DE RENDEMENT ET POSSIBILITÉS D'ACCROÎTRE LA PRODUCTION SUR LES TERRES PLUVIALES EXISTANTES

Écart de rendement pour les principaux groupes de plantes cultivées et certaines cultures

Les écarts de rendement résultent d'une série de contraintes auxquelles les producteurs doivent faire face, notamment des contraintes techniques, telles qu'un accès limité aux semences, aux éléments fertilisants et aux capacités de lutte contre les organismes nuisibles, ainsi qu'aux technologies, telles que la mécanisation, les installations de stockage ou l'irrigation. En outre, le manque »

ENCADRE 4 LIBÉRER LE POTENTIEL DES TERRES MARGINALES

Depuis qu'elle a été formulée pour la première fois (Ricardo, 1817), la définition des terres marginales a toujours fait l'objet de débats. Les définitions existantes varient fortement selon les objectifs d'application et les cadres contextuels. Sur fond d'augmentation de la demande mondiale d'aliments du fait de la croissance démographique et de la transition vers des régimes alimentaires gourmands en ressources, le potentiel que recèlent les terres marginales pour ce qui est d'améliorer la sécurité alimentaire a attiré fortement l'attention des acteurs au niveau mondial.

De plus en plus de travaux sont consacrés à l'étude de la marginalité sous l'angle de l'utilisation des terres agricoles ou arables. Si la marginalité résulte d'interactions multifactorielles, les études mettent systématiquement en évidence deux déterminants sous-jacents interdépendants: les facteurs biophysiques et les facteurs socioéconomiques (Csikós et Tóth, 2023). Sont donc incluses dans la catégorie des terres marginales les terres peu productives en raison de caractéristiques biophysiques, telles qu'un terrain accidenté, un sol de mauvaise qualité, des conditions météorologiques extrêmes (notamment des précipitations faibles et dispersées), ainsi que les terres productives dont la productivité est limitée par des facteurs socioéconomiques, tels que la dégradation des terres due à l'activité humaine, l'instabilité des prix du marché, le régime foncier et l'accès limité aux marchés et aux infrastructures, qui rendent impossible une production rentable dans des conditions données.

Les chiffres donnés dans la littérature concernant la superficie et la prévalence des terres marginales varient fortement, puisque chaque étude repose sur des méthodes,

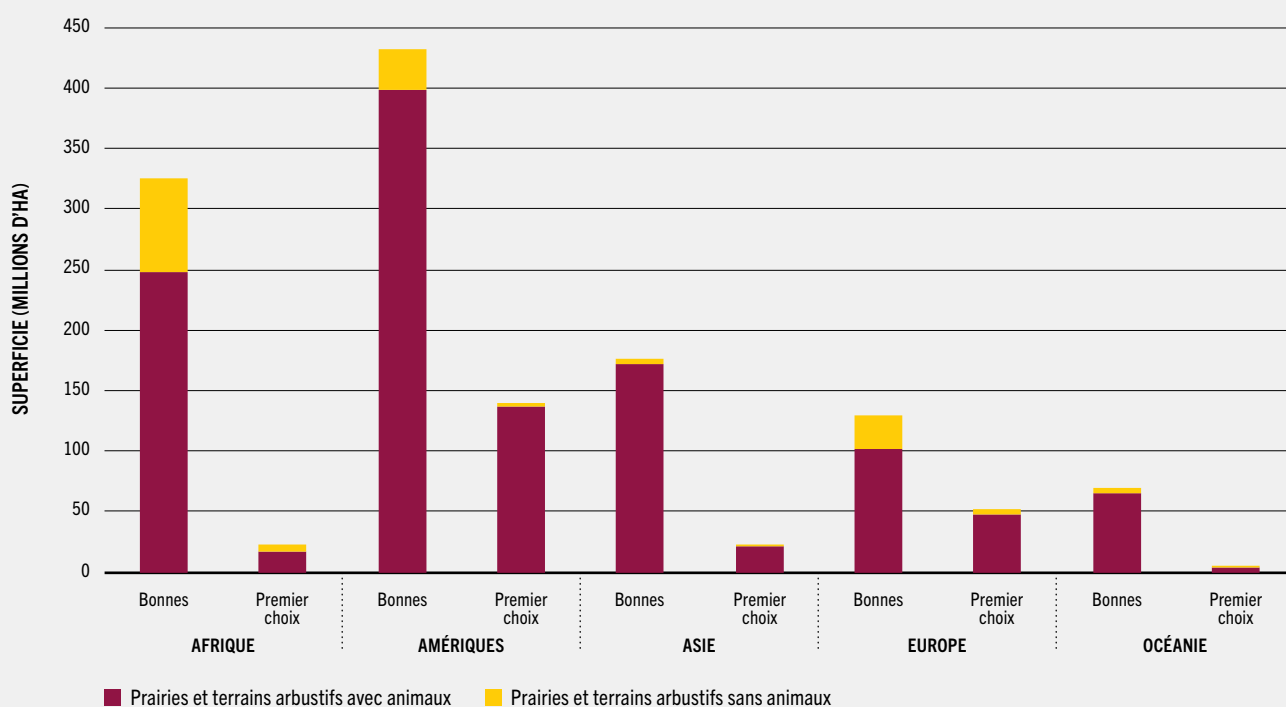
des hypothèses et des critères différents pour estimer la superficie de ces terres dans le monde. La méthode GAEZ, utilisée dans le présent rapport, combine les caractéristiques climatiques et les qualités du sol et du terrain avec les besoins des cultures et estime l'aptitude en termes de rendement réalisable dans les différents scénarios concernant les niveaux de technologie et de gestion. Elle se concentre donc plus spécialement sur les facteurs biophysiques.

Il est important de noter que la frontière entre terres marginales et terres productives n'est pas statique. Des utilisations inappropriées des terres et l'évolution du climat peuvent avoir comme conséquence que des terres productives deviennent des terres marginales, alors que, à l'inverse, le recours à la bonne technologie et à de bonnes pratiques de gestion peut transformer des terres marginales en terres agricoles productives (Csikós et Tóth, 2023).

Compte tenu de la variété des caractéristiques des terres marginales dans les différentes régions et de la diversité des facteurs qui agissent sur la marginalité, il faut adapter la gestion des terres marginales aux conditions locales. Il faut mettre au point des instruments financiers et stratégiques, notamment des politiques et des pratiques flexibles, pour parvenir à une gestion durable des terres marginales. Les analyses de l'aptitude des terres et des écarts de rendement présentées dans ce rapport donnent des informations sur les pistes d'amélioration de la productivité des terres marginales. Des exemples de stratégies d'adaptation pour les terres marginales sont présentés dans le tableau ci après.

Zones climatiques	Stratégies d'adaptation	Contribution financière
Zones arides et semi-arides	Amendement des sols, création et modernisation de systèmes d'irrigation et de drainage, récupération de l'eau, utilisation de cultures résistantes à la sécheresse et de variétés améliorées	Investissement initial élevé
Zones tropicales humides	Plantation de cultures acido-tolérantes, rotation des cultures, travail de conservation du sol, cultures intercalaires	Coût relativement faible
Régions tempérées et semi-humides	Réduction de la perturbation des sols, recours à la rotation des cultures, conservation du sol et de l'eau, restauration écologique	Coût relativement faible
Hauts-plateaux	Création de terrasses, conservation du sol et de l'eau, restauration écologique	Investissement initial élevé et soutien des politiques
Zones méditerranéennes	Travail de conservation du sol, plantation de variétés résistantes à la sécheresse, amélioration des installations d'irrigation et de drainage	Coût modéré
Zones boréales et froides	Plantation de variétés résistantes au froid, gestion des pâturages	Coût modéré

FIGURE 17 RÉPARTITION ENTRE LES RÉGIONS DES TERRES DE PREMIER CHOIX ET DES BONNES TERRES COUVERTES DE PRAIRIES ET DE TERRAINS ARBUSTIFS DANS LE CADRE D'UNE GESTION À FAIBLE NIVEAU D'INTRANTS SANS IRRIGATION, AVEC OU SANS ANIMAUX AU PÂTURAGE, 2015



SOURCES: Élaboré par les auteurs du présent document, d'après FAO et IIASA. 2025. *Global Agro-ecological Zoning version 5 (GAEZ v5) Model Documentation*. [Consulté le 13 février 2025]. <https://www.fao.org/gaez/en>; FAO. 2025. *Gridded Livestock of the World: Gridded livestock density (Global - 2015 - 10 km) - GLW4*. [Consulté le 13 mars 2025]. <https://data.apps.fao.org/catalog/iso/15f8c56c-5499-45d5-bd89-59ef6c026704>. Licence: CC BY 4.0; Gilbert, M., Nicolas, G., Cinardi, G., Van Boeckel, T. P., Vanwambeke, S. O., Wint, G. R. W. et Robinson, T. P. 2018. Global distribution data for cattle, buffaloes, horses, sheep, goats, pigs, chickens and ducks in 2010. *Scientific Data*, 5(1): 180227. <https://doi.org/10.1038/sdata.2018.227>; FAO. 2022. *Global Livestock Environmental Assessment Model (GLEAM) 3 Dashboard*. Livestock emission data at a glance. [Consulté le 13 mars 2025]. https://foodandagricultureorganization.shinyapps.io/GLEAMV3_Public. Licence: CC-BY-4.0.

<https://doi.org/10.4060/cd7488en-fig17>

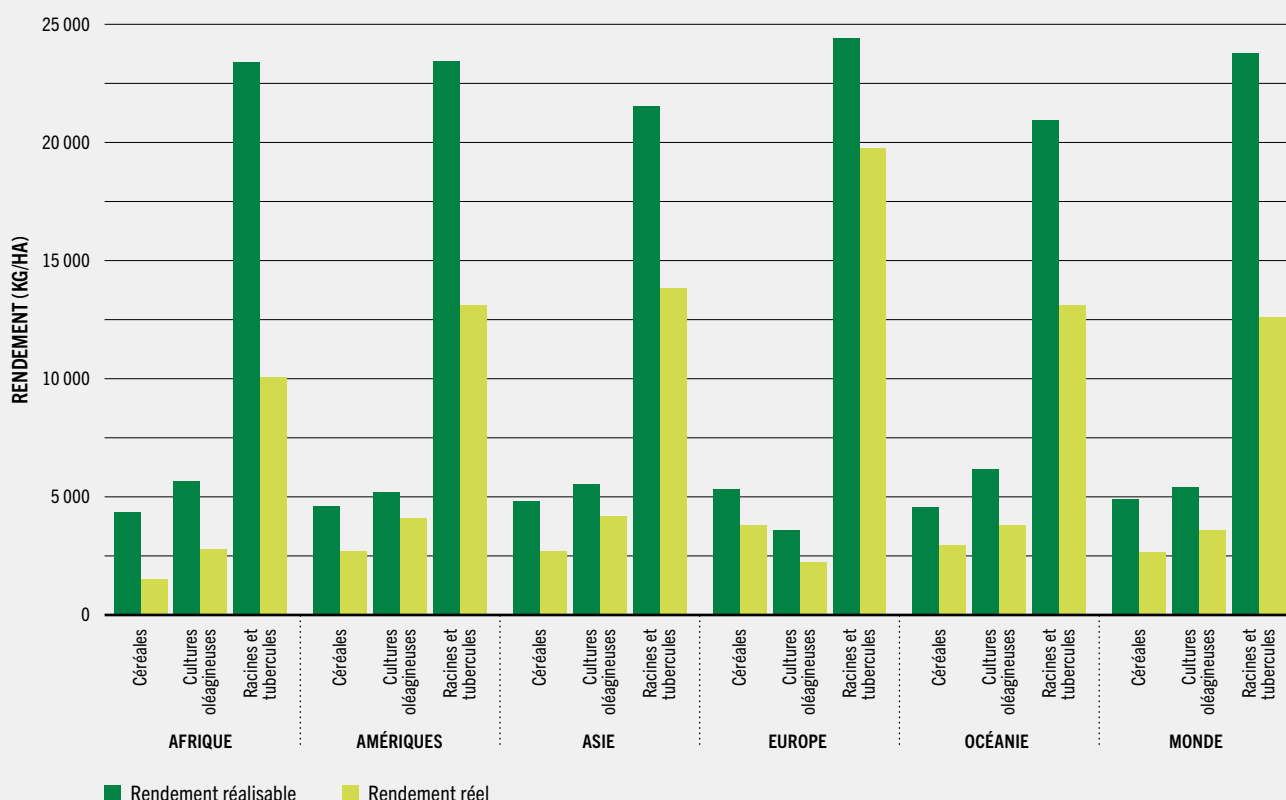
» d'accès aux connaissances et aux financements, ainsi que les inefficacités du marché et les lacunes au niveau des politiques, jouent un rôle important dans la détermination du rendement de certaines cultures.

Pour chacune des 52 cultures analysées, le GAEZ fournit des estimations du rendement réalisable dans des conditions locales données. Le GAEZ v5 a permis d'évaluer les rendements réalisables et de les comparer aux données de rendement au niveau national tirées de FAOSTAT (FAO, 2025b). Cette analyse a été réalisée pour trois groupes de plantes cultivées (céréales, racines et tubercules et cultures

oléagineuses) et certaines cultures, en comparant les données du GAEZ v5 pour le scénario historique (2001-2020) avec les moyennes des données FAOSTAT sur la même période. Pour une description détaillée de la méthode, voir l'annexe.

Au niveau mondial, les rendements céréaliers sont en moyenne légèrement supérieurs à 50 pour cent des rendements réalisables estimés, ce qui correspond à un écart de rendement d'environ 2 200 kg par hectare en termes absolus. Les cultures oléagineuses, elles, donnent de meilleurs résultats, avec des rendements correspondant à plus de 65 pour cent des rendements réalisables,

FIGURE 18 RENDEMENTS RÉALISABLES ET RENDEMENTS RÉELS, DANS LE MONDE ET PAR RÉGION, POUR LES CÉRÉALES, LES CULTURES OLÉAGINEUSES ET LES RACINES ET TUBERCULES, MOYENNE 2001-2020



SOURCES: Élaboré par les auteurs du présent document, d'après FAO et IIASA. 2025. *Global Agro-ecological Zoning version 5 (GAEZ v5) Model Documentation*. [Consulté le 13 février 2025]. <https://www.fao.org/gaez/en>; FAO. 2025. FAOSTAT: Cultures et produits animaux. [Consulté le 13 février 2025]. <https://www.fao.org/faostat/fr/#data/QCL>. Licence: CC-BY-4.0.

<https://doi.org/10.4060/cd7488en-fig18> ↓

soit un écart de rendement de 1 800 kg par hectare. Quant aux racines et tubercules, ils affichent des rendements représentant en moyenne environ la moitié des rendements réalisables, avec un écart de rendement substantiel de plus de 12 000 kg par hectare.

Les performances de la production céréalière varient fortement d'un pays à l'autre et d'une région à l'autre (voir la figure 18). C'est en Afrique que l'on constate l'écart le plus important entre les rendements réalisables et les rendements réels pour les céréales: en moyenne, les rendements céréaliers n'y représentent qu'un tiers des rendements réalisables, soit un écart de rendement

d'environ 2 800 kg par hectare. La marge de progression est donc grande. Les Amériques et l'Asie présentent des écarts de rendement pour les céréales proches de la moyenne mondiale (54 pour cent). C'est en Europe et en Océanie que l'on constate les écarts les plus faibles entre les rendements réalisables et les rendements réels, ce qui signifie que la production céréalière y est plus performante: en Europe, les rendements moyens correspondent à près des trois quarts des rendements réalisables, avec un écart de 1 500 kg par hectare, tandis qu'en Océanie, les rendements céréaliers réels représentent environ les deux tiers des rendements réalisables, soit un écart de 1 600 kg par hectare en termes absolus.

Pour les cultures oléagineuses, c'est de nouveau en Afrique que la marge de progression est la plus grande. Les rendements réels de ces cultures y représentent environ la moitié des rendements réalisables, pour un écart de rendement de 2 900 kg par hectare. Les Amériques et l'Asie affichent de bons résultats, avec des rendements réels atteignant plus des trois quarts des rendements réalisables et un écart de rendement d'environ 1 100 kg par hectare. L'Europe et l'Océanie obtiennent des résultats similaires, avec des rendements réels se situant entre 62 et 63 pour cent des rendements réalisables et des écarts de rendement de 1 300 kg par hectare et 2 400 kg par hectare, respectivement.

Les rendements mondiaux des racines et tubercules atteignent en moyenne 50 pour cent des rendements réalisables, avec des variations selon les régions: 43 pour cent en Afrique, 56 pour cent dans les Amériques et 62 à 65 pour cent en Asie et en Océanie. Les rendements obtenus en Europe s'élèvent à plus de 80 pour cent du rendement réalisable pour ce groupe de plantes cultivées, avec un écart de rendement de 5 000 kg par hectare.

La **figure 19** montre l'ampleur de l'écart de rendement pour le maïs, le riz et le blé, par pays et par région. On distingue dans l'analyse cinq niveaux de gravité de l'écart de rendement: écart limité (0-20 pour cent); modéré (20-40 pour cent); important (40-60 pour cent); grave (60-80 pour cent); et très grave (80-100 pour cent). Le maïs, céréale la plus présente dans le monde, a été analysé dans 159 pays. Les données relatives au blé couvrent 124 pays, tandis que celles concernant le riz en couvrent 118, cette culture ayant des besoins spécifiques.

Les écarts de rendement graves et très graves (supérieurs à 60 pour cent) sont fréquents dans les pays producteurs de maïs. La plupart des pays africains connaissent des écarts de rendement importants et aucun d'eux ne se classe dans la catégorie des meilleures performances (écarts de rendement inférieurs à 20 pour cent). En revanche, les pays asiatiques et européens affichent généralement des écarts de rendement plus faibles pour le maïs.

Les écarts de rendement importants sont également fréquents pour le blé: 50 pays de toutes les régions affichent des écarts importants (60 à 80 pour cent). La marge de progression pour cette culture est donc grande. Contrairement à ce qui est constaté pour le maïs, les pays africains affichent eux aussi des écarts de rendement plus faibles pour le blé.

La situation est différente en ce qui concerne le riz. Environ la moitié des pays producteurs de riz se classent dans la catégorie des écarts de rendement limités (0 à 20 pour cent), soit d'excellents résultats. Une étude de Gerber *et al.* (2024) confirme que les écarts de rendement du riz se sont réduits à l'échelle mondiale au cours des dernières décennies; aujourd'hui, plus de 84 pour cent des surfaces rizicoles obtiennent des rendements proches des rendements réalisables.

Réduire les écarts de rendement

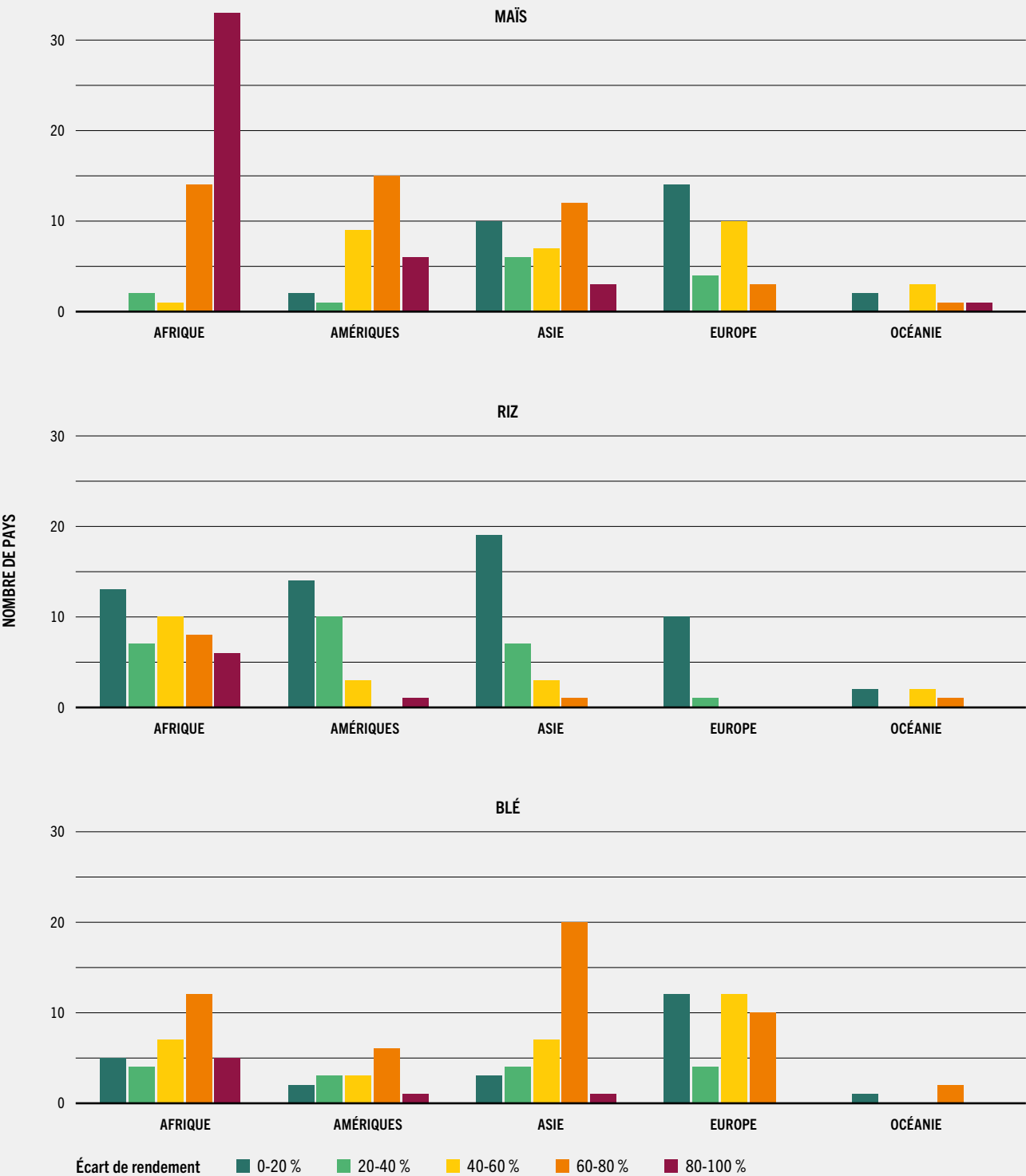
L'écart entre les rendements réels et les rendements réalisables s'explique par une combinaison de facteurs environnementaux, socioéconomiques et institutionnels. Dans la plupart des cas, la productivité est déterminée par les marchés, la disponibilité des financements, des intrants, de la technologie et des connaissances et l'accès à ces éléments, qui ont des effets sur la capacité des agriculteurs à s'attaquer efficacement aux principales contraintes qui entravent la production.

La disponibilité des éléments fertilisants est le principal facteur limitant des rendements tenant au sol et au terrain, tant sur les terres de premier choix que sur les terres marginales dans toutes les régions; ce facteur revêt une importance toute particulière en Afrique (voir la **figure 20**). On peut s'attaquer à ce problème en gérant mieux les éléments fertilisants et en mettant en place une mécanisation durable. La faible disponibilité des éléments nutritifs est liée à la capacité des sols à retenir ces éléments, une qualité qui varie en fonction des caractéristiques du sol. Dans certaines parties des régions tropicales, les sols ont une faible capacité de rétention, ce qui complique encore la gestion des éléments nutritifs.

Les contraintes tenant au sol et au terrain requièrent des solutions spécifiques. Par exemple, on peut aménager des terrasses si la pente est excessive, on peut mettre en place un drainage



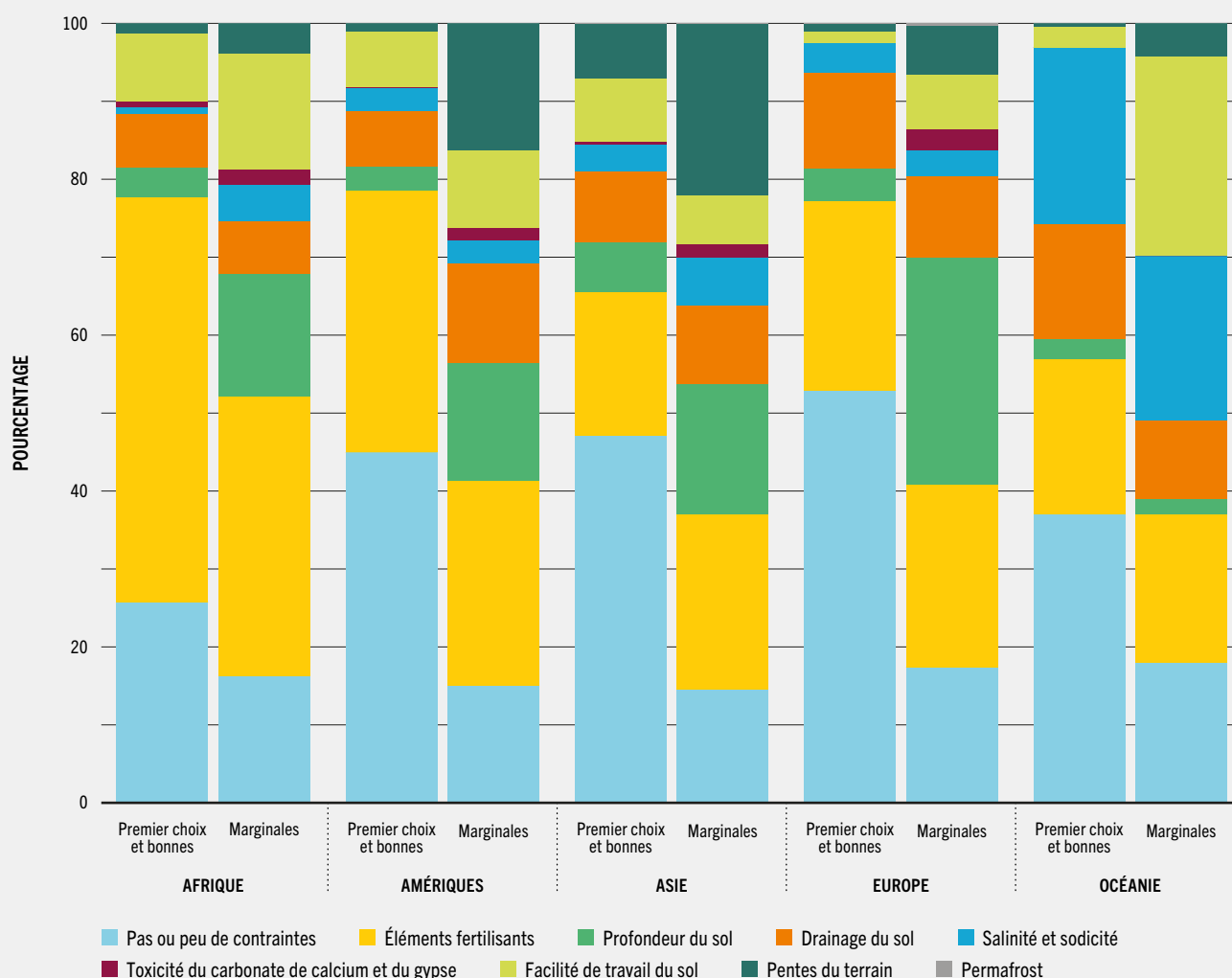
FIGURE 19 ÉCARTS DE RENDEMENT DU MAÏS, DU RIZ ET DU BLÉ PAR NIVEAU DE GRAVITÉ, MOYENNE 2001-2020



NOTE: Niveaux de gravité de l'écart de rendement: écart limité (0-20 pour cent); modéré (20-40 pour cent); important (40-60 pour cent); grave (60-80 pour cent); et très grave (80-100 pour cent).

SOURCES: Élaboré par les auteurs du présent document, d'après FAO et IIASA. 2025. *Global Agro-ecological Zoning version 5 (GAEZ v5) Model Documentation*. [Consulté le 13 février 2025]. <https://www.fao.org/gaez/en>; FAO. 2025. FAOSTAT: Cultures et produits animaux. [Consulté le 13 février 2025]. <https://www.fao.org/faostat/fr/#data/QCL>. Licence: CC-BY-4.0.

FIGURE 20 PRINCIPALES CONTRAINTES TENANT AU SOL ET AU TERRAIN DANS LE CADRE D'UNE GESTION À FAIBLE NIVEAU D'INTRANTS DES TERRES CULTIVÉES ACTUELLES, PAR RÉGION ET PAR CLASSE D'APTITUDE



SOURCE: Élaboré par les auteurs du présent document, d'après FAO et IIASA. 2025. *Global Agro-ecological Zoning version 5 (GAEZ v5) Model Documentation*. [Consulté le 13 février 2025]. <https://www.fao.org/gaez/en>

<https://doi.org/10.4060/cd7488en-fig20>

» artificiel si le drainage est insuffisant et on peut avoir recours au drainage et au lessivage ou sélectionner des cultures tolérantes au sel si le sol contient trop de sel. La faisabilité de ces solutions dépendra de leur rapport coût-efficacité et de la disponibilité des financements, des technologies et des connaissances qu'elles requièrent. Le **chapitre 4** présente de manière détaillée les technologies

auxquelles on peut recourir pour augmenter les rendements et réduire l'écart de rendement.

Le **chapitre 5** traite de l'environnement favorable nécessaire pour permettre aux agriculteurs d'accroître leur productivité et de renforcer leurs capacités de planification et de gestion des ressources en terres. La planification intégrée

de l'utilisation des terres nécessite de trouver un équilibre entre les demandes concurrentes de terres des différents secteurs de l'économie. La FAO est en train d'élaborer de nouvelles lignes directrices en la matière (FAO, à paraître). Dans le cadre d'un processus en neuf étapes, cette planification intégrée comprend une analyse de l'aptitude des terres, complétée par la sélection de possibilités d'utilisation des terres durables. Une analyse multicritère aide à prendre la décision sur la ou les meilleures utilisations des terres qui amélioreront la production, favoriseront la durabilité et aideront à obtenir des avantages multiples avec un impact minimum. La consultation des parties prenantes est au cœur de ce processus. ■

LE RÔLE DE L'EAU DANS L'INTENSIFICATION FUTURE DE L'AGRICULTURE

L'irrigation permet depuis toujours d'améliorer l'aptitude des terres à la production agricole. On peut y recourir dans un environnement aride, où l'agriculture serait autrement impossible, ou dans des environnements plus favorables, soit pour protéger la production des irrégularités climatiques, soit pour augmenter l'intensité de culture^g. L'irrigation améliore l'aptitude de la plupart des terres dans les cas où l'eau, et donc le climat – en particulier le régime pluviométrique – est le principal facteur limitant la production.

Au fil des années, la recherche d'une plus grande productivité s'est traduite par un accès accru à l'irrigation (voir la [figure 21](#)), ce qui a fait du secteur agricole, de loin, le plus gros consommateur d'eau et a repoussé les limites de la durabilité dans un nombre croissant de régions.

La possibilité de poursuivre l'expansion de l'agriculture irriguée dépend dans une large mesure des niveaux de stress hydrique. L'indicateur 6.4.2 des ODD définit le stress hydrique comme le rapport entre le total des

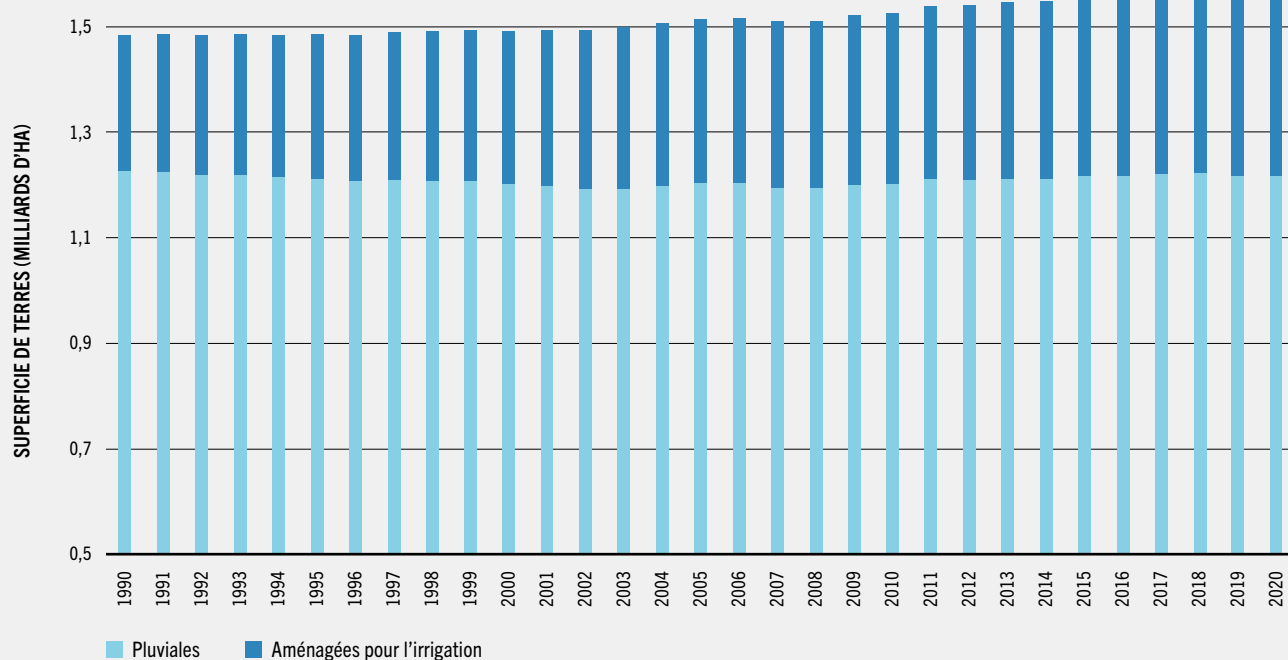
prélèvements d'eau douce et le total des ressources renouvelables en eau douce disponibles dans une région donnée, après prise en compte des débits écologiques. Cette mesure quantifie l'impact que la consommation d'eau a sur la reconstitution durable des ressources en eau douce dans une zone donnée. Les valeurs inférieures à 25 pour cent peuvent être considérées comme sûres en toutes circonstances (aucun stress). Au-delà de 25 pour cent, on distingue, aux fins du suivi de l'indicateur 6.4.2, quatre niveaux de gravité du stress hydrique (faible, moyen, élevé et critique).

Dans ce contexte, les régions où le stress hydrique est faible disposent de plus d'eau pour l'expansion des zones irriguées, tandis que celles où le stress hydrique est élevé se trouvent dans une situation de concurrence au sein des secteurs et entre eux. La [figure 22](#) illustre les conclusions du rapport de situation 2024 sur l'indicateur 6.4.2 des ODD (FAO et ONU-Eau, 2025).

On pourrait croire que la carte montre qu'il existe encore de nombreuses régions où la disponibilité de l'eau ne pose pas problème. Mais il s'agit pour l'essentiel de régions où les précipitations sont abondantes et où l'on n'a pas besoin de beaucoup d'irrigation, alors qu'il y a très peu de régions subtropicales, de part et d'autre de l'équateur, où les précipitations sont rares, où le stress hydrique est faible. Les régions où l'on pourrait augmenter les rendements existants en utilisant de l'eau dans l'agriculture se trouvent essentiellement en Afrique subsaharienne, où les rendements sont généralement faibles et où de l'eau est disponible, et, dans une moindre mesure, en Amérique latine. Dans la majeure partie de l'Asie, l'irrigation est déjà pratiquée à grande échelle.

La dimension physique du stress hydrique, dont il est rendu compte par l'indicateur 6.4.2 des ODD, ne constitue qu'une des dimensions de la pénurie d'eau. Une des autres (FAO, 2012) est la dimension économique: il arrive que l'eau soit abondante, mais que les ressources financières nécessaires à la mise en place de l'infrastructure requise pour l'exploiter fassent défaut. Quant à la notion de pénurie institutionnelle ou organisationnelle, ou de défaillance de la redevabilité, elle renvoie à la capacité insuffisante des institutions à répondre au besoin d'accès à l'eau au bon endroit et au bon moment. ■

^g L'intensité de culture est le rapport entre la superficie récoltée et la superficie totale des terres arables. Elle peut être supérieure à 100 pour cent lorsqu'on cultive plus d'une culture sur la même terre au cours d'une campagne agricole.

FIGURE 21 ÉVOLUTION DES SUPERFICIES DES TERRES IRRIGUÉES ET DES CULTURES PLUVIALES, 1990-2020

NOTE: La superficie des terres aménagées pour l'irrigation est utilisée comme approximation de la superficie des terres irriguées, puisqu'il n'existe pas de statistiques mondiales sur les superficies effectivement irriguées.

SOURCE: FAO. 2025. FAOSTAT: Utilisation des terres. [Consulté le 13 février 2025]. <https://www.fao.org/faostat/fr/#data/RL>. Licence: CC-BY-4.0.

<https://doi.org/10.4060/cd7488en-fig21> ↓

ÉVALUATION DES INCIDENCES DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES BESOINS EN TERRES ET EN EAU

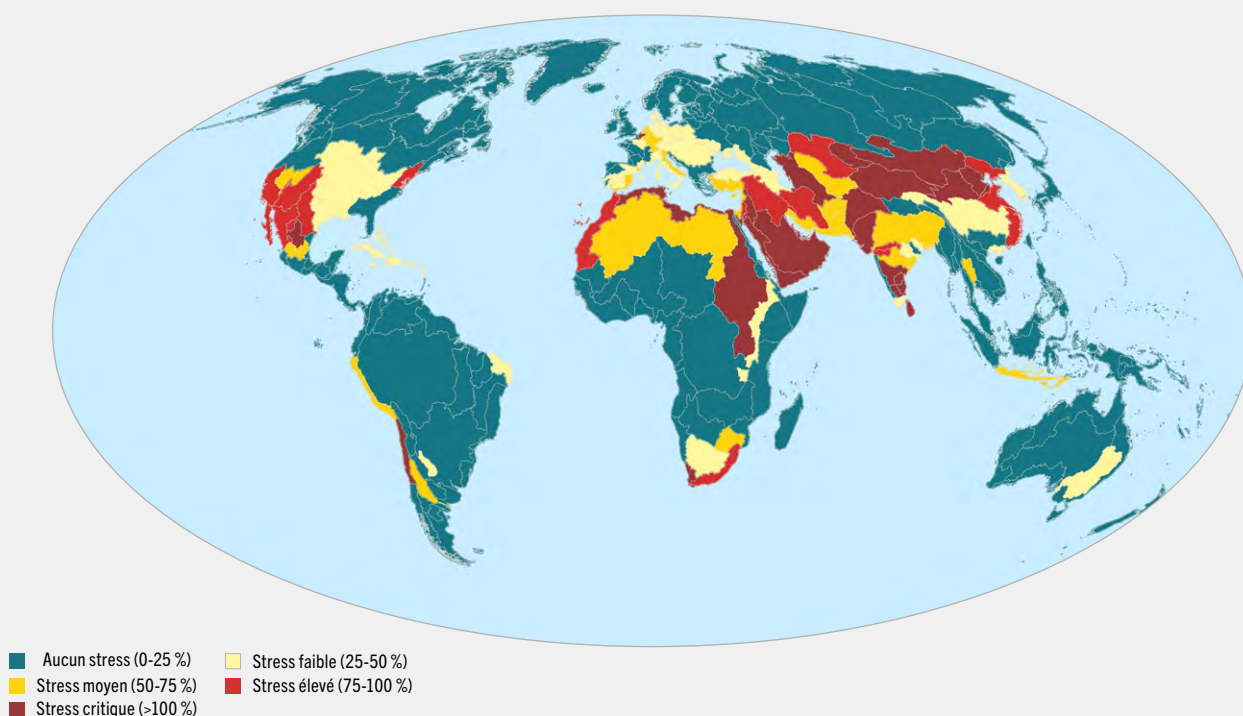
Incidence sur l'aptitude des terres à la culture

Il ressort des études sur l'aptitude des terres à l'agriculture à l'échelle mondiale que le changement climatique va accroître la superficie des terres aptes sous les hautes latitudes septentrionales, tandis que les régions tropicales vont voir la superficie de ces terres se réduire (Ramankutty *et al.*, 2002; Zabel, Putzenlechner et Mauser, 2014; Olsson *et al.*, 2019).

Les zones côtières, notamment les grands deltas, qui font souvent l'objet de cultures intensives, sont particulièrement préoccupantes. Elles subissent régulièrement les conséquences de divers phénomènes, tels que des inondations côtières, des cyclones, des ondes de tempête, la saturation en eau ou encore des intrusions marines (Habiba et Abedin, 2024). Tous ces problèmes sont exacerbés par le changement climatique et dégradent la productivité des sols, ce qui nuit à la productivité agricole.

Dans le cadre du présent rapport, les estimations GAEZ v5 des terres aptes pour quatre cultures données sur la période 2001-2020 ont été comparées aux projections de l'aptitude des terres tirées de cinq modèles relatifs au changement climatique. Cette analyse a porté sur deux trajectoires socioéconomiques partagées (SSP), chacune associée à des niveaux d'émissions de

FIGURE 22 NIVEAU DE STRESS HYDRIQUE DANS LES GRANDS BASSINS HYDROGRAPHIQUES, 2018-2021



En ce qui concerne les noms et les frontières qui figurent sur cette carte, veuillez vous référer à la clause de non responsabilité énoncée à la page relative aux droits d'auteur.

NOTE: Les chiffres entre parenthèses indiquent le rapport entre le total des prélèvements d'eau douce et le total des ressources renouvelables en eau douce.

SOURCE: FAO et ONU-Eau. 2025. *Progrès relatifs aux niveaux de stress hydrique – État à mi-parcours de l'indicateur 6.4.2 des ODD et besoins d'accélération, en particulier en ce qui concerne la sécurité alimentaire, 2024*. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cd2179fr>

gaz à effet de serre donnés représentés par des profils représentatifs d'évolution de concentration (RCP) (voir l'**annexe** pour plus de détails). Plus précisément, elle a reposé sur les résultats tirés du scénario historique du GAEZ v5 (2001-2020) et d'un scénario moyen d'ensemble pour 2081-2100 dans le cadre de deux scénarios climatiques: le SSP 2.6 – dont les hypothèses sous-jacentes sont des émissions faibles et des mesures d'atténuation du changement climatique significatives – et le SSP 8.5 – qui représente le scénario le plus pessimiste avec des mesures d'atténuation minimales. Les tendances ont été évaluées séparément pour quatre cultures – maïs, blé, manioc et soja – dans des conditions de culture pluviale.

Selon les projections, le changement climatique va modifier la répartition des zones propices aux

cultures analysées (voir le **tableau 9** et la **figure 23**). Dans le cadre du scénario SSP 2.6, on prévoit au niveau mondial une augmentation nette de la superficie des terres de premier choix et des bonnes terres aptes à chacune de ces cultures. On constate une certaine cohérence dans les résultats pour les différentes régions et les différentes cultures; l'Europe et l'Océanie devraient connaître les augmentations les plus fortes, les Amériques devraient obtenir des gains intermédiaires et l'Afrique et l'Asie sont les régions qui devraient connaître les augmentations les moins fortes. Dans le cas précis du blé, l'Afrique et l'Asie devraient connaître une certaine réduction de la superficie des terres aptes, même dans le cadre de ce scénario modéré, et cette tendance devient plus prononcée dans le cadre des projections les plus pessimistes du SSP 8.5.

TABEAU 9 SCÉNARIO HISTORIQUE (2001-2020) ET VARIATIONS NETTES PRÉVUES (2081-2100) CONCERNANT LA SUPERFICIE DES ZONES PROPICES DANS LE CADRE DES SCÉNARIOS CLIMATIQUES SSP 2.6 (ÉMISSIONS FAIBLES) ET SSP 8.5 (ÉMISSIONS ÉLEVÉES)

Région	Manioc			Maïs		
	Scénario historique (2001-2020)	Projections (2081-2100)		Scénario historique (2001-2020)	Projections (2081-2100)	
	Superficie (millions d'ha)	SSP 2.6 Variation (%)	SSP 8.5 Variation (%)	Superficie (millions d'ha)	SSP 2.6 Variation (%)	SSP 8.5 Variation (%)
Afrique	106,3	10	12	136,0	6	14
Amériques	114,8	17	43	239,4	16	20
Asie	218,1	4	9	344,3	5	9
Europe	0,3	77	2 419	184,3	21	18
Océanie	1,5	58	212	1,9	132	191
MONDE	441,0	9,1	21,1	905,8	11,3	14,7

Région	Soja			Blé		
	Scénario historique (2001-2020)	Projections (2081-2100)		Scénario historique (2001-2020)	Projections (2081-2100)	
	Superficie (millions d'ha)	SSP 2.6 Variation (%)	SSP 8.5 Variation (%)	Superficie (millions d'ha)	SSP 2.6 Variation (%)	SSP 8.5 Variation (%)
Afrique	127,6	9	12	57,2	-11	-57
Amériques	219,7	9	10	248,5	2	-6
Asie	271,1	3	-1	260,0	-1	-22
Europe	84,7	43	28	224,9	7	7
Océanie	1,8	120	156	9,3	138	87
MONDE	704,9	10,9	8,6	799,9	3,2	-10,2

Notes: SSP = trajectoire socioéconomique partagée. Les totaux comprennent les terres aptes (terres de premier choix et bonnes terres) pour chaque culture dans des conditions de culture pluviale.

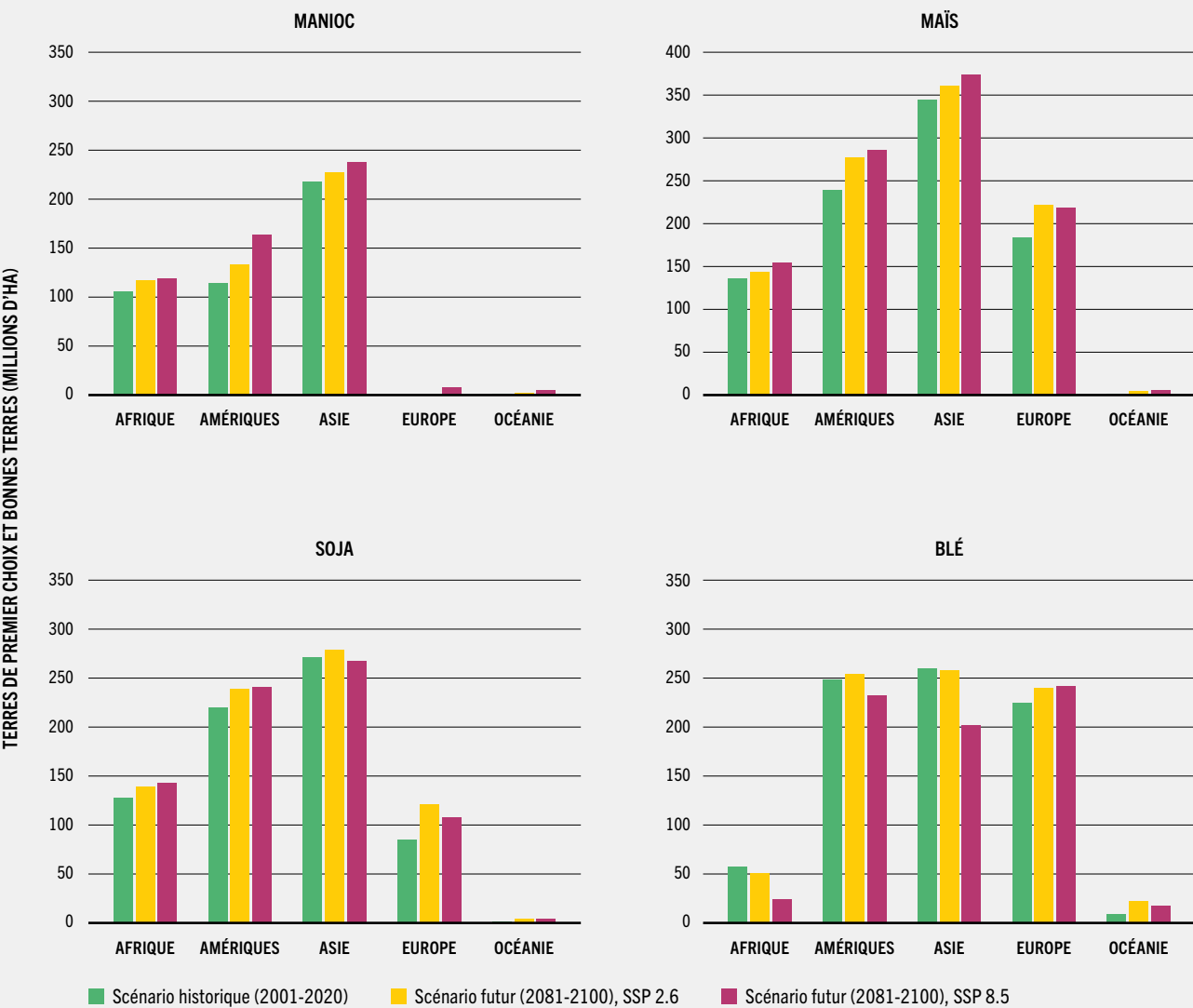
Source: Élaboré par les auteurs du présent document, d'après FAO et IIASA. 2025. *Global Agro-ecological Zoning version 5 (GAEZ v5) Model Documentation*. [Consulté le 13 février 2025]. <https://www.fao.org/gaez/en>

Dans le cadre du scénario SSP 8.5 et en faisant l'hypothèse d'une gestion avancée, les projections indiquent une augmentation nette de la superficie des zones propices à la culture du manioc, du maïs et du soja, mais une diminution globale de celle des zones propices pour le blé. Cela ne signifie pas forcément que la production de ces trois cultures va augmenter, puisque les scénarios ne tiennent compte ni des événements extrêmes ni des facteurs socioéconomiques; l'analyse fait ressortir le potentiel maximal, et non les résultats qui seront effectivement obtenus, en prenant l'hypothèse de conditions biophysiques

et socioéconomiques idéales. Pour le blé, l'impact négatif le plus fort est attendu en Afrique, où la superficie de terres de premier choix et de bonnes terres (57 millions d'hectares) devrait se réduire de 57 pour cent. L'Asie devrait également connaître une forte réduction de la superficie des zones propices à la culture du blé: la superficie des terres de premier choix et des bonnes terres (260 millions d'hectares) devrait se réduire de 22 pour cent. Il convient toutefois de noter que ces résultats se concentrent sur l'évolution des zones propices aux cultures considérées, mais que l'augmentation de la superficie des



FIGURE 23 SCÉNARIO HISTORIQUE ET PROJECTIONS CONCERNANT LA SUPERFICIE DES TERRES APTES (TERRES DE PREMIER CHOIX ET BONNES TERRES) DANS DES CONDITIONS DE CULTURE PLUVIALE, POUR LES QUATRE CULTURES PRINCIPALES DANS LES DIFFÉRENTES RÉGIONS ET DANS LE CADRE DES DIFFÉRENTS SCÉNARIOS CLIMATIQUES



NOTES: SSP = trajectoire socioéconomique partagée. L'analyse compare les données historiques (2001-2020) et les projections (2081-2100) concernant la superficie des terres aptes dans le cadre des scénarios climatiques SSP 2.6 (émissions faibles) et SSP 8.5 (émissions élevées). Les totaux comprennent les terres aptes (terres de premier choix et bonnes terres) pour chaque culture dans des conditions de culture pluviale.

SOURCE: Élaboré par les auteurs du présent document, d'après FAO et IIASA. 2025. *Global Agro-ecological Zoning version 5 (GAEZ v5) Model Documentation*. [Consulté le 13 février 2025]. <https://www.fao.org/gaez/en>

- » terres aptes n'est pas toujours corrélée à une augmentation de la productivité (Jägermeyr *et al.*, 2021), en particulier si des facteurs de stress climatique limitent les rendements, même dans les nouvelles zones propices. Pour le riz paddy (qui ne figure pas dans le tableau), l'analyse révèle d'importantes augmentations de la demande d'eau: plus 25 pour cent et plus 45 pour cent dans les Amériques et en Europe, respectivement, et des réductions limitées dans les autres régions.

L'analyse de la répartition spatiale des changements prévus dans les scénarios climatiques futurs apporte un autre éclairage. La [figure 24](#) montre les effets que le changement climatique devrait avoir sur l'aptitude des terres dans le cadre du scénario SSP 8.5 – qui correspond à l'augmentation des émissions et du réchauffement climatique la plus forte, et la [figure 25](#) présente les résultats que produirait le scénario SSP 2.6.

Selon le scénario SSP 8.5, on gagnerait des terres aptes à la culture du manioc, y compris dans des régions où celui-ci n'est pas cultivé actuellement. Une forte augmentation de la superficie des terres aptes à cette culture est notamment attendue en Australie, en Chine et aux États-Unis d'Amérique. À l'inverse, les grands pays producteurs de manioc, tels que la Zambie et le Zimbabwe, devraient voir diminuer la superficie de leurs terres aptes à cette culture. L'évaluation GAEZ de l'aptitude des terres aux cultures dans le cadre des différents scénarios climatiques futurs prend comme hypothèse que la gestion est optimisée et se concentre exclusivement sur l'agriculture pluviale. Étant donné que l'analyse GAEZ tient également compte des contraintes liées au terrain et au sol, il est difficile de comparer directement ces résultats avec ceux d'une étude récente sur l'aptitude future des terres (Mombo *et al.*, 2025). Néanmoins, les résultats des deux analyses se rejoignent sur le fait que l'aptitude des terres aux cultures dans les conditions climatiques les plus défavorables variera probablement fortement selon les régions, notamment en raison d'autres facteurs, parmi lesquels la disponibilité de l'eau, les intrants agricoles utilisés et le degré de mécanisation. Les résultats présentés ici se situent au niveau mondial; il convient donc, lorsqu'on les applique à une situation, de tenir compte des conditions biophysiques et socioéconomiques nationales et locales.

La superficie des zones propices à la culture du maïs devrait augmenter significativement en Amérique septentrionale, en Europe septentrionale et dans la Fédération de Russie, ainsi que dans les pays du Sahel. En revanche, la Chine et l'Afrique australe devraient voir se réduire la superficie de leurs terres aptes à cette culture, tandis que les changements seraient négligeables en Inde et dans la plupart des pays d'Asie du Sud-Est.

Dans l'ensemble, les incidences du changement climatique sur le soja semblent moins fortes. Le changement climatique devrait avoir un effet positif sur cette culture en augmentant la superficie des terres aptes au Canada, en Europe septentrionale, dans la Fédération de Russie et aux États-Unis d'Amérique. Cependant, l'Europe occidentale devrait voir se réduire la superficie de leurs terres aptes à cette culture. Dans l'hémisphère Sud, les changements devraient être moins spectaculaires. Le Brésil, premier producteur mondial de soja, devrait connaître une certaine augmentation de la superficie des terres aptes, y compris dans des régions où les terres sont actuellement utilisées à d'autres fins. Plusieurs pays d'Afrique australe devraient voir la superficie de leurs terres aptes à la culture du soja se réduire dans le cadre du scénario SSP 8.5 (émissions élevées).

Comme expliqué précédemment, le changement climatique devrait avoir un effet négatif sur l'aptitude des terres à la culture du blé dans plusieurs régions. Ainsi, on prévoit, dans le cadre du scénario SSP 8.5, des diminutions significatives de la superficie des terres aptes à cette culture au Brésil, dans les pays d'Afrique orientale et d'Afrique australe, ainsi que dans de grandes parties de la Chine et de l'Inde. À l'inverse, on s'attend à un accroissement de la superficie des terres aptes à la culture du blé au Canada et dans les régions occidentales des États-Unis d'Amérique, ainsi que dans certaines parties de l'Asie occidentale. Ces tendances concordent avec les conclusions selon lesquelles le réchauffement planétaire va engendrer un clivage s'agissant de l'aptitude des terres à la culture du blé: les conditions vont s'améliorer pour les régions froides des latitudes moyennes à élevées, tandis que la superficie des terres aptes à cette culture devrait fortement se réduire dans les régions des basses latitudes en raison de l'augmentation des températures (Guo, Zhang et Yue, 2024).

»

FIGURE 24 IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA SUPERFICIE DES TERRES DE PREMIER CHOIX ET DES BONNES TERRES POUR QUATRE CULTURES DANS L'AGRICULTURE PLUVIALE, SSP 8.5

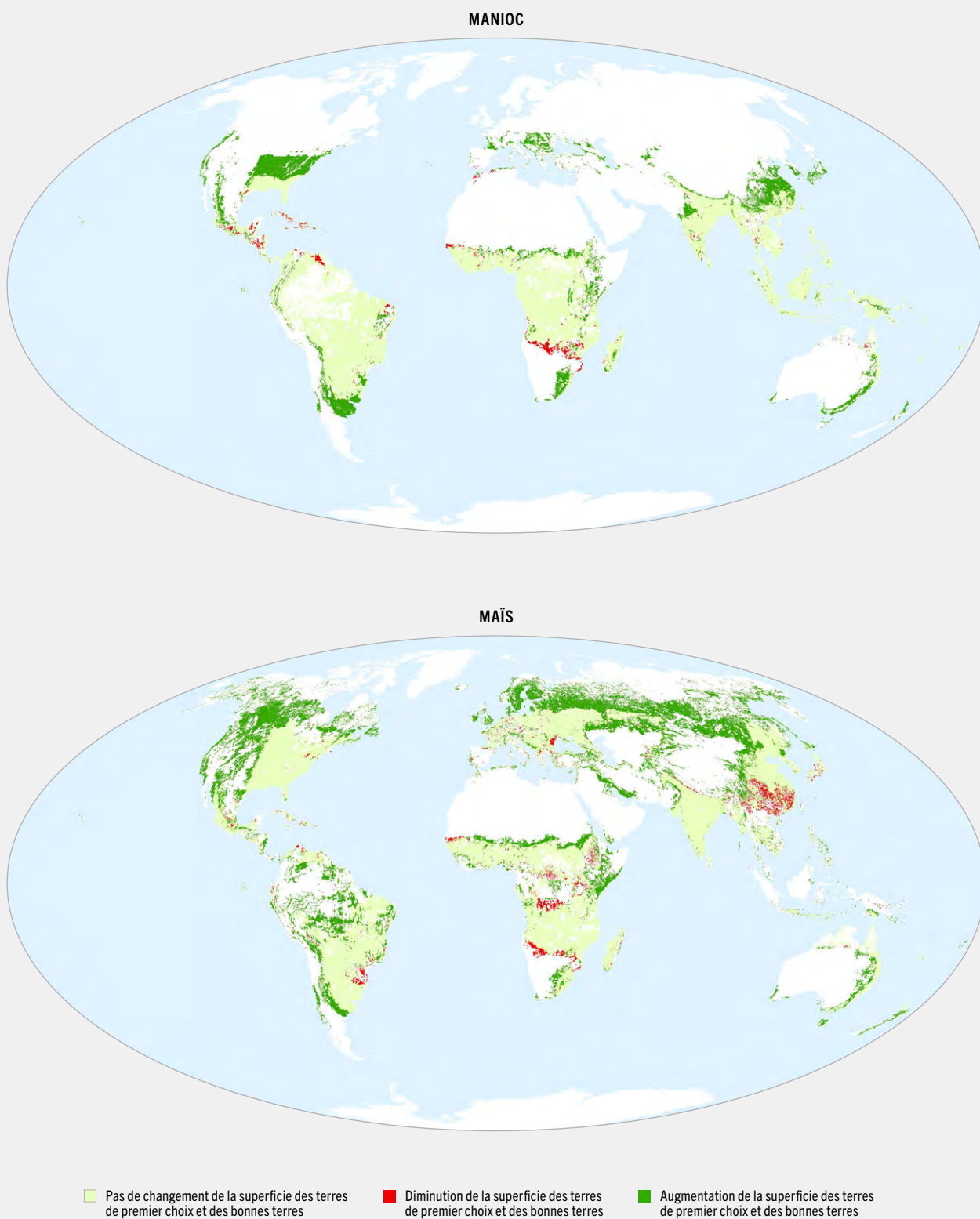
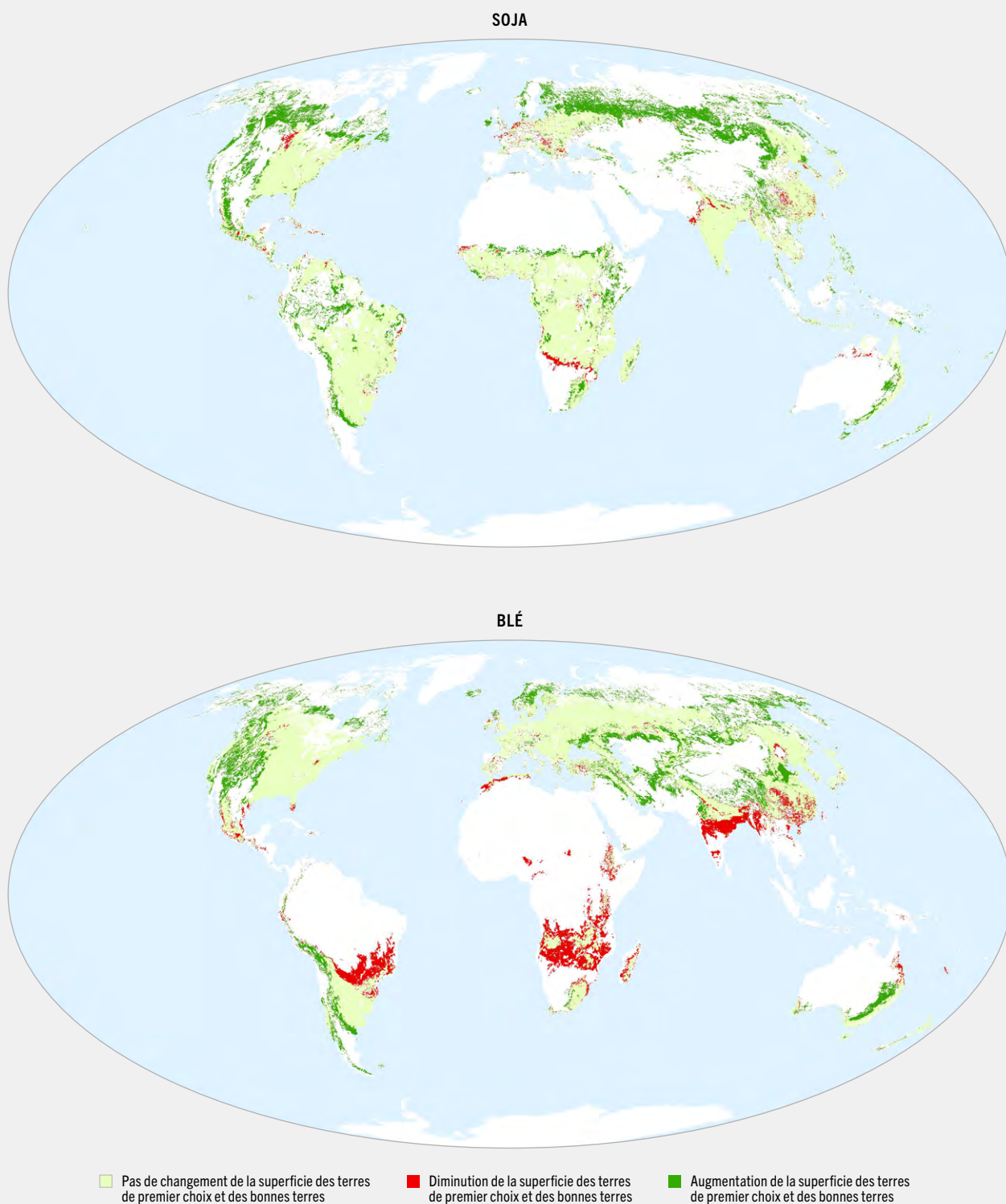


FIGURE 24 (suite)



En ce qui concerne les noms et les frontières qui figurent sur ces cartes, veuillez vous référer à la clause de non responsabilité énoncée à la page relative aux droits d'auteur.

NOTE: L'analyse compare le scénario historique (2001-2020) et les projections (2081-2100) concernant la distribution des terres aptes dans le cadre du scénario climatique SSP 8.5 (émissions élevées).

SOURCE: Élaboré par les auteurs du présent document, d'après FAO et IIASA. 2025. *Global Agro-ecological Zoning version 5 (GAEZ v5) Model Documentation*. [Consulté le 13 février 2025]. <https://www.fao.org/gaez/en>

FIGURE 25 IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA SUPERFICIE DES TERRES DE PREMIER CHOIX ET DES BONNES TERRES POUR QUATRE CULTURES DANS L'AGRICULTURE PLUVIALE, SSP 2.6

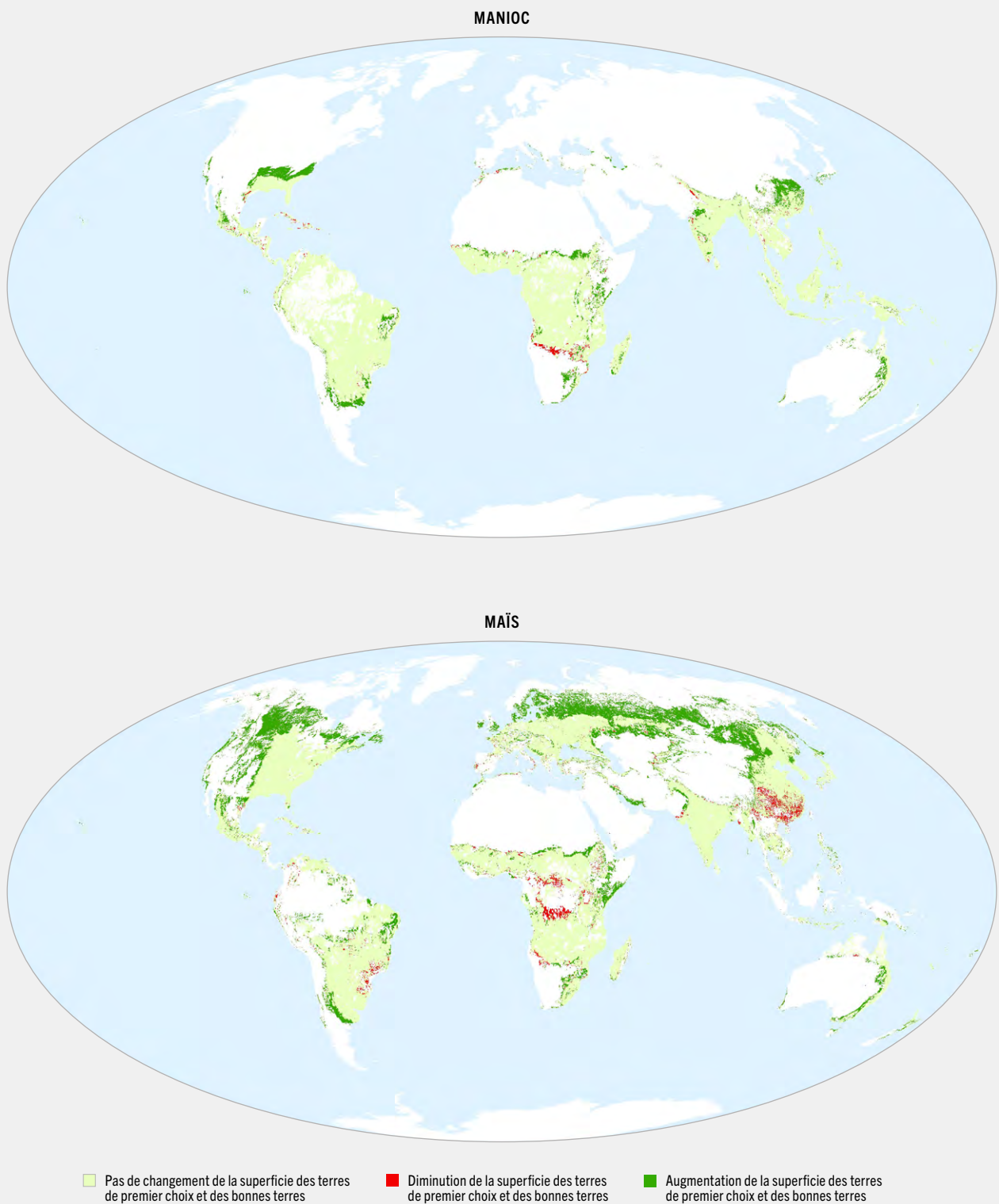
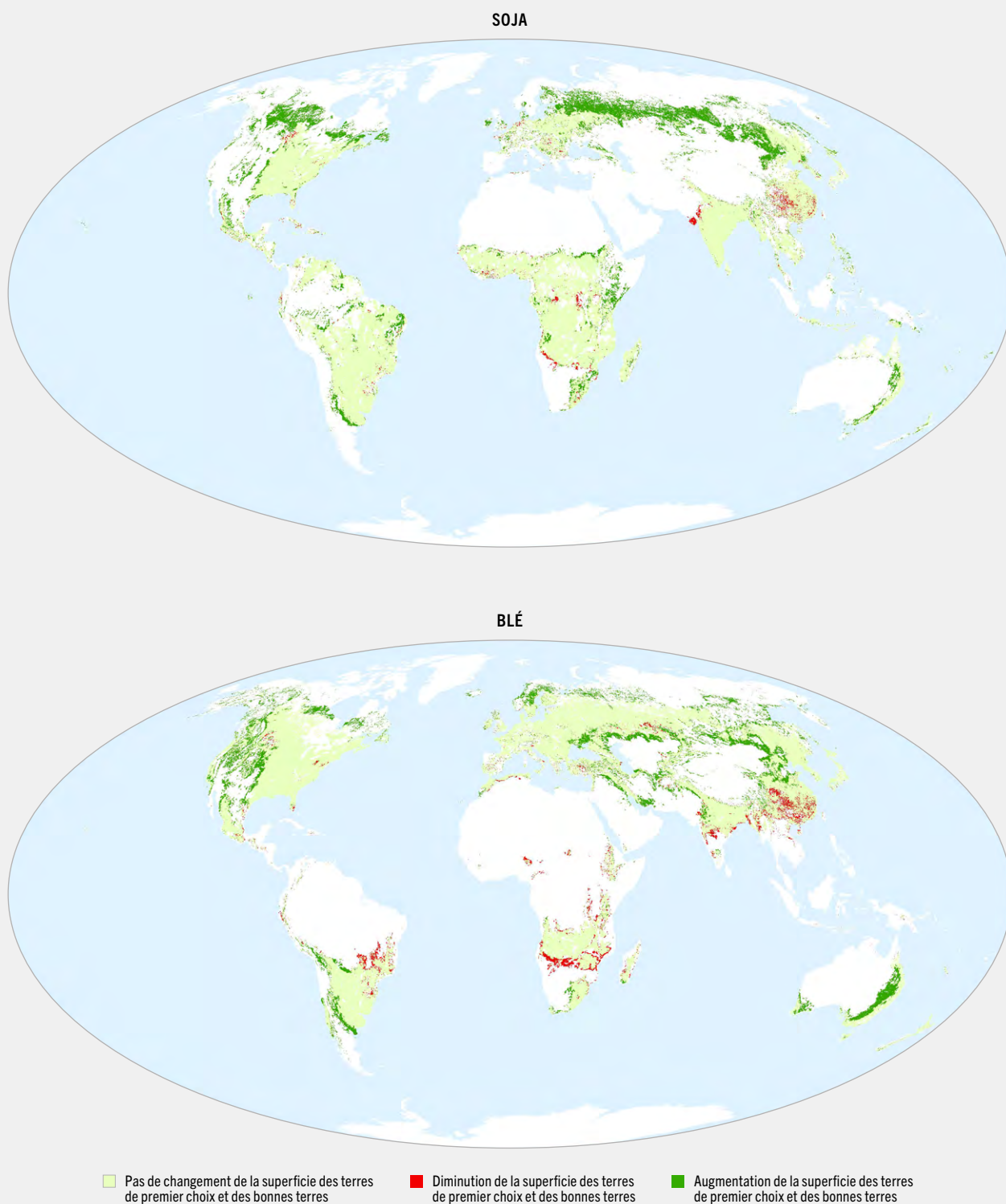


FIGURE 25 (suite)

En ce qui concerne les noms et les frontières qui figurent sur ces cartes, veuillez vous référer à la clause de non responsabilité énoncée à la page relative aux droits d'auteur.

NOTE: L'analyse compare le scénario historique (2001-2020) et les projections (2081-2100) concernant la distribution des terres aptes dans le cadre du scénario climatique SSP 2.6 (émissions faibles).

SOURCE: Élaboré par les auteurs du présent document, d'après FAO et IIASA. 2025. *Global Agro-ecological Zoning version 5 (GAEZ v5) Model Documentation*. [Consulté le 13 février 2025]. <https://www.fao.org/gaez/en>

TABEAU 10 DEMANDE NETTE D'IRRIGATION: SCÉNARIO HISTORIQUE (2001-2020) ET VARIATIONS EN POURCENTAGE À L'AVENIR (2081-2100) DANS LE CADRE DES SCÉNARIOS CLIMATIQUES SSP 2.6 (ÉMISSIONS FAIBLES) ET SSP 8.5 (ÉMISSIONS ÉLEVÉES)

Région	Maïs			Blé		
	Scénario historique (2001-2020)	Projections (2081-2100)		Scénario historique (2001-2020)	Projections (2081-2100)	
	mm/cycle de croissance des cultures	SSP 2.6 Variation (%)	SSP 8.5 Variation (%)	mm/cycle de croissance des cultures	SSP 2.6 Variation (%)	SSP 8.5 Variation (%)
Afrique	614	1	3	211	-2	10
Amériques	275	-4	18	95	-15	-24
Asie	405	3	1	228	-11	-24
Europe	172	9	87	310	-15	-22
Océanie	521	-11	0	211	-21	-13

Notes: SSP = trajectoire socioéconomique partagée. Valeurs calculées pour les terres de premier choix et les bonnes terres dans les cultures irriguées.

Source: Élaboré par les auteurs du présent document, d'après FAO et IIASA. 2025. *Global Agro-ecological Zoning version 5 (GAEZ v5) Model Documentation*. [Consulté le 13 février 2025]. <https://www.fao.org/gaez/en>

» Le changement climatique devrait modifier considérablement le paysage agricole mondial, offrant de nouvelles possibilités à certains et exacerbant les contraintes pour d'autres. D'ici à 2100, les régions des hautes latitudes septentrionales devraient gagner d'importantes superficies de terres agricoles et les régions tropicales en perdront. Cette évolution souligne que les pays doivent s'adapter aux conditions changeantes en mettant en œuvre des réponses stratégiques et efficaces. La diversification des cultures et l'adoption de variétés plus résilientes comptent parmi les stratégies d'adaptation particulièrement importantes. Il est en outre essentiel de soutenir, sur les plans politique et technique, les agriculteurs qui opèrent leur transition vers de nouvelles cultures ou pratiques. Au niveau national, certains de ces changements modifieront l'équilibre entre l'offre et la demande de produits de base, ce qui aura des conséquences sur le commerce des denrées alimentaires.

Si l'impact du changement climatique sur les cultures est relativement facile à prévoir, l'impact possible sur d'autres systèmes de production agricole, tels que l'élevage, est beaucoup plus complexe et moins bien connu (Thornton *et al.*, 2009). Alors que le stress thermique est souvent considéré comme le principal impact attendu sur le bétail dans tous les pays, à l'exception des pays

froids, l'impact sur les aliments pour animaux pourrait gagner en importance à mesure que les précipitations deviendront plus irrégulières et que les sécheresses gagneront en fréquence et en intensité, ce qui aura des incidences tant sur les terres cultivées que sur les pâturages.

Demande d'eau à usage agricole et changement climatique

Le GAEZ mesure les déficits hydriques des différentes cultures en prenant en considération le solde entre l'évapotranspiration et les précipitations, une capacité de rétention d'eau du sol de référence et les caractéristiques réelles du sol et du terrain pour chaque cellule (Fischer *et al.*, 2021). Le **tableau 10** présente une comparaison entre la demande d'eau pour le maïs et le blé dans le cadre du scénario historique (2001-2020) et de deux scénarios concernant le changement climatique: le SSP 2.6 (émissions faibles) et le SSP 8.5 (émissions élevées). Dans le GAEZ, la demande d'eau correspond à la quantité d'eau d'irrigation qui doit atteindre la plante afin de satisfaire pleinement les besoins en eau de celle-ci. De manière générale, les besoins en eau peuvent évoluer en fonction de changements dans le régime de températures et dans les précipitations au cours du cycle cultural, mais aussi en raison d'autres facteurs, par exemple le décalage du calendrier des cultures ou la sélection de variétés de cultures différentes.

On constate que les besoins en eau pour le maïs diffèrent fortement d'un scénario à l'autre et d'une région à l'autre; il en est de même pour le blé, mais dans une moindre mesure (voir le [tableau 10](#)). La demande d'eau pour le blé devrait fortement évoluer dans le cadre des deux scénarios

pour l'avenir. L'Afrique est la seule région où les besoins en eau pour le blé devraient augmenter dans les scénarios aux émissions élevées; toutes les autres régions devraient voir cette demande d'eau diminuer. ■



SÉNÉGAL

Une femme puise de l'eau dans une citerne de récupération des eaux de pluie dans le village de Douly.

© FAO/Eduardo Soteras

CHAPITRE 4

GESTION DURABLE DES RESSOURCES EN TERRES ET EN EAU: SOLUTIONS TECHNIQUES

MESSAGES CLÉS

→ Il existe de multiples solutions techniques pour parvenir à une gestion durable des terres, des sols et de l'eau. Elles dépendent du contexte socioécologique et du système de production. Pour que les utilisateurs des terres et de l'eau puissent les mettre en œuvre, il faut un environnement propice approprié.

→ La productivité de l'agriculture pluviale peut être améliorée grâce à l'adoption plus systématique de l'agriculture de conservation et à l'utilisation de variétés végétales tolérantes à la sécheresse, ainsi que grâce à des pratiques de résilience face à la sécheresse telles que la conservation de l'humidité du sol, la diversification des cultures et le compostage organique. Ces pratiques ont le potentiel de contribuer dans une large mesure à la sécurité alimentaire de millions de petits producteurs, ainsi qu'à l'amélioration de la santé des sols et de la biodiversité au sein des exploitations.

→ Il est possible d'accroître la productivité de l'eau d'irrigation en combinant pratiques de gestion des eaux et pratiques agronomiques. La modernisation de l'irrigation est la clé pour réduire les écarts de rendement et augmenter la productivité de l'eau. Pour assurer le succès à long terme des systèmes d'irrigation modernisés, il est nécessaire d'adopter une approche comparative qui tienne compte des facteurs techniques, institutionnels, socioéconomiques et environnementaux.

→ Parmi les solutions favorisant une meilleure gestion des terres et des eaux destinées aux pâturages et à la production d'aliments pour animaux, on peut citer l'amélioration de la gestion de l'eau et des pratiques de pâturage, la sélection d'espèces tolérantes à la sécheresse et économes en eau (par exemple, les herbes fourragères vivaces), l'intégration d'espèces fourragères et de légumineuses non conventionnelles dans les pâturages et les technologies d'élevage de précision.

→ L'agriculture urbaine et périurbaine gagne en importance dans les systèmes de production alimentaire mondiaux. L'hydroponie, l'agriculture verticale et l'agriculture sur toit sont des techniques éprouvées utilisées dans des villes du monde entier pour accroître l'efficacité de l'agriculture urbaine et périurbaine et réduire la concurrence pour l'usage des terres, de l'eau, de l'énergie et de la main-d'œuvre.

→ Les forêts procurent des moyens d'existence à des millions de personnes et contribuent à la réalisation d'objectifs mondiaux tels que l'atténuation du changement climatique et l'adaptation à ses effets, ainsi que la conservation de la biodiversité. La restauration des terres dégradées, la promotion de l'agroforesterie et la création de chaînes de valeur vertes pour les produits forestiers, y compris les produits forestiers non ligneux, sont autant d'éléments essentiels pour préserver le potentiel des forêts et des arbres, et en tirer parti, au service de systèmes agroalimentaires durables.

→ La pêche continentale est fortement soumise à la concurrence pour l'usage des ressources en terres et en eau. Elle offre un fort potentiel d'augmentation de la production halieutique, mais requiert une approche intégrée de la gestion des eaux. Certaines techniques, comme l'aménagement de canaux et de digues, en vue de relier les rivières aux plaines inondables adjacentes, permettent aux poissons de migrer et de frayer pendant les saisons de crue. L'aquaculture continentale, en plein essor, offre elle aussi des possibilités de production alimentaire intégrée: les systèmes de rizipisciculture, qui en sont un bon exemple, contribuent à la fois aux revenus agricoles et à la nutrition, tout en utilisant l'eau de manière plus efficiente.

→ L'intégration de solutions sectorielles offre un modèle unifié de gestion durable des ressources en terres et en eau, ainsi que des ressources forestières et aquatiques, qui prend en compte les multiples

aspects de la sécurité alimentaire, de la résilience face au climat et de la durabilité environnementale. L'agroforesterie, le pâturage tournant et l'amélioration des fourrages, ainsi que la rizipisciculture, ne sont que quelques exemples de ces approches intégrées. Ensemble, ces technologies et pratiques créent un cadre où l'utilisation durable des ressources est adaptée à des paysages spécifiques et renforce la résilience face au changement climatique.

Pour inverser les tendances liées à la gestion non durable des ressources en terres et en eau et garantir la sécurité alimentaire mondiale, les utilisateurs de ces ressources, partout dans le monde, doivent adopter des technologies, des pratiques et des approches qui améliorent la santé, la résilience et la productivité des écosystèmes, tout en garantissant l'inclusion des populations les plus vulnérables et en améliorant leurs moyens d'existence.

Une bonne gouvernance, des cadres juridiques et réglementaires adaptés, des financements suffisants, la recherche, des services de vulgarisation efficaces et le développement des marchés sont autant d'éléments constituant l'environnement propice nécessaire à l'adoption de ces pratiques. Ce socle institutionnel et cet environnement propice sont examinés plus en détail au **chapitre 5**.

Étant donné qu'il n'existe pas de solution universelle, et compte tenu du vaste éventail de solutions techniques, de pratiques et d'innovations, souvent spécifiques au contexte, dans différents secteurs, ce chapitre, sans être exhaustif, présente quelques exemples d'options techniques et d'innovations permettant de favoriser la production et la protection durables des plantes; la gestion des terres et de l'eau dans les systèmes irrigués et pluviaux; la restauration de l'agriculture urbaine et périurbaine, des parcs, des pâturages, des forêts et des terres agricoles; et l'intégration de la pêche continentale et de l'aquaculture dans les systèmes agricoles terrestres. Il montre par ailleurs l'interconnexion des approches sectorielles et la nécessité d'adopter des solutions intégrées. Bon nombre des approches qui y sont présentées s'inscrivent dans la droite ligne des objectifs de neutralité en matière de dégradation des terres, définis dans la CLD, et y contribuent (Hartmann *et al.*, 2024).

Les solutions technologiques dépendent du contexte socioécologique et des systèmes de production, lesquels sont très variés dans le monde. Les pratiques doivent être adaptées à l'aptitude des terres si l'on veut garantir leur durabilité et leur rentabilité, et qu'elles contribuent à une transformation rurale inclusive.

Les systèmes de production alimentaire fondés sur les cultures (pluviales et irriguées) sont les plus répandus, mais ne constituent pas les seules options. Les terres agricoles, y compris les systèmes de pâturage utilisés pour la production animale, sont aussi très utiles partout dans le monde. Les forêts procurent jusqu'à 25 pour cent du revenu des ménages ruraux dans les pays tropicaux et subtropicaux (FAO, 2022a). Les produits forestiers non ligneux (PFNL) jouent un rôle important dans l'alimentation, les revenus et la diversité nutritionnelle de millions de personnes dans le monde. La pêche continentale représente environ 12 pour cent de l'offre mondiale de poisson, dont 90 pour cent est issue de la pêche artisanale (FAO, 2024a). La croissance rapide de l'aquaculture continentale, qui représente actuellement 63 pour cent de la production aquacole totale, témoigne de son potentiel s'agissant d'appuyer les systèmes alimentaires, les poissons d'eau douce étant une source de protéines et de nutriments d'origine biologique. ■

SOLUTIONS TECHNIQUES POUR L'AGRICULTURE PLUVIALE

L'agriculture pluviale, qui représente 52 pour cent de la production agricole mondiale, est pratiquée dans les régions où les précipitations sont généralement suffisantes pour assurer de bonnes récoltes. Ce type d'agriculture est très répandu dans toutes sortes de contextes agricoles, qu'il s'agisse de systèmes à grande, moyenne ou petite échelle. Offrant des modes de culture diversifiés qui garantissent revenus et sécurité alimentaire, tout en préservant la biodiversité, il soutient l'activité de millions de petits exploitants agricoles des pays en développement. Les principales cultures vivrières en agriculture pluviale sont les céréales et les légumineuses.

Correctement pratiquée, l'agriculture pluviale contribue à améliorer la production, la nutrition et la durabilité environnementale. La diversification des cultures favorise une alimentation riche en nutriments tout en renforçant la résilience des pratiques agricoles. Des pratiques telles que la rotation des cultures et les cultures de couverture améliorent la santé des sols et la biodiversité. Les innovations techniques, telles que la gestion intégrée des nutriments des plantes, la lutte intégrée contre les organismes nuisibles, l'adoption de cultures résistantes à la sécheresse, ainsi que les techniques de récupération de l'eau et de gestion des sols, sont essentielles pour accroître la productivité de l'agriculture pluviale de manière durable.

On trouvera ci-après quelques exemples de technologies qui contribuent à relever les défis actuels en matière d'agriculture pluviale.

Agriculture de conservation

L'agriculture de conservation associe diverses pratiques visant à préserver l'humidité du sol, à prévenir le ruissellement et l'érosion, et à maintenir la structure des sols; on citera par exemple le labour minimum, les cultures de couverture et la rotation des cultures. Depuis 2008-2009, la superficie des terres cultivées en agriculture de conservation augmente à un rythme supérieur à 10 millions d'hectares par an à l'échelle mondiale. En 2015-2016, la superficie des terres cultivées en agriculture de conservation dans le monde s'élevait à 180,4 millions d'hectares, soit 12,5 pour cent de la surface totale des terres cultivées. En 2018-2019, elle s'élevait à 205,4 millions d'hectares, soit 14,7 pour cent de la surface totale des terres cultivées (Kassam, Friedrich et Derpsch, 2022). L'agriculture de conservation accroît l'infiltration de l'eau et la conservation de l'humidité du sol, et réduit l'érosion des sols de 50 pour cent (Pittelkow *et al.*, 2015). En Afrique australe, où ces pratiques ont été largement adoptées, les rendements des cultures ont augmenté de 15 à 25 pour cent et la dégradation des sols a été considérablement diminuée (Pittelkow *et al.*, 2015).

Variétés résistantes à la sécheresse et pratiques de résilience face à la sécheresse

La mise au point de variétés de plantes cultivées résistantes à la sécheresse est essentielle au maintien de la productivité des systèmes pluviaux, qui font face à des régimes pluviométriques de plus en plus irréguliers sous l'effet du changement climatique. L'Initiative de partenariat mondial pour le renforcement des capacités de sélection végétale lancée par la FAO, en préconisant la culture de variétés de plantes résistantes à la sécheresse, a contribué à améliorer la sécurité alimentaire dans les régions arides du monde entier (FAO, 2025a). En Afrique, par exemple, l'introduction de maïs résistant à la sécheresse a permis d'obtenir des rendements nettement supérieurs et de réduire les taux de mauvaises récoltes (Abate *et al.*, 2017).

La collecte des eaux de pluie et la conservation de l'humidité du sol contribuent à atténuer les effets de la sécheresse et à assurer une production alimentaire plus stable dans le cadre de l'agriculture pluviale. Pour ne citer qu'un exemple, l'utilisation de systèmes de collecte des eaux de pluie en vue d'accroître les rendements des cultures et de renforcer la résilience pendant les saisons sèches a donné des résultats remarquables en Éthiopie (Mekonnen *et al.*, 2022).

Outre ces pratiques sur le terrain, les systèmes d'alerte précoce et les outils de prévision climatique jouent un rôle fondamental à l'appui de l'agriculture tant pluviale qu'irriguée. Le Système d'indice de stress agricole mis au point par la FAO est un exemple d'outil d'alerte précoce conçu pour suivre les sécheresses agricoles et évaluer l'état des cultures à l'aide de données obtenues par satellite (voir l'encadré 5).

Diversification des cultures, compostage et culture en surélevé

La diversification des cultures et la gestion de la matière organique sont deux composantes importantes des stratégies agricoles durables. La diversification des cultures peut contribuer à améliorer l'utilisation de l'eau et des nutriments, ainsi que la santé des végétaux, et à accroître la productivité agricole globale, grâce à la

ENCADRÉ 5 SYSTÈME D'INDICE DE STRESS AGRICOLE DE LA FAO

La FAO a mis au point le Système d'indice de stress agricole afin de permettre un repérage précoce des zones agricoles sujettes à des périodes sèches, voire à la sécheresse dans des cas extrêmes. Opérationnel depuis juillet 2014, ce système est mis à jour trois fois par mois, dès que de nouvelles données satellitaires sont disponibles. Les archives de données annuelles et pluriannuelles du Système (qui remontent à 1984) sont aussi utilisées dans le cadre de diverses études climatiques et socioéconomiques.

Le Système, axé sur la détection des zones où les cultures sont soumises à un stress hydrique, fournit aux décideurs et aux agriculteurs des informations actualisées afin qu'ils puissent prendre des mesures pour atténuer les effets de la sécheresse. De plus, grâce à l'intégration de modèles climatiques fondés sur l'intelligence artificielle, ainsi que de données obtenues par satellite, les décideurs peuvent désormais mieux prévoir les épisodes de sécheresse et prendre des décisions éclairées concernant la gestion de l'eau et les calendriers de semis (Cancela *et al.*, 2019).

combinaison de pratiques telles que la rotation des cultures et la lutte biologique contre les ravageurs, menées de façon bien planifiée. La gestion de la matière organique du sol, par la fumure verte, le paillage et le compostage, aide à renforcer l'accumulation de matière organique dans le sol ainsi que le cycle des nutriments (Altieri et Nicholls, 2018). L'encadré 6 ci-après présente un exemple de mise en application de ces pratiques à Cuba.

Le compostage est particulièrement pertinent dans les milieux urbains et périurbains, où les déchets organiques sont abondants. L'initiative municipale Agrocomposta, à Madrid, a permis de transformer en compost 23 tonnes de déchets alimentaires produits par les habitants et de fixer dans le sol 2 400 kg d'équivalent CO₂ depuis 2016 (Agrocomposta, 2021). L'agroécologie ouvre par ailleurs d'importantes possibilités en matière de recyclage des déchets alimentaires urbains. Le programme d'agriculture urbaine participative de l'Équateur, AGRUPAR (Agricultura Urbana Participativa), a réussi à encourager la production alimentaire locale dans des espaces sous-utilisés à Quito, au bénéfice de 1 300 unités de production, en améliorant l'inclusion sociale via les marchés de producteurs dans le cadre d'une gouvernance responsable. Des valeurs humaines et sociales similaires ont guidé les interventions réalisées dans la province chinoise de Taïwan, où les recherches menées par les peuples autochtones ont facilité la récupération des droits fonciers. À Gorakhpur (Inde), des pratiques favorisant un faible recours aux intrants externes, telles

que la gestion des micro-organismes efficaces, ont considérablement accru les revenus et la résilience des agriculteurs, illustrant les avantages économiques présentés par les approches agroécologiques (RUAF, 2017). De même, l'initiative d'agriculture soutenue par la communauté ØsterGRO, menée à Copenhague, incarne l'économie circulaire et solidaire ainsi que différents éléments des traditions culturelles et alimentaires, favorise les relations directes entre producteurs et consommateurs et met en avant les aliments locaux, tout en limitant au minimum le gaspillage alimentaire et le gaspillage d'emballages, en évitant les intermédiaires que sont les supermarchés (Shaw, 2017). ■

SOLUTIONS TECHNIQUES POUR L'AGRICULTURE IRRIGUÉE

D'après les dernières estimations, fondées sur les données de FAOSTAT, environ 22,5 pour cent des terres cultivées dans le monde sont actuellement irriguées, ce qui représente à peu près 48 pour cent de la production agricole mondiale (voir le chapitre 2). L'irrigation jouant un rôle croissant dans la production agricole, il est de plus en plus important de mieux utiliser l'eau dans l'agriculture.

ENCADRE 6 DIVERSIFICATION DES CULTURES, COMPOSTAGE ET CULTURE EN SURÉLEVÉ À CUBA

À Cuba, la diversité des cultures, l'efficacité d'utilisation de l'eau, le recyclage de la matière organique et les synergies entre cultures et animaux, mises en œuvre depuis 30 ans dans le cadre d'une culture en surélevé, ont permis de fournir plus de 50 pour cent des aliments frais consommés à l'échelle nationale, tout en créant 300 000 emplois et en contribuant à la production de plus d'un million de tonnes de nourriture par an (RUAF, 2017).

Les plates-bandes surélevées permettent une production agricole intensive dans des sols surélevés,

en réduisant l'exposition à la contamination résultant des utilisations antérieures des terres (Altieri et Nicholls, 2018). En facilitant la gestion des cultures grâce à leur surélévation, ce mode de culture contribue également à améliorer les rendements par unité de travail (FAO, 2020a). Le mouvement «d'agriculteur à agriculteur» lancé par l'Association nationale cubaine des petits exploitants, dans un souci de coproduction et de partage des connaissances, a joué un rôle moteur dans l'adoption de meilleures pratiques intégrant l'agroécologie (RUAF, 2017).

Amélioration de la productivité de l'eau d'irrigation

La marge de manœuvre pour améliorer la productivité de l'eau dans les systèmes agricoles partout dans le monde est considérable. Beaucoup d'agriculteurs des pays en développement pourraient accroître la productivité de l'eau qu'ils utilisent en adoptant des pratiques éprouvées en matière d'agronomie et de gestion de l'eau, car l'augmentation de la productivité des terres entraîne généralement une augmentation de la productivité de l'eau. Des pistes prometteuses de hausse de la productivité de l'eau sont présentes tout au long du continuum, des systèmes agricoles entièrement pluviaux aux systèmes entièrement irrigués. Parmi elles, on peut citer : l'irrigation d'appoint (irrigation complétant l'apport en eau des précipitations); le maintien de la fertilité des sols; l'irrigation déficitaire (la culture est irriguée avec un apport d'eau inférieur aux quantités nécessaires pour une croissance optimale des plantes, afin d'augmenter la productivité de l'eau); certaines pratiques de stockage, de distribution et d'utilisation de l'eau à petite échelle; les technologies d'irrigation sous pression (par exemple, l'irrigation par aspersion et l'irrigation au goutte-à-goutte); et la conservation des sols et de l'eau grâce à un labour nul ou minimum. Le choix des technologies les plus appropriées dépend de tout un éventail de facteurs, notamment des conditions climatiques, des sources et du coût de l'énergie, de la disponibilité de la main-d'œuvre, de la profondeur des nappes phréatiques et des coûts des infrastructures.

Réduire l'évaporation du sol tout en augmentant la transpiration productive des plantes constitue aussi un moyen d'améliorer la productivité de l'eau. L'évaporation peut représenter une part très importante de l'évapotranspiration dans les systèmes pluviaux à faible densité de végétation. Étonnamment, les systèmes d'irrigation au goutte-à-goutte et par aspersion n'entraînent pas nécessairement moins d'évaporation que les bons systèmes d'irrigation de surface (Burt, Howes et Mutziger, 2001). Les pratiques d'ombrage des sols (par exemple par le paillage, le labour ou la sélection végétale d'espèces à expansion foliaire rapide) réduisent l'évaporation et augmentent la transpiration productive.

Pour accroître la productivité économique de l'eau (c'est-à-dire obtenir plus de valeur par unité d'eau), on peut passer à des produits agricoles à plus forte valeur ajoutée ou réduire les coûts de production. Des approches intégrées telles que les systèmes combinant agriculture et aquaculture, une meilleure intégration de l'élevage dans les systèmes irrigués et pluviaux et l'utilisation de l'eau d'irrigation pour les ménages et les petites industries sont autant d'éléments susceptibles de contribuer de manière non négligeable à rentabiliser chaque goutte. Par exemple, de meilleurs services vétérinaires peuvent améliorer la productivité de l'eau, car des animaux en meilleure santé permettent d'obtenir plus de bénéfices par unité d'eau.

Modernisation des systèmes d'irrigation

Les infrastructures d'irrigation mises au point au cours du XX^e siècle requièrent de plus en plus de mises à niveau techniques et managériales pour satisfaire à l'exigence d'une agriculture productive et durable. La concurrence croissante pour l'utilisation des ressources nécessite de procéder à une analyse multicritères afin d'établir une hiérarchie des priorités concernant les systèmes d'irrigation à moderniser^h, d'intégrer des techniques numériques et modernes, de renforcer la gouvernance de l'eau et les cadres politiques relatifs à l'eau, de prendre en compte les aspects environnementaux et les solutions écosystémiques et de mettre en avant des pratiques d'irrigation fondées sur les données. Les agriculteurs, tout comme les responsables de l'élaboration des politiques, sont souvent enthousiastes à l'idée de moderniser les systèmes. Cependant, la modernisation de l'irrigation exige d'importantes ressources financières ainsi qu'un processus rigoureux de hiérarchisation des priorités.

En Espagne, sur une période de 20 ans, environ 20 pour cent des unités d'irrigation du pays ont été modernisées. Les efforts de modernisation ont permis d'améliorer les capacités de gestion de l'eau, d'accroître les rendements des cultures et de réduire les coûts énergétiques, mais l'abandon de certaines zones irriguées, marginales et structurellement déficitaires reste une préoccupation pour la population locale. L'une des principales difficultés résidait dans le fait que le cofinancement public et les actions entreprises au niveau des politiques n'étaient pas suffisants pour répondre aux besoins de l'ensemble des zones irriguées et qu'une part importante des unités d'irrigation dépendait encore d'infrastructures obsolètes (Playán *et al.*, 2024).

Une approche systématique de hiérarchisation des priorités concernant les systèmes d'irrigation à moderniser devrait se fonder sur plusieurs critères. L'outil d'Établissement des priorités pour la modernisation et la remise en état des

systèmes d'irrigation (PRISM), mis au point par la FAO (Pek, 2022), aide à évaluer plusieurs facteurs essentiels afin d'aider les décideurs à allouer efficacement les ressources. Parmi ces facteurs, on citera la disponibilité de l'eau et l'efficacité d'utilisation de l'eau, la performance du système, les potentiels gains de productivité, la durabilité environnementale et les avantages socioéconomiques. En s'intéressant à ces facteurs, PRISM permet de déterminer quels sont les systèmes d'irrigation où les investissements dans la modernisation sont susceptibles de donner les meilleurs résultats. L'un des principaux atouts de cet outil est sa capacité à aider à prendre des décisions sur la base de données, afin que la modernisation de l'irrigation repose sur des évaluations solides, fondées sur des données factuelles (voir l'encadré 7). PRISM, qui prend en compte des facteurs techniques et socioéconomiques, réalise une évaluation équilibrée de chaque système. Sa flexibilité lui permet de s'adapter aux spécificités locales et nationales, ce qui renforce son utilité dans des régions diverses. En préconisant la modernisation des systèmes d'irrigation offrant le plus fort potentiel d'amélioration de l'efficacité et de la productivité, PRISM inscrit les efforts de modernisation dans la droite ligne des objectifs mondiaux de production alimentaire durable.

La télédétection et les drones peuvent être employés pour orienter la modernisation des systèmes d'irrigation et améliorer l'efficacité d'utilisation de l'eau. L'encadré 8 montre comment ces technologies ont été utilisées au Liban.

Mise au point d'une approche globale d'analyse comparative dans le cadre de la modernisation de l'irrigation

La modernisation de l'irrigation exige une approche globale d'analyse comparative qui aille au-delà des simples mises à niveau techniques. Si les modifications structurelles – telles que le passage de canaux ouverts à des canalisations sous pression et à l'automatisation des systèmes de distribution de l'eau – représentent des avancées significatives, le succès de ces innovations dépend de plusieurs facteurs interdépendants. Afin de tirer pleinement parti du potentiel de la modernisation de l'irrigation, l'approche comparative adoptée doit prendre

^h La modernisation de l'irrigation est un processus de mise à niveau technique et managériale (et non de simple remise en état) des systèmes d'irrigation, associé à des réformes institutionnelles, qui vise à améliorer l'utilisation des ressources (en main d'œuvre et en eau, ainsi que les ressources économiques et environnementales) et les services de distribution de l'eau aux exploitations (FAO, 1998).

ENCADRE 7 HIÉRARCHISATION DES PRIORITÉS CONCERNANT LES SYSTÈMES D'IRRIGATION À MODERNISER/REMETTRE EN ÉTAT AU TADJIKISTAN

Au Tadjikistan, l'outil PRISM a été mobilisé pour guider la hiérarchisation des priorités concernant les systèmes d'irrigation à moderniser dans le bassin du Zarafshon (Pek, 2022). La dépendance du pays à l'égard de l'irrigation pour la production agricole, conjuguée au vieillissement de ses infrastructures et aux problèmes de pénurie d'eau, faisait du Tadjikistan le candidat idéal à l'utilisation de PRISM. L'outil a permis de repérer quelles étaient les systèmes prioritaires où les investissements

seraient susceptibles de produire le plus de résultats en termes de gains de productivité et de gestion des ressources en eau.

Il a montré toute son efficacité s'agissant de guider les politiques d'irrigation et les stratégies d'investissement au niveau national. Grâce à PRISM, les décideurs ont pu cibler les systèmes nécessitant le plus d'être modernisés, optimisant ainsi l'allocation des ressources afin d'obtenir des résultats plus durables.

ENCADRE 8 AMÉLIORATION DE L'EFFICIENCE D'UTILISATION DE L'EAU GRÂCE À LA TECHNOLOGIE DES DRONES DE TÉLÉDÉTECTION AU LIBAN

Dans la région du Akkar (Liban), le système du canal d'El-Bared – qui représente l'une des principales sources d'irrigation d'environ 42 000 hectares de terres – souffre d'un grave délabrement de ses infrastructures, ainsi que de la pollution, due à l'intervention humaine et au manque d'entretien. Le projet de remise en état du système d'irrigation du canal d'El-Bared, financé par le Gouvernement norvégien, a été mis en œuvre afin de revitaliser l'agriculture dans la région. Un volet important de ce projet a consisté à moderniser les infrastructures d'irrigation en mettant en œuvre des technologies de télédétection, en particulier pour évaluer les dégâts par drone, en vue d'améliorer l'efficacité d'utilisation de l'eau.

À l'aide de quadricoptères (drones), des orthophotographies haute résolution du lit du canal ont été prises afin d'évaluer les besoins de remise en état du canal d'irrigation d'Akkar. Un algorithme de traitement des images a été mis au point pour analyser les besoins en différenciant les surfaces endommagées des surfaces non endommagées. Un relevé topographique a été réalisé pour valider le processus en superposant les données fournies par les drones aux mesures structurelles réelles. Il a ainsi été possible d'obtenir des données précises et évolutives, qui ont clairement montré que les canaux étaient

d'avantage endommagés dans les zones à forte densité de population et que l'interaction des êtres humains avec les infrastructures d'irrigation aux fins de l'accès à l'eau était de plus en plus grande.

Enseignements tirés de l'expérience:

- **Précision des données** – l'imagerie à haute résolution et l'optimisation des altitudes ont considérablement amélioré la qualité des images et la précision des analyses, tout en maximisant la rentabilité.
- **Automatisation des processus** – le succès rencontré avec la segmentation automatisée des images laisse entrevoir un potentiel d'application plus large pour l'évaluation des systèmes d'irrigation à grande échelle.
- **Adaptabilité** – l'évaluation à distance s'est révélée essentielle au suivi continu des portions inaccessibles du système d'irrigation subissant une dégradation et des problèmes de pollution.

Une transposition à plus vaste échelle, au service de grands réseaux d'irrigation, pourrait contribuer à améliorer la gestion de l'eau dans les périmètres irrigués, à accroître la productivité agricole et à optimiser l'efficacité d'utilisation des ressources.

en compte quatre grands types de facteurs: techniques, institutionnels, socioéconomiques et environnementaux (voir l'encadré 9). Une analyse complète de ces facteurs facilite le choix des

stratégies les plus efficaces pour répondre aux complexités de l'agriculture irriguée, favorisant ainsi la résilience et le succès à long terme des systèmes d'irrigation modernisés. ■

ENCADRE 9 QUATRE TYPES DE FACTEURS À PRENDRE EN COMPTE POUR UNE BONNE ANALYSE COMPARATIVE DE LA MODERNISATION DE L'IRRIGATION

Facteurs techniques. La sous-performance des systèmes d'irrigation vieillissants à travers le monde peut être attribuée à tout un éventail de facteurs d'ordre technique qui nuisent considérablement à leur efficacité. Nombre des technologies mises en place lors de la phase de conception initiale ne sont plus adaptées aux conditions locales, ce qui entraîne une distribution inefficace et un gaspillage généralisé des ressources en eau. Un mauvais entretien des infrastructures entraîne souvent des pertes d'eau importantes, aggravant les difficultés rencontrées par les agriculteurs. Pour remédier à ces défaillances techniques, les plans de modernisation doivent prévoir des technologies d'irrigation appropriées, ainsi qu'une remise en état complète des infrastructures existantes. L'intégration de programmes de renforcement des capacités techniques des agriculteurs en matière de technologies économes en eau est aussi susceptible d'améliorer les performances de l'irrigation, en permettant à ceux-ci de gérer efficacement leurs ressources en eau.

Facteurs institutionnels. Par le passé, la gestion des systèmes d'irrigation s'inscrivait dans le cadre de structures hiérarchisées où la participation des usagers était limitée. Une gestion centralisée entraîne souvent des décalages entre les informations dont disposent les décideurs et la réalité du terrain, ce qui conduit à une allocation et une gestion inefficaces des ressources en eau. Les institutions locales chargées de la gestion des ressources en eau (telles que les associations d'usagers de l'eau) sont souvent dotées d'une faible gouvernance qui ne leur octroie ni l'autorité ni les ressources nécessaires pour fonctionner efficacement. Ce manque de capacités institutionnelles peut se traduire par une prestation de services inéquitable et entraîner des conflits concernant l'utilisation de l'eau. La fragmentation des cadres politiques ajoute encore au problème, car l'incohérence de la réglementation entrave la coordination nécessaire à une gestion efficace des ressources en eau. L'autonomisation des communautés locales et le renforcement des associations d'usagers de l'eau ou d'agriculteurs, par le biais d'initiatives de renforcement des capacités et de cadres institutionnels locaux appropriés, devraient constituer le cœur même de tous les efforts de modernisation et faire partie intégrante de tout exercice d'analyse comparative. La mise en place de cadres institutionnels intégrés, qui inscrivent la gestion de l'eau dans la droite ligne des objectifs de production alimentaire, pourrait aussi favoriser une meilleure coordination entre les parties prenantes, améliorant ainsi la gestion globale des systèmes d'irrigation.

Facteurs socioéconomiques. Tout un éventail de facteurs socioéconomiques, tels qu'un accès limité aux marchés, contribuent aux difficultés rencontrées en ce qui concerne l'irrigation. Étant donné les faibles liens qu'ils entretiennent avec les marchés, les agriculteurs peinent à vendre leurs produits de manière compétitive, ce qui ne les encourage pas à investir dans des systèmes d'irrigation améliorés. En améliorant les infrastructures de marché, dans la perspective de faciliter un meilleur accès aux marchés, on incitera les agriculteurs à adopter des pratiques d'irrigation plus efficaces. Dans bien des cas, le fait qu'ils ne soient pas propriétaires des terres ou qu'ils soient confrontés à une forme d'insécurité foncière dissuade les agriculteurs, craignant de perdre l'accès à la terre, d'investir dans des infrastructures d'irrigation ou d'adopter de nouvelles pratiques. La modernisation devrait prévoir des réformes foncières afin de garantir aux agriculteurs des droits fonciers solides et d'encourager les investissements à long terme dans l'irrigation. De plus, les petits exploitants rencontrent généralement des obstacles importants lorsqu'ils recherchent un appui financier, ce qui les empêche d'accéder aux financements nécessaires à la mise à niveau de leurs systèmes d'irrigation. La mise en place de mécanismes d'aide financière, sous forme de subventions ou de prêts subventionnés, pourrait les aider à accéder aux ressources nécessaires pour améliorer leurs systèmes d'irrigation et obtenir ainsi des résultats agricoles plus durables.

Facteurs environnementaux. Lors de la modernisation des systèmes d'irrigation, afin d'en améliorer la durabilité, il est essentiel de donner la priorité aux mesures de protection de l'environnement. Parmi les principaux points à prendre en compte, on citera la conservation de la biodiversité, par la protection des écosystèmes locaux et la préservation de couloirs d'habitat, ainsi que l'amélioration de la qualité de l'eau, par une action de suivi et l'intégration de solutions écosystémiques (zones tampons de végétation) destinées à filtrer les contaminants. De plus, l'intégration de stratégies d'adaptation au changement climatique, la participation des communautés locales à la prise de décision et l'adoption d'approches intégrées de la gestion des ressources en eau peuvent favoriser la résilience face au changement climatique. Enfin, l'utilisation de sources d'énergie renouvelables pour les opérations d'irrigation peut réduire considérablement les émissions de gaz à effet de serre, contribuant ainsi à un avenir agricole plus durable.

SOLUTIONS TECHNIQUES POUR LA PRODUCTION AGRICOLE EN MILIEU URBAIN ET PÉRIURBAIN

D'après les estimations, l'agriculture urbaine contribue à hauteur de 5 à 10 pour cent à la production mondiale de légumineuses, de racines, de tubercules et de légumes (Clinton *et al.*, 2018). Compte tenu de l'urbanisation rapide qui s'opère partout dans le monde, l'agriculture urbaine et périurbaine ne cesse de gagner en importance dans les systèmes de production alimentaire mondiaux (FAO, Rikolto et RUAF, 2022). L'agriculture urbaine et périurbaine repose principalement sur l'horticulture, mais elle intègre aussi l'élevage (petits ruminants, volailles et porcs, par exemple), l'aquaculture (viviers, par exemple) et l'agroforesterie. Elle est en concurrence avec d'autres types d'activités urbaines et périurbaines pour l'accès aux ressources (terres, eau, énergie et main-d'œuvre). La présente section décrit certaines des technologies et approches utilisées pour améliorer l'efficacité de l'agriculture urbaine et périurbaine.

Hydroponie

L'hydroponie est une technique agricole qui permet la croissance des plantes hors sol (FAO, 2023). L'eau et les nutriments nécessaires à la croissance des plantes sont entièrement fournis par une solution liquide, tandis que divers substrats et structures inertes offrent le soutien physique indispensable au développement des racines et des tiges.

Par rapport à l'agriculture conventionnelle sur sol, l'hydroponie se caractérise par une plus forte intensité de capital, de technologie et d'intrants. En contrepartie, elle offre des avantages considérables aux producteurs: élimination des maladies transmises par le sol, utilisation efficace de l'eau, des nutriments et de la main-d'œuvre, plus forte densité de plants et succession plus rapide des cultures (Jones, 2014).

L'hydroponie vise à optimiser l'efficacité de l'utilisation des intrants et à obtenir des récoltes prévisibles en protégeant les cultures des

pluies excessives, de la chaleur et des basses températures. Elle se pratique souvent dans un environnement de culture protégé tel que les serres (Resh, 2022). L'association entre culture protégée, hydroponie et mesures préventives d'exclusion des organismes nuisibles permet d'intensifier la production de légumes frais riches en nutriments et à forte valeur ajoutée, tout en réduisant la nécessité de lutter contre les ravageurs.

La recherche et les pratiques commerciales ont montré que la culture hydroponique de laitues et de tomates en serre pouvait offrir, sur une année, des rendements près de dix fois supérieurs à ceux de la production en plein champ. Ce résultat doit être mis en perspective avec un coût d'investissement initial en moyenne cinq fois supérieur. La possibilité d'optimiser les ressources telles que l'espace, l'eau et les engrais doit être prise en compte en fonction de chaque contexte spécifique (Lages *et al.*, 2015; Fayeizadeh *et al.*, 2021; Wang *et al.*, 2023).

Agriculture verticale

Technique agricole mise au point pour la production en masse de légumes frais – principalement de légumes à feuilles comme la laitue, les herbes aromatiques et les pousses –, l'agriculture verticale repose sur une technique agricole en environnement contrôlé destinée à optimiser la croissance des plantes par la régulation de la température, de la lumière, de l'eau et des nutriments (Butturini et Marcelis, 2020). On appelle «fermes verticales» les exploitations qui pratiquent cette technique, car elles superposent horizontalement plusieurs couches de planches de culture et de lampes, augmentant ainsi considérablement la densité de plants par unité de surface.

Idéalement hébergées dans des hangars industriels, les fermes verticales peuvent aussi être intégrées au sein de structures préexistantes, comme des bâtiments, des sous-sols, des caves ou des conteneurs maritimes. Cette caractéristique permet de créer des exploitations partout où cela peut être nécessaire, et rend l'agriculture verticale particulièrement adaptée aux zones densément peuplées où la demande en aliments frais et nutritifs est élevée, mais où la distribution de produits frais depuis les zones rurales présente des défis logistiques (van Delden *et al.*, 2021).

RWANDA

Collecte de fumure
utilisée comme paillis
pour améliorer la
rétention d'eau, retenir la
terre et prévenir l'érosion.
© FAO/Marco Longari

Les fermes verticales nécessitent de mobiliser beaucoup de capitaux, de technologies, d'intrants et de main-d'œuvre qualifiée par rapport à l'agriculture conventionnelle sur sol. Elles nécessitent également de l'énergie pour maintenir des conditions environnementales optimales, propices à une forte densité de plants et à une croissance accélérée. Par exemple, des éléments clés, tels que la ventilation et un éclairage intense, indispensable à la photosynthèse, doivent être fournis pendant au moins 12 à 16 heures par jour (Beacham, Vickers et Monaghan, 2019).

Pour garantir sa durabilité économique, l'agriculture verticale se concentre généralement sur une offre restreinte de cultures haut de gamme et à forte valeur ajoutée, vendues directement aux utilisateurs finaux, notamment des supermarchés, des hôtels, des restaurants ou des particuliers, via des plateformes numériques. Parmi les produits couramment proposés par les fermes verticales, on citera la laitue, les fraises et les micropousses (germes de céréales et de légumineuses).

Agriculture sur toit

L'agriculture sur toit, qui consiste à cultiver des aliments, principalement des légumes, sur les toits des bâtiments et autres infrastructures urbaines existantes, offre une possibilité d'utilisation efficace des sols en zone urbaine. Cette pratique met à profit des espaces, qui seraient autrement vides, pour cultiver diverses espèces, grâce à des techniques telles que la culture en bacs, l'hydroponie, l'aquaponie et le jardinage en plates-bandes surélevées. Le jardinage en bacs (où les plantes, par exemple des légumes, sont cultivées en pots ou dans d'autres contenants), est particulièrement adapté à l'agriculture sur toit. L'hydroponie adopte une approche hors-sol, tandis que l'aquaponie intègre la pisciculture à l'hydroponie, en utilisant les déchets produits par les poissons comme nutriments pour les plantes, ce qui crée un écosystème symbiotique. Le jardinage en plates-bandes surélevées consiste à mettre en place des plates-bandes sur les toits en appliquant des méthodes de jardinage traditionnelles adaptées aux environnements urbains.

L'agriculture sur toit offre de multiples avantages. Elle améliore l'approvisionnement alimentaire local et réduit la dépendance à l'égard des

sources d'aliments éloignées, minimisant ainsi les émissions de carbone associées au transport des aliments. De plus, les jardins sur toit atténuent l'effet d'îlot de chaleur urbain en faisant baisser les températures de surface, en améliorant la qualité de l'air et en contribuant à la gestion du ruissellement des eaux de pluie.

Malgré ses avantages, l'agriculture sur toit présente des inconvénients. Les limites structurales des bâtiments pouvant entraîner des restrictions relatives au poids sur l'infrastructure essentielle, il est nécessaire de procéder à des évaluations minutieuses de la structure, et éventuellement de modifier cette dernière. Le coût initial de création d'un jardin sur toit, en comptant l'imperméabilisation, le substrat, les contenants et les systèmes d'irrigation, peut être important. De plus, les jardins sur toit sont exposés à des conditions environnementales difficiles, à savoir au vent, à la chaleur et à de fortes pluies, ce qui peut avoir des répercussions sur le rendement des cultures et nécessiter des mesures de protection.

Partout dans le monde, l'agriculture sur toit prend de l'ampleur, notamment dans les centres urbains densément peuplés où la pénurie de terres favorise l'innovation. En Amérique septentrionale, des villes comme Chicago et New York abritent de remarquables exploitations agricoles sur toit, telles que Brooklyn Grangeⁱ, qui pratique une agriculture sur sol dans de vastes exploitations étendues sur plusieurs toits. En Europe, des initiatives visant à végétaliser les toits et les murs, comme Parisculteur, à Paris^j, mettent en avant le rôle important que joue l'agriculture urbaine. Des villes asiatiques comme Singapour et Tokyo présentent des projets pionniers comme ComCrop^k, qui répondent aux contraintes de l'espace urbain en proposant des solutions agricoles innovantes. ■

i Pour plus d'informations, consulter: <https://www.brooklyngrangefarm.com>

j Pour plus de détails, consulter: <https://www.parisculteurs.paris>

k Pour plus d'informations, consulter: <https://comcrop.com>

SOLUTIONS TECHNIQUES POUR LES PÂTURAGES ET LA PRODUCTION D'ALIMENTS POUR ANIMAUX

On compte environ 656 millions d'hectares de pâturages dans le monde, et ceux-ci sont fréquemment touchés par la sécheresse (FAO, 2020b). Les interventions techniques visant à améliorer la gestion et la disponibilité de l'eau dans les pâturages sont essentielles pour améliorer la santé et la fonctionnalité globales des systèmes de pâturage.

Les cultures fourragères représentent 43 pour cent de l'ensemble des cultures, et les solutions permettant d'améliorer l'efficacité de l'utilisation des terres et de l'eau pour ce type de cultures sont les mêmes que celles proposées pour les cultures en général. Environ 14 pour cent des 3 670 km³ d'eau douce prélevés chaque année pour l'irrigation des cultures et des pâturages sont affectés à la production d'aliments à destination du bétail (Wisser *et al.*, 2024). L'eau destinée à la transformation des aliments pour animaux, qui ne représente qu'une faible part de la consommation totale d'eau, est généralement négligée dans les évaluations de l'utilisation de l'eau (Pahlow *et al.*, 2015).

Globalement, les actions mises en place en vue d'améliorer les pâturages et la production d'aliments pour animaux se répartissent en deux catégories: d'un côté, les mesures visant à améliorer la productivité et la durabilité par la sélection des espèces, et de l'autre, les mesures visant à réduire la pression de pâturage par la gestion des pratiques de pâturage.

Amélioration et remise en état des pâturages

Amélioration de la gestion des sols et de l'eau dans les pâturages

L'augmentation de la matière organique du sol – et donc de la quantité de carbone dans le sol – réduit considérablement l'érosion et favorise l'infiltration de l'eau en améliorant la stabilité structurale

et la rétention d'eau (Lai et Kumar, 2020). La matière organique du sol renforce la résilience des pâturages en favorisant la décomposition microbienne, qui apporte de l'azote aux plantes, ainsi qu'en améliorant la rétention d'eau. Des stratégies efficaces, telles que l'intégration de cultures de couverture pendant les périodes sans pâturage, améliorent la matière organique du sol, la stabilité des agrégats humides et la santé globale des sols (Shepherd, Nichols et Selbie, 2021; Stoner *et al.*, 2021). Dans les régions arides, l'optimisation de l'irrigation et de l'apport d'azote est essentielle si l'on veut entretenir des systèmes de pâturage durables (voir l'encadré 10). En couplant de manière spécifique les niveaux d'irrigation et d'azote, on peut porter le rendement fourrager à son maximum, augmenter l'efficacité de l'utilisation de l'eau et améliorer la qualité du fourrage (Kamran *et al.*, 2022).

Amélioration des pratiques de pâturage

L'intensité de pâturage a des conséquences non négligeables sur les propriétés physiques du sol. Un pâturage modéré à intense augmente le compactage, la densité apparente et la résistance à la pénétration du sol, ce qui limite l'infiltration de l'eau et épuise le carbone organique ainsi que l'azote total présents dans le sol. À l'inverse, un pâturage léger limite le compactage tout en augmentant les niveaux de carbone organique et d'azote. La morphologie racinaire des prairies joue un rôle essentiel dans l'atténuation du compactage du sol et l'amélioration de l'infiltration de l'eau, en particulier en milieu aride, d'où l'importance des stratégies de gestion des sols pour ce qui est d'améliorer l'approvisionnement en eau et d'assurer une production fourragère durable (Liu *et al.*, 2020).

Sélection d'espèces herbacées tolérantes à la sécheresse et économes en eau

Les espèces herbacées fourragères vivaces offrent des avantages spécifiques pour la production de fourrage de qualité supérieure à destination du bétail. Par rapport à la plupart des espèces annuelles, sensibles à la sécheresse, les espèces herbacées vivaces peuvent offrir une meilleure efficacité d'utilisation de l'eau, car elles se caractérisent par une repousse rapide au début des pluies d'automne, par une meilleure utilisation de l'humidité résiduelle du sol à la fin du printemps et par leur capacité à faire baisser le risque d'érosion des sols (Lelièvre et Volaire, 2009). Seul un nombre

ENCADRE 10 GESTION DES SOLS ET DE L'EAU DANS LES PÂTURAGES DE CHINE

Sur le plateau du Qinghai-Tibet (Chine), le stockage de l'eau dans les sols des prairies dégradées s'est amélioré de 41,9 pour cent entre 2012 et 2018 grâce à l'augmentation des apports de biomasse, de litière et de couverture végétale (Guo *et al.*, 2021).

Dans les conditions arides des pâturages laitiers du nord-ouest de la Chine, des études ont montré que l'irrigation et l'apport d'azote, ainsi que l'interaction entre ces deux éléments, influencent nettement le rendement

fouurrager de la luzerne, l'efficacité d'utilisation de l'eau et l'efficacité d'utilisation de l'azote. Il a été montré que la combinaison d'une irrigation de 450 mm et d'un apport d'azote de 150 kg par hectare permettait d'obtenir les meilleurs résultats: production de fourrage optimale, meilleures qualités nutritionnelles du fourrage et meilleure efficacité de l'utilisation des ressources, dans le cas de la luzerne (Kamran *et al.*, 2022).

limité de cultivars d'espèces fourragères vivaces adaptées aux climats arides sont actuellement utilisés dans les systèmes de production. Il est donc recommandé d'exploiter la diversité végétale intraspécifique et interspécifique afin d'accroître la résistance à la sécheresse des prairies productives permanentes et semées (Lüscher *et al.*, 2022).

Ainsi, il est essentiel de sélectionner des espèces herbacées adaptées, présentant un rendement, une tolérance à la sécheresse et une capacité de récupération élevés, si l'on veut réduire le stress hydrique susceptible de compromettre la productivité fourragère et assurer la survie des espèces herbacées, notamment dans les régions arides et semi-arides. Des espèces et des génotypes particulièrement adaptés à une utilisation fourragère, notamment *Festuca arundinacea*, *Lolium perenne* et *Lolium × hybridum*, ont été mis en évidence pour différentes conditions hydriques et zones géographiques dans le cadre de projets prospectifs (Taleb *et al.*, 2023).

Intégration d'espèces fourragères non conventionnelles et de légumineuses

L'intégration de légumineuses contribue à la restauration de pâturages secs, capables de résister à des conditions agroécologiques difficiles et de soutenir des taux de croissance animale élevés. Cette méthode consiste à utiliser des légumineuses fourragères autochtones résistantes à la sécheresse afin de remettre en état les sols dégradés, en leur apportant une couverture végétale, en assurant la fixation de l'azote, en améliorant l'infiltration de l'eau et en prévenant l'érosion (Smith et Elgersma, 2021). L'efficacité d'utilisation de l'eau,

dans les prairies naturelles, est potentiellement améliorée par l'intersemis de légumineuses. Par exemple, aux États-Unis d'Amérique, les mélanges luzerne-herbacées ont permis d'augmenter la masse fourragère produite de 35 pour cent et le rendement en azote de 96 pour cent par rapport à l'herbe seule, tout en réduisant la concurrence des mauvaises herbes pour l'utilisation de l'eau (Dhakal *et al.*, 2020). Sur les pâturages et les terres pauvres en nutriments du plateau de Loess (Chine), un mélange herbacées-légumineuses et un apport d'azote ont nettement amélioré le rendement fourrager (jusqu'à +44 pour cent) et l'efficacité d'utilisation de l'eau (jusqu'à +52,5 pour cent) par rapport à la monoculture et aux prairies non fertilisées (Xu *et al.*, 2023).

De par ses propriétés de conservation de l'eau et ses qualités nutritionnelles (teneur élevée en minéraux, protéines, fibres alimentaires et composés phytochimiques), *Opuntia* spp. (cactus) constitue un aliment de remplacement offrant une certaine valeur ajoutée par rapport à l'alimentation conventionnelle (Pastorelli *et al.*, 2022). Il convient cependant de la gérer avec soin car elle peut s'avérer être une espèce envahissante dans certains contextes.

Amélioration de la gestion des parcours

La gestion des parcours optimise la production de bétail en permettant d'apporter un fourrage nutritif aux animaux tout en préservant la santé des sols. Elle comporte diverses techniques visant à favoriser la croissance de l'herbe, à augmenter le rendement fourrager, à soutenir l'équilibre de

l'écosystème et à réduire les coûts de production. La réussite de la gestion des parcours repose sur la compréhension des interconnexions entre différents éléments. Par exemple, le pâturage du bétail influe sur la croissance de l'herbe, qui influe à son tour sur la présence de mauvaises herbes, tandis que la gestion de l'eau joue un rôle essentiel tant pour la santé environnementale que pour le bien-être du bétail.

Amélioration de la gestion du pâturage

La gestion du pâturage du bétail a des conséquences sur la qualité de l'eau des cours d'eau, qu'il est possible d'améliorer par des pratiques de gestion optimales intégrées tenant compte des caractéristiques hydrauliques et géomorphologiques. Dans la région humide du sud des États-Unis d'Amérique, les pratiques de gestion optimales sont notamment: l'utilisation de sources d'eau de remplacement, la mise en place de clôtures d'exclusion prévoyant des zones tampons riveraines, la mise en œuvre d'un pâturage contrôlé, l'amélioration de la disponibilité du fourrage, grâce à l'utilisation d'engrais et d'herbicides, et un apport d'aliments complémentaires (Agouridis *et al.*, 2005).

Le pâturage tournant de régénération, qui prévoit des périodes de repos prolongées, facilite une utilisation uniforme des pâturages par le bétail et atténue les effets négatifs du surpâturage et du sous-pâturage. Au Pays basque, dans le nord de l'Espagne, le pâturage tournant de régénération a permis d'augmenter de 30 pour cent la production d'herbe printanière et de 3,6 pour cent le stockage de carbone dans la couche arable par rapport au pâturage tournant conventionnel, tout en améliorant la régulation du débit d'eau (Díaz De Otálora *et al.*, 2021).

Le pâturage tournant peut atténuer les compromis à trouver entre production animale et qualité de l'eau dans les pâturages semi-arides. Des études menées dans le nord-est de l'Utah, aux États-Unis d'Amérique, montrent que la réduction de la durée du pâturage et le décalage de son calendrier constituent des approches synergétiques efficaces, dans la mesure où le pâturage du bétail vient moins contrarier la qualité de l'eau sans qu'il soit nécessaire de clôturer les zones riveraines ou d'exclure le bétail des pâturages adjacents aux cours d'eau. On notera, par exemple, que les

périodes de forte concentration de la bactérie *E. coli* dans les cours d'eau étaient déterminées par les périodes de pâturage (Hulvey, Mellon et Kleinhesselink, 2021).

Sur les sols des prairies canadiennes, le pâturage adaptatif par parcelles – caractérisé par une très courte période de pâturage à forte densité de mise en charge, suivie d'une période de repos prolongée – est considéré comme bénéfique pour la régénération végétale et a des effets positifs sur les processus hydrologiques en augmentant l'infiltration de l'eau (Döbert *et al.*, 2021).

Une solution de pâturage optimale, qui suppose une planification minutieuse des unités d'élevage par zone en fonction des rendements herbacés attendus, doit être associée à une agriculture multifonctionnelle et à une utilisation flexible des terres (Centeri, 2022). L'utilisation de nombreuses parcelles pour chaque troupeau, conjuguée à une gestion adaptative de la mise en charge, réduit la sensibilité à la surcharge par rapport à une mise en charge fixe (Teague et Kreuter, 2020).

Élevage de précision, gestion des parcours et clôtures virtuelles

Les technologies d'élevage de précision révolutionnent la gestion des systèmes d'élevage en pâturage en offrant un suivi individualisé des animaux en temps réel et des fonctionnalités avancées de prise de décision (Aquilani *et al.*, 2022). L'élevage de précision intègre diverses technologies de suivi du bétail en temps réel, améliorant ainsi l'utilisation des pâturages et la gestion des animaux. Il s'applique aux bovins, aux ovins, aux caprins, aux porcins et à la volaille (voir l'encadré 11). Les principales contraintes liées à l'utilisation de ces technologies sont la durée de vie des batteries, la portée de transmission, la couverture du service, la capacité de stockage et l'accessibilité financière. Malgré ces contraintes, l'élevage de précision devrait avoir des effets positifs sur la conservation des pâturages, le bien-être animal et l'optimisation de la main-d'œuvre (Aquilani *et al.*, 2022). ■

ENCADRE 11 TECHNOLOGIES D'ÉLEVAGE DE PRÉCISION DANS LES SYSTÈMES D'ÉLEVAGE EN PÂTURAGE

- ▶ **Étiquettes d'identification par radiofréquences.** Chaque animal est équipé d'une étiquette d'identification par radiofréquences afin de faciliter son identification individuelle. Il est alors possible de retracer sa lignée et de suivre certains paramètres de santé spécifiques, notamment son état physique et son historique de reproduction.
- ▶ **Systèmes de positionnement mondial et accéléromètres.** Ces dispositifs permettent de suivre les déplacements des animaux et de détecter leurs éventuelles anomalies comportementales, telles qu'une activité réduite ou une agitation accrue, qui peuvent être indicatrices de problèmes de santé. Ces données sont utilisées pour optimiser l'allocation des pâturages et limiter autant que possible le surpâturage dans certaines zones.
- ▶ **Plateformes de pesée à passage direct.** Les exploitations agricoles installent des plateformes de pesée à des points stratégiques (par exemple, les abreuvoirs) pour suivre en continu le poids des bovins et des ovins. Associées à des systèmes de tri automatique, ces plateformes permettent de trier les animaux en fonction de leurs variations de poids, permettant ainsi une intervention précoce en cas de perte de poids.
- ▶ **Enclos virtuel.** Cette technologie innovante permet d'assurer la gestion des zones de pâturage sans qu'il soit nécessaire d'installer des barrières physiques. Le système utilise des signaux auditifs suivis de légers stimuli électriques afin d'apprendre aux animaux à rester dans les zones désignées. Les avancées de cette technologie ouvrent de nouvelles possibilités pour maximiser l'utilisation des pâturages tout en améliorant l'adaptabilité aux conditions changeantes des pâturages et en augmentant la précision et l'efficacité. Cependant, il est nécessaire d'approfondir encore son développement, notamment dans l'optique de réduire les coûts et d'améliorer l'efficacité pour de plus grands périmètres et un plus grand nombre d'animaux (Goliński *et al.*, 2022).
- ▶ **Télédéttection et véhicules aériens sans pilotes.** L'imagerie par satellite et les véhicules aériens sans pilote sont utilisés pour évaluer la biomasse des pâturages et estimer les disponibilités fourragères. Les données sont couplées aux schémas de déplacement des animaux afin de déterminer les taux de charge optimaux et de repérer les zones à risque de surpâturage.

SOLUTIONS TECHNIQUES POUR LES FORÊTS ET LA RESTAURATION DES TERRES DÉGRADÉES

Les forêts et les arbres, qui couvrent 31 pour cent de la surface terrestre, sont des composantes essentielles des systèmes agroalimentaires (FAO, 2022a). Cependant, leur contribution potentielle à la transformation durable des systèmes agroalimentaires reste sous-valorisée. La conservation et l'utilisation durable des forêts – sans oublier le rôle important que jouent les communautés en tant que responsables de ces forêts – sont essentielles à la sécurité alimentaire. Il a par exemple été montré que plus de 50 000 espèces sauvages étaient nécessaires à l'équilibre de près de la moitié de la population mondiale en termes de sécurité alimentaire et de moyens d'existence (Laird *et al.*, 2024). La restauration des terres dégradées et l'agroforesterie

peuvent contribuer à soutenir les systèmes agroalimentaires forestiers, généralement plus résilients face au changement climatique que les systèmes fondés sur l'agriculture conventionnelle (Ickowitz *et al.*, 2022). La mise en place de chaînes de valeur vertes et une meilleure valorisation des PFNL sont appelées à jouer un rôle important dans l'utilisation durable des forêts. La présente section met en évidence la manière dont ces éléments peuvent contribuer à la transformation des systèmes agroalimentaires et répondre aux besoins économiques, sociaux et environnementaux.

Mettre fin à la déforestation et préserver les forêts

La production agricole peut tout aussi bien favoriser la déforestation qu'en subir les conséquences négatives. L'étude par télé-déttection réalisée par la FAO dans le cadre de l'Évaluation des ressources forestières mondiales 2020 (FAO, 2022b) estime qu'entre 2000 et 2018, environ 90 pour cent de la déforestation mondiale résultait

d'une expansion agricole non durable, dont environ 50 pour cent correspondaient à l'expansion des terres cultivées et 38 pour cent au pâturage du bétail (FAO, 2022b). De plus, une analyse portant sur 230 des plus importants bassins fluviaux du monde a estimé que ceux qui avaient perdu plus de 50 pour cent de leur couvert forestier initial (en 2015) étaient menacés d'érosion, d'incendie de forêt et de stress hydrique (le risque, moyen à élevé, étant respectivement évalué à 88 pour cent, 68 pour cent et 48 pour cent), ce qui pourrait avoir des conséquences directes sur la productivité agricole (FAO, IUFRO et USDA, 2021).

Le manque de coordination entre les secteurs utilisateurs de terres a toujours freiné les efforts déployés pour trouver un équilibre entre les objectifs agricoles et ceux liés aux forêts, à l'échelle tant territoriale que nationale. Remédier à des problématiques complexes telles que la déforestation liée à l'agriculture nécessite des méthodes innovantes de planification intégrée et spatiale de l'utilisation des terres, ainsi qu'une collaboration intersectorielle entre les multiples parties prenantes. L'exemple présenté à l'encadré 12 illustre une telle approche intégrée des paysages.

Restaurer les terres dégradées

À l'échelle mondiale, la gestion et les pratiques non durables d'utilisation des terres, désignées sous le terme «dégradation des terres due à l'activité humaine», touchent 1 660 millions d'hectares (FAO, 2022c, 2024b). Plus de 60 pour cent de la dégradation des terres due à l'activité humaine concerne les terres agricoles (terres cultivées et pâturages). Cette dégradation se répercute sur les systèmes agroalimentaires et la sécurité alimentaire, ainsi que sur les moyens d'existence, principalement ceux qui dépendent directement de l'agriculture. Il existe toutefois des leviers considérables pour inverser la tendance au moyen de la restauration des forêts et des paysages, ainsi que des terres agricoles.

La restauration à grande échelle des terres agrosylvopastorales pour la petite agriculture en est un exemple. Au Sahel, par l'intermédiaire de son programme Action contre la désertification et à l'appui de l'initiative Grande muraille verte de l'Afrique, la FAO a transposé à grande échelle la récupération mécanisée de l'eau, en l'associant

à une mise à profit de plusieurs éléments de la biodiversité locale et adaptée (arbres, arbustes et herbacées) au service de l'alimentation humaine et animale ainsi que des produits non ligneux, en vue de restaurer des centaines de milliers d'hectares de systèmes agrosylvopastoraux au Burkina Faso, au Niger, au Nigéria et au Sénégal, entre autres (Sacande, Parfondry et Cicatiello, 2019). Entre 2016 et 2020, les communautés et partenaires de mise en œuvre d'Action contre la désertification dans dix pays ont collecté et planté 120 tonnes de semences de plus de 110 espèces autochtones, produisant des avantages à la fois écologiques et économiques. L'insécurité alimentaire perçue a considérablement baissé en 2020 par rapport aux observations faites en 2016, passant de 46 à 15 pour cent sur les sites de projet au Sénégal, de 69 à 58 pour cent au Niger et de 90 à 25 pour cent au Nigéria. Au Niger et au Sénégal, les communautés ont généré des revenus annuels de 40 USD/hectare grâce aux espèces fourragères (Sacande et Muir, 2022).

De plus, le succès de l'initiative de restauration des terres Grande muraille verte a été renforcé par l'utilisation de micro-organismes symbiotiques inoculés dans les semences et les semis pour améliorer la productivité des terres et la croissance des plantes (Fofana *et al.*, 2020). Une étude géospatiale a estimé entre 384 000 tonnes et 1,27 million de tonnes la contribution d'Action contre la désertification à la séquestration du carbone (soit une hausse de 2,2 à 9,3 pour cent par rapport au niveau de référence), pour une valeur médiane de 3,9 millions d'USD (2015-2020) (FAO, 2022d).

La FAO a par ailleurs mis en place des partenariats avec plusieurs pays afin de mettre en œuvre la restauration des forêts et des paysages, en vue de restaurer l'intégrité écologique des terres forestières dégradées et d'y améliorer le bien-être humain. Contrairement à la simple plantation d'arbres, la restauration des forêts et des paysages est centrée sur la revitalisation d'écosystèmes entiers, afin d'équilibrer les besoins écologiques, sociaux et économiques. Ses principes fondamentaux sont notamment la mobilisation des parties prenantes, l'adaptation au contexte local et la mise en avant de multiples avantages, tels que la conservation de la biodiversité et l'amélioration de la productivité des terres. Parmi les cas concrets de restauration des forêts et des paysages, on citera la

ENCADRÉ 12 APPLICATION DE L'APPROCHE PARTICIPATIVE ET ÉCLAIRÉE DES PAYSAGES AU NIGÉRIA

L'Approche participative et éclairée des paysages (PILA), mise au point par la FAO dans le cadre du Programme d'impact sur les systèmes alimentaires, l'exploitation et la restauration des sols du Fonds pour l'environnement mondial (septième reconstitution, FEM-7), illustre la manière dont la coordination intersectorielle peut produire des résultats concrets et résilients sur le terrain, tout en limitant la nécessité de trouver des compromis entre la conservation des forêts, la restauration des écosystèmes et la productivité agricole. Cette approche guidée, structurée et adaptée aux besoins met à profit les outils et les méthodes de pointe de la FAO au service de la gestion intégrée des paysages, dans le but de favoriser la transformation des systèmes alimentaires.

Elle offre aux pays un soutien technique intégré et une expertise dans des domaines divers, allant de la foresterie à la production végétale et animale en passant par la gestion des ressources en terres et en eau, les données géospatiales, la gouvernance axée sur la transformation, les régimes fonciers, la finance et les processus faisant intervenir de multiples parties prenantes. Toutes ces composantes fonctionnent en synergie pour relever les défis de la gestion des paysages dans le cadre d'une seule et même approche globale.

L'approche PILA est actuellement mise en œuvre dans la région du Delta au Nigéria, où la culture d'espèces végétales à forte valeur ajoutée, comme le cacao et le palmier à huile, a entraîné une grave dégradation de l'environnement, notamment la déforestation et le déclin des services écosystémiques. Afin de résoudre ces problèmes, les capacités techniques et institutionnelles des interlocuteurs nationaux au Nigéria ont été renforcées, notamment au moyen des interventions ci-après :

- **L'Outil pour l'évaluation de la performance de l'agroécologie (TAPE)**: une enquête auprès des ménages et des exploitations agricoles visant à mesurer et à suivre la performance agroécologique des systèmes agricoles au regard des multiples dimensions de la durabilité;
- **une gouvernance axée sur la transformation**, y compris en ce qui concerne les régimes fonciers et la planification intégrée de l'utilisation des terres: des outils permettant d'améliorer les cadres institutionnels et la gouvernance multipartite des paysages;
- **l'initiative sur l'économie de la restauration des écosystèmes**, qui soutient des pratiques de restauration des écosystèmes présentant un bon rapport coût-efficacité et assure un suivi de ces deux paramètres (coût et efficacité) pour les activités de restauration telles que l'agroforesterie;
- **l'approche géospatiale**: des outils soutenant l'analyse géospatiale intégrée, se fondant sur des données fiables obtenues sur le terrain et par télédétection, établissant une cartographie du potentiel de restauration et évaluant la dynamique des changements d'affectation des terres.

De plus, différents processus multipartites ont été mobilisés afin de réunir autour d'une même table de planification les divers acteurs des paysages – notamment les gouvernements, les partenaires de projet et les organisations de producteurs. Il devrait en résulter des plans de gestion intégrée des paysages plus inclusifs, mieux éclairés et adaptés aux objectifs, donnant aux parties prenantes les moyens d'assurer la gestion de leurs paysages de manière globale, durable et fondée sur le consensus.

restauration du paysage forestier de chênes-lièges de la Maâmora, ainsi que celle des paysages forestiers de cèdres de l'Atlas dans le Moyen Atlas, tous deux au Maroc (voir l'encadré 13).

Promouvoir l'agroforesterie

L'agroforesterie, terme générique désignant les pratiques de gestion des terres où des plantes ligneuses vivaces sont volontairement intégrées aux cultures agricoles et/ou à l'élevage, et où l'ensemble est géré de manière globale, constitue un bon exemple de synergie entre les arbres et l'agriculture, qu'elle soit mise en œuvre dans le cadre de la gestion des arbres au sein des exploitations agricoles ou de l'agriculture en

milieu forestier (Udawatta, Rankoth et Jose, 2019). On estime qu'environ 40 pour cent des terres agricoles dans le monde possèdent un couvert forestier supérieur à 10 pour cent et abritent un ensemble diversifié de systèmes agroforestiers qui répondent à différents objectifs de subsistance tout en contribuant aux fonctions écosystémiques (Zomer *et al.*, 2009).

En tant que système alimentaire intégré, l'agroforesterie peut potentiellement faire progresser la sécurité alimentaire mondiale en augmentant le rendement et la résilience des cultures, en améliorant les moyens d'existence, en fournissant des services écosystémiques et en luttant contre la dégradation des terres. Sur plus

ENCADRE 13 RESTAURATION DES FORÊTS ET DES PAYSAGES AU MAROC

Le Mécanisme de restauration des forêts et des paysages mis en place par la FAO a lancé un projet de restauration au Maroc, axé sur les écosystèmes de la forêt de chênes-lièges de la Maâmora, ainsi que du cèdre de l'Atlas, dans la région d'Ifrane (Moyen Atlas). L'objectif principal est de remettre en état 5 000 hectares de forêts dégradées au moyen d'un cadre participatif mobilisant activement les peuples autochtones à toutes les étapes de la planification, de la mise en œuvre et du suivi. Cette stratégie inclusive garantit que les activités de restauration sont adaptées aux besoins locaux et tirent parti des savoirs des peuples autochtones. Parmi les éléments déployés, on citera la réalisation d'évaluations de référence sur les chaînes de valeur des

produits forestiers non ligneux, l'accent étant mis en particulier sur la truffe, qui améliore les moyens d'existence durables des populations locales.

Le projet a par ailleurs des répercussions sur la stratégie du Maroc relative au climat. En 2021, il a contribué à faire réviser la contribution déterminée au niveau national, soulignant l'importance de restaurer les forêts dégradées dans le cadre des efforts nationaux de lutte contre le changement climatique. Cette révision place le secteur des forêts au premier plan de l'engagement du Maroc en faveur d'une réduction de 45,5 pour cent des émissions de gaz à effet de serre d'ici 2030.

de 2 milliards d'hectares de terres dégradées dans le monde où une action de restauration serait possible, 1,5 milliard d'hectares sont considérés comme les mieux adaptés à la restauration en mosaïque, où les forêts et les arbres sont associés à d'autres utilisations des terres, telles que l'agriculture (Minnemeyere, Laestadius et Sizer, 2011). Une autre étude a montré qu'un milliard d'hectares de terres cultivées et de zones rurales situées sur d'anciennes terres forestières bénéficieraient de l'implantation d'arbres, qui permettrait d'accroître la productivité agricole, ainsi que de la fourniture de services écosystémiques, se traduisant par exemple par une meilleure teneur des sols en nutriments et en eau et par une meilleure gestion des organismes nuisibles et des mauvaises herbes (Pumariño *et al.*, 2015).

On estime que les systèmes d'agroforesterie peuvent contenir 50 à 80 pour cent de la diversité des forêts naturelles et qu'ils pourraient présenter une richesse taxonomique moyenne 60 pour cent supérieure à celle des forêts, étant donné qu'ils abritent à la fois des espèces forestières et non forestières (Udawatta, Rankoth et Jose, 2019). Cette biodiversité plus importante comporte des espèces végétales et animales aériennes et souterraines, dont beaucoup – par exemple, les pollinisateurs, les organismes présents dans le sol et les mycorhizes – sont susceptibles d'accroître la productivité agricole (FAO, 2022e). Une méta-analyse menée au niveau mondial a montré que les agroécosystèmes

restaurés avec succès, tels que les systèmes d'agroforesterie, augmentaient la biodiversité globale des espèces de 68 pour cent en moyenne, et la fourniture de services écosystémiques de 42 pour cent (Barral *et al.*, 2015). Il a été montré que l'agroforesterie réduisait plus ou moins l'érosion du sol dans les régions tempérées, tropicales et méditerranéennes et qu'elle renforçait les marqueurs de la santé des sols, tels que l'activité microbienne, la teneur en matière organique et en humidité et la disponibilité en éléments nutritifs (Muchane *et al.*, 2020; Ngaba *et al.*, 2023). Toutefois, le potentiel des systèmes d'agroforesterie en matière d'amélioration de la régulation et de la fourniture de ces services écosystémiques dépend du contexte et de tout un éventail de facteurs, notamment le type de sol, les espèces présentes, le savoir local, les techniques et capacités de gestion, la topographie et le positionnement au sein du paysage, la disponibilité des ressources en eau et les conditions climatiques (Barrios *et al.*, 2023).

Utilisation durable des forêts et mise en place de chaînes de valeur vertes: le rôle des produits forestiers non ligneux

D'après *La Situation des forêts du monde* (FAO, 2022a), dans les pays en développement, les forêts et les arbres peuvent contribuer à générer environ 20 pour cent des revenus des ménages en milieu rural; les sous-produits forestiers fournissent quant à eux de la nourriture et une source de revenus et

garantissent une certaine diversité nutritionnelle à environ 20 pour cent de la population mondiale, en particulier aux femmes, aux enfants et autres personnes en situation de vulnérabilité. Une bonne partie de l'alimentation quotidienne des familles rurales provient directement de ces produits, qui comprennent des fruits, des tubercules, des plantes grimpantes, des champignons et des légumineuses, ainsi que des insectes et des animaux.

Il importe de souligner le rôle de l'agriculture familiale, qui constitue un système intégré dans lequel coexistent utilisation durable des forêts et récoltes de subsistance. Ainsi, il est essentiel de renforcer les chaînes de valeur et les marchés pour une consommation responsable de certains produits offrant des perspectives prometteuses, qui permettraient aux peuples autochtones d'améliorer leurs moyens d'existence, tout en donnant toute leur place aux savoirs traditionnels. L'encadré 14 présente un exemple d'approche innovante permettant de renforcer les chaînes de valeur vertes.

La faune sauvage peut aussi constituer une source non négligeable de viande de gibier. Par exemple, dans le bassin du Congo, la consommation de viande de gibier atteint 5 millions de tonnes par an et dans le bassin amazonien, jusqu'à 1,3 million de tonnes, ce qui permet de couvrir jusqu'à 80 pour cent des besoins journaliers en protéines des populations locales (FAO, 2022a). Des recherches ont montré qu'il existait une relation positive entre d'une part les forêts, les arbres et les produits issus de la faune et de la flore sauvage, et d'autre part des régimes alimentaires nutritifs et diversifiés, ce qui rend les systèmes agroalimentaires forestiers essentiels à la sécurité alimentaire (Muir *et al.*, 2020).

Toutefois, la valeur économique actuelle et future des produits forestiers non ligneux (PFNL) et leur contribution aux moyens d'existence et à la nutrition au niveau local sont passées largement inaperçues faute de données et de suivi. La prise en compte des PFNL dans les inventaires forestiers nationaux pourrait aider à comprendre leur utilisation et leur potentiel économique; à l'heure actuelle, l'obtention de données géographiquement représentatives sur les PFNL, en particulier les aliments, reste difficile (Laird *et al.*, 2024). La FAO a analysé l'évolution de la production des PFNL que sont la cire d'abeille, la viande de gibier, le

miel naturel, les fruits à coque forestiers et le caoutchouc naturel. Il en ressort que la production de fruits à coque forestiers a augmenté de 165 pour cent entre 2000 et 2022, ce qui représente la plus forte hausse au regard de tous les produits évalués (voir la figure 26; FAO, 2024c). L'amélioration de la disponibilité des données concernant d'autres PFNL, à savoir les pignons de pin, les champignons forestiers et les truffes, permet aussi de comprendre de mieux en mieux leur forte valeur marchande, qui a atteint 1,8 milliard d'USD en 2022 (FAO, 2024c). Afin de tirer pleinement parti du potentiel des PFNL, certains aspects tels que la disponibilité des ressources, les régimes fonciers, l'accès aux marchés et les pratiques culturelles doivent être pris en compte et placés au rang de priorité (Laird *et al.*, 2024). ■

SOLUTIONS TECHNIQUES POUR LA PÊCHE CONTINENTALE ET L'AQUACULTURE

La pêche continentale représente plus de 12 pour cent de la production mondiale de poisson et concerne moins de 1 pour cent de l'habitat aquatique disponible. En 2021, la pêche de capture continentale a fourni 11,4 millions de tonnes de poisson, dont 90 pour cent étaient destinées à la consommation humaine (FAO et AfDB, 2024). Plus de 20 pour cent de la production provient de pays à faible revenu et à déficit vivrier, où le poisson constitue une source essentielle de nutrition. Le poisson, qui apporte des protéines essentielles, des acides gras oméga-3, des vitamines et des minéraux essentiels à la santé humaine, offre une grande densité de nutriments biodisponibles (FAO, 2024a).

Environ 99 pour cent de la production issue de la pêche de capture continentale provient de la pêche artisanale (FAO, Université Duke et WorldFish, 2023), souvent intégrée dans des paysages agricoles tels que des réservoirs, des canaux et des rizières. Par exemple, la pêcherie du lac Tonlé Sap, au Cambodge, est l'une des pêcheries artisanales continentales les plus productives au monde. Grâce à son système de crues saisonnières, elle compte plus de 200 espèces de poissons et soutient les moyens d'existence de millions de personnes.

ENCADRE 14 DÉPLOIEMENT À GRANDE ÉCHELLE DE CHÂÎNES DE VALEUR VERTES: LE CADRE DE PRODUCTION DE PAYSAGES DURABLES

Le Cadre de production de paysages durables, mis au point dans le cadre du Programme d'impact au titre du FEM-7 sur la gestion durable des forêts – volet «gestion durable des zones arides», intègre trois piliers complémentaires, à savoir les entreprises intelligentes face au climat, le Mécanisme forêts et paysans et les écoles pratiques d'agriculture, afin de prendre en compte les dimensions sociales, environnementales et économiques interconnectées de la gestion des paysages. En mettant en avant une approche systémique, le Cadre de production de paysages durables établit un pont entre conservation des forêts, agriculture durable et développement des chaînes de valeur.

Afin de déterminer quels étaient les principaux obstacles à la résilience, le Programme d'impact sur la gestion durable des forêts – volet «gestion durable des zones arides» a mis en œuvre, dans le cadre de cinq projets nationaux, une enquête auprès des ménages reposant sur le Schéma holistique pour l'autoévaluation paysanne de la résilience climatique (SHARP+), ainsi que sur une analyse des changements de comportement. L'idée était d'évaluer les points de vulnérabilité au sein des agroécosystèmes et de mieux comprendre les pratiques et le processus de prise de décision des agriculteurs, afin de concevoir des interventions durables dans une perspective à long terme.

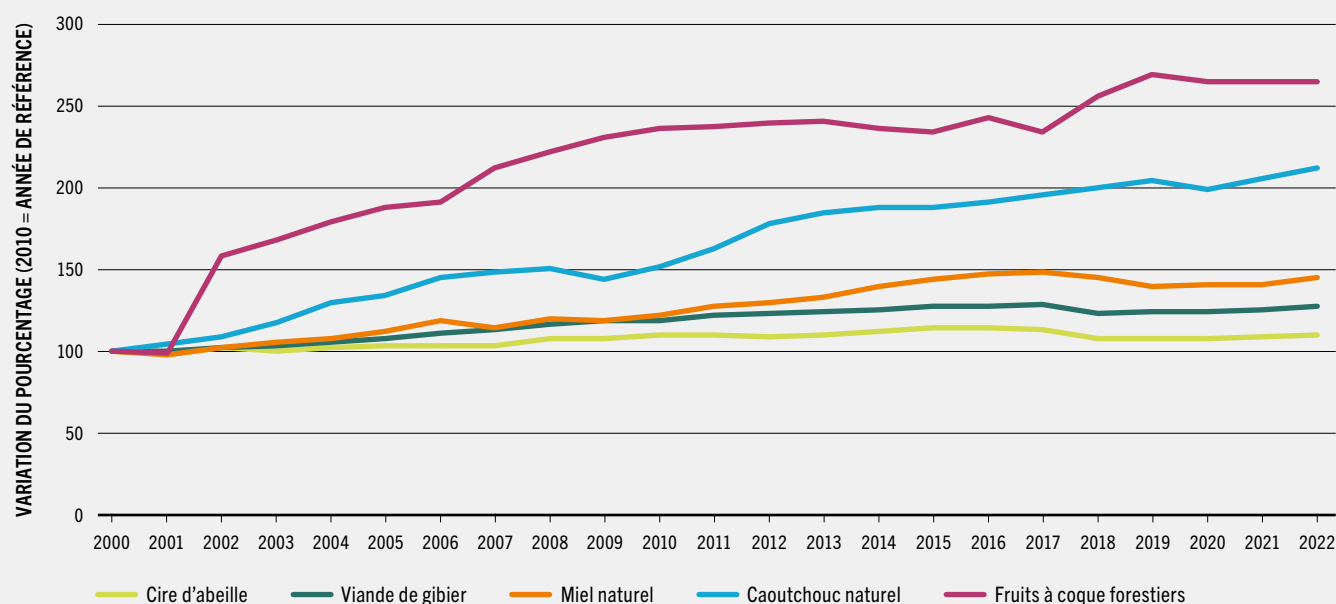
Les entreprises intelligentes face au climat améliorent la résilience en assurant la préservation des espèces cultivées et forestières adaptées aux conditions locales et résistantes à la sécheresse, en favorisant la diversité génétique et en réduisant la dépendance à l'égard des intrants externes. Le Mécanisme forêts et paysans met en place des moyens d'existence durables en renforçant les capacités des organisations de producteurs en matière de développement d'activité, ce qui permet d'obtenir des avantages économiques et sociaux tout en protégeant les écosystèmes forestiers. Les écoles pratiques d'agriculture proposent quant à elles des formations pratiques à la gestion durable des terres et des forêts qui associent

compétences techniques et apprentissage par les pairs, en vue d'autonomiser les communautés et de tirer parti des savoirs existants.

Dans le cadre du Programme d'impact sur la gestion durable des forêts – volet «gestion durable des zones arides» et de son projet de pays mis en œuvre au Malawi, le Cadre de production de paysages durables soutient le déploiement à grande échelle d'une approche intégrée des systèmes alimentaires et énergétiques, centrée sur la culture intercalaire avec le pois cajan. Cette légumineuse, tolérante à la sécheresse, offre de nombreux avantages. Ses tiges servent de combustible, réduisant la dépendance des ménages à l'égard du débardage et allégeant la pression sur les ressources forestières, tandis que ses graines permettent de renforcer la sécurité alimentaire et la nutrition. De plus, le pois cajan, qui fixe l'azote, améliore la fertilité des sols, favorisant ainsi leur santé ainsi que la productivité agricole. L'outil SHARP+ et l'analyse des changements de comportement ont révélé que 68 pour cent des agriculteurs exerçant leur activité sur le territoire étudié avaient cultivé du pois cajan au cours des 12 mois précédents. Ces agriculteurs ont indiqué qu'ils en avaient tiré certains avantages, tels qu'une augmentation de leurs revenus, une meilleure nutrition, des rendements plus élevés et une fertilité des sols accrue. Les principaux obstacles que rencontrent les producteurs de pois cajan sont le fait que le marché pour ce produit soit limité et qu'il soit difficile d'accéder à des semences de qualité (FAO, 2025b). Le Cadre de production paysagère durable crée un environnement propice à cette pratique en mobilisant: les entreprises intelligentes face au climat, en vue de conserver et de distribuer différentes variétés de pois cajan (ainsi que des plants d'arbres); les initiatives du Mécanisme forêts et paysans, en vue d'établir des relations commerciales pour les produits à base de pois cajan; et les écoles pratiques d'agriculture, en vue de dispenser des formations pratiques à la culture du pois cajan, aux cultures intercalaires et à la gestion durable des terres et des forêts.

Secteur de production alimentaire à la croissance la plus rapide, l'aquaculture offre d'importantes possibilités d'augmentation de la production d'aliments nutritifs. L'aquaculture continentale, en particulier, a connu une hausse importante, puisqu'elle représentait 62,6 pour cent de la production aquacole totale d'animaux aquatiques en 2022 (FAO, 2024a). Près de 90 pour cent la production issue de l'aquaculture continentale

provient de l'élevage de poissons d'eau douce, tels que la carpe (*Cyprinus* spp.), le tilapia du Nil (*Oreochromis* spp.) et le poisson-chat (*Pangasiidae*, *Clariidae*). L'Asie, en particulier la Chine et les pays d'Asie du Sud et du Sud-Est, domine la production aquacole, représentant plus de 91 pour cent de l'aquaculture continentale mondiale.

FIGURE 26 ÉVOLUTION DE LA PRODUCTION DE CINQ PRODUITS FORESTIERS NON LIGNEUX, 2000-2022

SOURCES: FAO. 2024. *La Situation des forêts du monde 2024 – Innovations dans le secteur forestier pour un avenir plus durable*. Rome. <https://doi.org/10.4060/cd1211fr>; FAO. 2023. FAOSTAT: Cultures et produits animaux. [Consulté le 29 décembre 2023]. www.fao.org/faostat/fr/#data/QCL. Licence: CC BY-4.0.

<https://doi.org/10.4060/cd1211en-fig03>

Promouvoir une approche écosystémique de la pêche continentale et de l'aquaculture

La FAO promeut l'approche écosystémique des pêches (AEP) et l'approche écosystémique de l'aquaculture (AEA) (FAO, 2019, 2021). Ces approches visent à gérer les ressources aquatiques de manière durable et mettent l'accent sur l'équilibre entre bien-être écologique, bien-être humain et bonne gouvernance. L'AEP et l'AEA encouragent toutes deux la gestion adaptative, la participation des parties prenantes et le principe de précaution pour faire face aux incertitudes et aux risques environnementaux. Elles prévoient l'élaboration de plans de gestion qui tiennent compte des enjeux liés au bien-être écologique et humain. Ces plans portent généralement sur un éventail d'espèces, poursuivent des objectifs multiples, traitent les problèmes à des échelles

spatiales et temporelles appropriées, mettent à profit aussi bien les connaissances scientifiques que les savoirs traditionnels et prennent en compte les interactions entre la pêche continentale et les autres secteurs (FAO, 2019).

Les Directives volontaires visant à assurer la durabilité de la pêche artisanale dans le contexte de la sécurité alimentaire et de l'éradication de la pauvreté (Directives PAD) (FAO, 2015) mettent en avant le rôle de la pêche artisanale et insistent sur la nécessité de disposer d'un accès équitable aux ressources, de droits fonciers sûrs et de systèmes de gouvernance garantissant la durabilité de la pêche artisanale. Le régime foncier est aussi un élément clé de cadres plus larges, tels que les Directives volontaires pour une gouvernance responsable des régimes fonciers applicables aux terres, aux pêches et aux forêts dans le contexte de la sécurité alimentaire nationale (FAO, 2022f).

Avec la prise en compte des pêcheurs et de la gestion des pêches dans les Directives volontaires pour une gouvernance responsable des régimes fonciers applicables aux terres, aux pêches et aux forêts dans le contexte de la sécurité alimentaire nationale, les pêcheurs artisanaux sont de plus en plus reconnus comme des acteurs légitimes de la gestion des ressources naturelles communes, ce qui améliore l'équité, la cohérence et la durabilité dans des secteurs tels que ceux qui mobilisent les ressources en terres et en eau (voir l'encadré 15).

Les Directives pour une aquaculture durable fournissent un cadre global afin de relever les défis liés à la croissance rapide de l'aquaculture et à son incidence sur l'environnement et la société (FAO, 2024d). Les principaux domaines qu'elle aborde sont notamment la gestion durable des ressources, la conservation de la biodiversité et la responsabilité sociale, l'accent étant mis sur la promotion du travail décent, de l'égalité entre les sexes et de l'autonomisation des jeunes. Les Directives mettent aussi l'accent sur l'utilisation et la réutilisation efficaces de l'eau, en recommandant des pratiques telles que le recyclage de l'eau et la récupération des nutriments afin de limiter la consommation, la réduction de la pollution et l'amélioration de la durabilité des écosystèmes aquatiques (voir l'encadré 16).

Intégrer la pêche et l'aquaculture dans la gestion de l'eau et des terres

La pêche continentale et l'aquaculture sont fortement soumises à la concurrence pour les ressources en eau et en terres. Les zones humides, les plaines inondables et les petits plans d'eau, qui comptent parmi les environnements les plus productifs pour la pêche continentale, sont aussi les plus vulnérables face à l'expansion agricole, aux prélèvements d'eau, au drainage et aux infrastructures hydriques. Par exemple, l'eau stockée dans des réservoirs aux fins de l'irrigation et de la production hydroélectrique peut fragmenter les réseaux fluviaux, perturbant ainsi la migration et les cycles de reproduction des poissons. De même, la canalisation des rivières et le drainage des zones humides à des fins agricoles réduisent considérablement l'habitat des poissons.

Il importe donc d'intégrer davantage la pêche dans la planification des systèmes d'irrigation. Les

systèmes d'irrigation, traditionnellement destinés à l'agriculture, peuvent servir la production piscicole sans compromettre le rendement des cultures (Gregory, Funge-Smith et Baumgartner, 2018; encadré 17).

La pêche en plaine inondable est aussi dotée d'un fort potentiel d'augmentation de la production piscicole, notamment lorsqu'elle est gérée efficacement, de concert avec l'agriculture. Certaines techniques, par exemple le creusement de canaux et la mise en place de digues, en vue de relier les rivières aux plaines inondables adjacentes, permettent aux poissons de migrer et de frayer pendant les saisons de crue. Il est par ailleurs nécessaire, dans les secteurs de la gestion des terres et de l'eau, de reconnaître l'importance de la connectivité et des régimes d'écoulement naturels, tels que les poussées de crue. Ces poussées, qui permettent la dilatation et la contraction saisonnières des rivières, sont essentielles à la reproduction des poissons et à la connectivité des habitats. Sans cette variabilité naturelle, les espèces de poissons se trouvent en difficulté et leurs populations déclinent, même si la qualité de l'eau est maintenue.

Il est indispensable d'améliorer la connectivité au sein des infrastructures d'irrigation si l'on veut favoriser une pêche durable. Les obstacles que constituent par exemple les barrages et les déversoirs entravent souvent les déplacements des poissons, réduisant ainsi la disponibilité de leurs habitats. Il est toutefois possible d'alléger ces difficultés en modifiant les infrastructures d'irrigation, par exemple en mettant en place des structures spécialement prévues pour les poissons, comme des passes à poissons (Gregory, Funge-Smith et Baumgartner, 2018).

Restaurer les écosystèmes de zones humides dégradés

La restauration des écosystèmes de zones humides dégradés, que sont par exemple les lacs d'eau douce et les plaines inondables, peut jouer un rôle essentiel à l'appui de la pêche continentale et s'agissant d'améliorer les services écosystémiques. Il est essentiel de restaurer les habitats piscicoles dans les paysages modifiés, tels que les réservoirs et les canaux d'irrigation, pour assurer la durabilité de la production piscicole (Coates, 2023).

ENCADRE 15 PLAN D'ACTION NATIONAL POUR UNE PÊCHE ARTISANALE DURABLE EN OUGANDA

En Ouganda, le Plan d'action national pour une pêche artisanale durable (PAN-PAD) a été lancé en août 2023 afin de mettre en œuvre les Directives PAD. La pêche artisanale continentale, qui fournit de la nourriture à 15 millions de personnes et des moyens d'existence à 5,3 millions de personnes, joue un rôle essentiel dans l'économie ougandaise. Le PAN-PAD vise à accroître la visibilité et l'autonomisation des pêcheurs artisanaux en reconnaissant leurs droits humains, en organisant les systèmes de gouvernance, en favorisant le développement socioéconomique et en assurant la gestion de la santé des habitats des poissons. Parmi ses objectifs, il s'agit d'assurer la gestion des habitats des poissons en remédiant au problème des changements d'affectation des terres et en contrôlant la pollution et les espèces envahissantes

(Ministère de l'agriculture, de l'élevage et de la pêche de l'Ouganda, 2023).

Afin de garantir une pêche durable, le PAN-PAD insiste sur l'importance de tirer parti du potentiel de productivité des lacs, de maintenir et d'accroître la production halieutique et de fournir des services de soutien essentiels, tels qu'une action de renforcement des capacités et des infrastructures. Il a pour objectif de réglementer la pêche, de réduire les activités illégales et d'améliorer les systèmes de marché, tout en luttant contre les effets du changement climatique. Le PAN-PAD s'inscrit dans l'alignement du programme de développement de l'Ouganda et contribue à des objectifs clés tels que la sécurité alimentaire, la réduction de la pauvreté et la gestion durable des pêches, au moyen d'une stratégie de mise en œuvre quinquennale.

ENCADRE 16 INNOVATION DANS LE DOMAINE DE L'AQUACULTURE CONTINENTALE

Les innovations méthodologiques et technologiques ont modifié la manière de pratiquer l'aquaculture continentale dans de nombreux pays (FAO, 2024a). Les bassins terrestres restent la méthode la plus répandue pour élever des poissons. Les innovations dans le domaine de l'aquaculture en étang visent à améliorer la productivité et à réduire l'impact environnemental. Les systèmes de bassins couloirs, de plus en plus utilisés en Chine et dans d'autres pays

asiatiques, confinent les poissons dans des «couloirs» situés dans une petite partie du bassin, ce qui permet de doubler, voire de tripler, la production par rapport aux systèmes en bassin traditionnels. Parmi les autres exemples d'innovation, on citera le traitement des eaux usées des fermes aquacoles en grappe, où des zones humides artificielles sont utilisées comme filtres pour le recyclage de l'eau.

ENCADRE 17 INTÉGRATION DE LA PÊCHE AUX SYSTÈMES D'IRRIGATION À KIRINDI OYA (SRI LANKA)

Le projet d'irrigation de Kirindi Oya, à Sri Lanka, est un exemple d'intégration réussie de la pêche dans les systèmes d'irrigation. Initialement mis en place à des fins agricoles, les grands réservoirs du système ont été modifiés afin de retenir davantage d'eau pendant des périodes prolongées, ce qui a permis d'accroître la production piscicole. Ces réservoirs servent désormais d'habitat pour les poissons, ce qui dynamise la pêche locale et contribue à la sécurité alimentaire. De plus, les systèmes de stockage sont de plus en plus utilisés pour

l'empoissonnement dans le cadre de la pêche fondée sur l'élevage, améliorant ainsi la sécurité alimentaire des communautés locales. L'évolution des pratiques en matière de rétention d'eau a permis de créer une source de revenus durable pour les communautés locales, illustrant le fait qu'il peut suffire d'opérer des changements simples dans la gestion de l'irrigation pour produire des effets positifs importants tant sur l'agriculture que sur la pêche (Gregory, Funge-Smith et Baumgartner, 2018).

Non seulement les solutions écosystémiques, telles que le rétablissement des écoulements hydriques naturels et la restauration des habitats riverains, stimulent la production piscicole, mais elles offrent par ailleurs des effets positifs plus vastes, tels qu'une protection contre les inondations et l'amélioration de la qualité de l'eau. Dans les plaines inondables d'Afrique et d'Asie, les initiatives de restauration ont permis d'accroître les stocks de poissons et la productivité agricole, créant une situation avantageuse pour les deux secteurs (Coates *et al.*, 2025).

Les Directives volontaires visant à assurer la durabilité de la pêche artisanale dans le contexte de la sécurité alimentaire et de l'éradication de la pauvreté préconisent la restauration des écosystèmes comme un moyen de sécuriser les moyens d'existence des petits pêcheurs tout en favorisant la conservation de la biodiversité. L'intégration de ces approches aux stratégies nationales et régionales de gestion des ressources en terres et en eau pourrait permettre d'assurer la pérennité des pêches, malgré les pressions croissantes concernant le climat et le développement (Coates, 2023). ■

VERS DES SOLUTIONS INTÉGRÉES

Le présent chapitre fait ressortir l'interdépendance entre la gestion durable des ressources en terres et en eau, ainsi que des ressources forestières et aquatiques, et met en lumière les solutions techniques complémentaires proposées pour chaque secteur. Ensemble, ces stratégies permettent de faire face aux enjeux de la pénurie d'eau, de la dégradation des sols, de la déforestation et de la perte de biodiversité. En intégrant des solutions sectorielles, la FAO prône une approche globale de la gestion des ressources, qui s'inscrit dans la droite ligne du cadre cohérent de l'Organisation visant à transformer les systèmes agroalimentaires en vue d'une amélioration de la production, de la nutrition, de l'environnement et des conditions de vie, sans que personne ne soit laissé de côté.

Les pratiques de production végétale et de foresterie intégrées améliorent la santé des sols et restaurent les paysages dégradés,

deux éléments essentiels pour garantir à long terme la productivité des terres et l'adaptation de celles-ci face au changement climatique. En agriculture pluviale, l'accent mis sur les amendements organiques, la diversification des cultures et le travail de conservation du sol appuie directement les efforts de restauration des forêts en favorisant un état du sol qui stabilise et enrichit les paysages environnants. Les systèmes agroforestiers, reconnus pour leur résilience et leur riche biodiversité, complètent ces pratiques en offrant des avantages à long terme pour les sols, tels qu'une meilleure rétention de l'humidité et une meilleure séquestration du carbone dans le sol. Conjuguées, ces approches établissent des pratiques d'utilisation des terres qui se renforcent mutuellement et favorisent tant l'atténuation des effets du changement climatique que la résilience des écosystèmes.

Le pâturage tournant et l'amélioration des fourrages s'inscrivent dans la droite ligne des stratégies écosystémiques plus globales et favorisent la santé des systèmes d'élevage ainsi que de l'environnement naturel. Intégrer des pratiques d'agroforesterie au sein des pâturages peut permettre d'apporter de l'ombre et d'améliorer la qualité du fourrage ainsi que la santé des sols, tandis que le pâturage tournant maintient les prairies en état productif, ce qui prévient l'érosion des sols et la perte de biodiversité. En encourageant l'inclusion stratégique d'arbres dans les prairies, ces pratiques complémentaires favorisent la résilience face aux phénomènes climatiques extrêmes, aident à gérer l'érosion et renforcent la fixation du carbone dans les écosystèmes des pâturages.

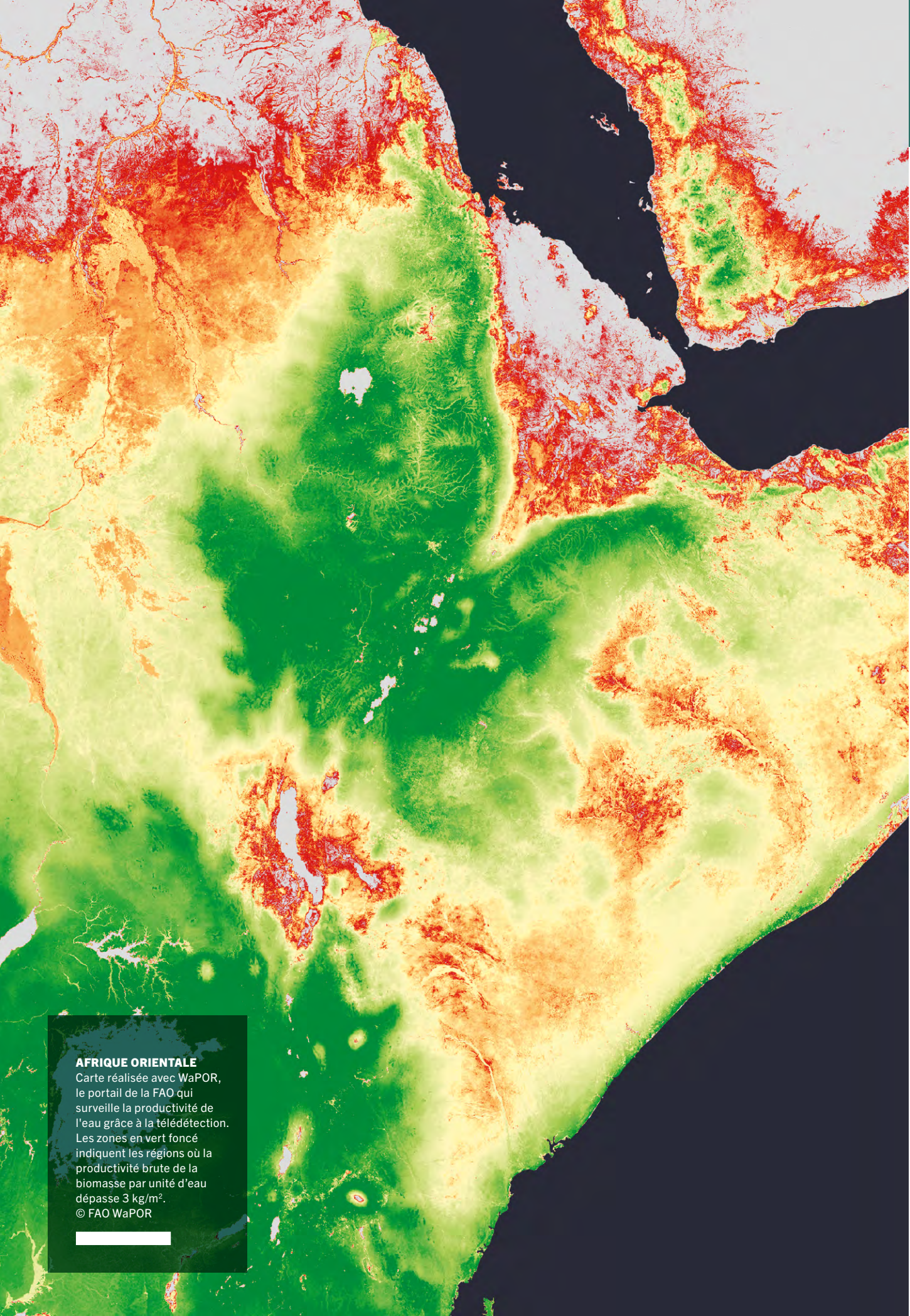
Les solutions techniques dans les domaines de l'irrigation et de la pêche continentale illustrent la manière dont on peut gérer les ressources en eau de façon conjointe afin de soutenir l'agriculture et la pêche, en portant la production alimentaire à son maximum, tout en préservant l'eau. Faire en sorte que l'eau à usage agricole soit envisagée et gérée dans la perspective d'usages multiples – eau potable, industries, élevage et pêche – peut accroître la productivité sociale et économique de l'eau au sein des systèmes de gestion des eaux (Jepson, Stellbauer et Thomson, 2023). Les étangs agricoles multifonctionnels peuvent constituer une réserve d'eau destinée à l'irrigation et aux usages

domestiques et être utilisés pour la pisciculture. Penser l'agriculture et l'aquaculture au sein d'un système intégré offre un moyen de recycler l'eau et les nutriments et d'augmenter les revenus. La riziculture est sous-valorisée, sauf lorsque sa multifonctionnalité est mise à profit. En intégrant des infrastructures d'irrigation respectueuses des poissons, les systèmes d'irrigation peuvent renforcer la biodiversité aquatique et la sécurité alimentaire sans que la productivité agricole en pâtisse.

Dans tous ces secteurs, l'adoption de solutions techniques nécessite la participation des communautés, des solutions fondées sur les données et des pratiques adaptatives qui prennent en compte les dimensions tant environnementales que sociales de la gestion des ressources. La participation des communautés locales à la modernisation de l'irrigation, notamment en ce qui concerne le suivi et la gestion, l'illustre bien: elle s'est révélée essentielle pour obtenir des résultats à long terme. La prise de décision fondée sur les données et la participation des communautés, afin que les interventions

soient adaptées aux besoins locaux, sont mises en avant par les Directives PAD, qui prônent une pêche durable dont la gestion soit assurée par les communautés. Mobilisées ensemble, ces technologies et pratiques centrées sur les communautés créent un cadre dans lequel l'utilisation durable des ressources est adaptée à des paysages spécifiques et renforce la résilience des communautés face au changement climatique.

En présentant un vaste éventail de solutions techniques, qu'il s'agit souvent de déployer en synergie les unes avec les autres, ce chapitre propose un modèle unifié de gestion durable des ressources en terres et en eau, ainsi que des ressources forestières et aquatiques, qui prenne en compte les multiples aspects de la sécurité alimentaire, de la résilience climatique et de la durabilité environnementale. Les stratégies complémentaires présentées ici offrent une feuille de route aux décideurs souhaitant concilier production alimentaire et santé des écosystèmes et montre que des pratiques de gestion intégrée sont essentielles à l'édification de systèmes alimentaires résilients, durables et équitables. ■

A map of Eastern Africa and the surrounding Indian Ocean. The map is color-coded to show biomass productivity: dark green indicates areas where productivity exceeds 3 kg/m², while yellow, orange, and red indicate lower productivity levels. The map shows the coastline of East Africa, including the Red Sea, the Gulf of Aden, and the Indian Ocean. Major river systems like the Nile and the Congo are visible. The map is oriented with North at the top.

AFRIQUE ORIENTALE

Carte réalisée avec WaPOR,
le portail de la FAO qui
surveille la productivité de
l'eau grâce à la télédétection.
Les zones en vert foncé
indiquent les régions où la
productivité brute de la
biomasse par unité d'eau
dépasse 3 kg/m².
© FAO WaPOR



CHAPITRE 5

UN ENVIRONNEMENT FAVORABLE À DES SOLUTIONS DURABLES

MESSAGES CLÉS

→ Des solutions durables et intégrées sont nécessaires pour faire face aux crises touchant l'alimentation, le climat, les ressources en terres, en sols et en eau, ainsi que la biodiversité. Cela a été confirmé récemment dans différents cadres internationaux, par divers appels à l'action ainsi que par la définition de cibles et d'engagements visant à accélérer la réalisation des objectifs de développement durable (ODD). Des solutions intégrées de gestion des terres, des sols et de l'eau offrent aux pays un cadre favorable pour renforcer leurs actions visant à résoudre des crises interconnectées de manière globale.

→ Les trois conventions de Rio (la Convention sur la diversité biologique, la Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification et la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques) et les résolutions et décisions qui en découlent mettent en avant le rôle des systèmes agroalimentaires s'agissant de faire face à ces trois défis interconnectés: assurer la sécurité alimentaire et la nutrition d'une population mondiale en expansion; soutenir les moyens d'existence de centaines de millions d'agriculteurs et autres acteurs de la chaîne d'approvisionnement alimentaire; et atteindre ces objectifs tout en favorisant une gestion durable des ressources naturelles (terres, sols et eau) dont dépendent la durabilité et la diversité de la production alimentaire et des moyens de subsistance.

→ Une approche axée sur les systèmes agroalimentaires est essentielle, comme le reflètent les différentes méthodes et les différents outils utilisés. L'approche agroécologique est axée sur la protection du socle écosystémique dont dépend l'agriculture, et l'approche axée sur les systèmes agroalimentaires vise à atteindre l'ensemble des ODD.

→ Il est nécessaire d'assurer une certaine cohérence entre les politiques sectorielles si l'on veut porter à leur

maximum les bénéfices liés à la gestion des terres et de l'eau et résoudre la question des chevauchements et des concessions à faire entre des objectifs concurrents ou antagonistes.

→ Une planification intégrée de l'utilisation des terres est fondamentale pour traduire les approches systémiques et intégrées de manière concrète sur le terrain. De plus, il convient de renforcer les institutions et les cadres réglementaires et de garantir la durabilité des investissements et des financements.

→ Une planification intégrée de l'utilisation des terres permet de prendre des décisions éclairées à différents niveaux afin de répondre à des demandes croissantes et concurrentes. Un processus de planification intégrée fondé sur des données factuelles est essentiel si l'on veut prendre en compte les besoins et les points de vue des différents secteurs et des différentes parties prenantes, compte tenu des nouvelles possibilités qui se font jour d'accroître la production de manière durable. Les neuf étapes détaillées dans les directives pour la planification intégrée de l'utilisation des terres (FAO, à paraître) visent à faciliter ce processus.

→ Une approche intégrée du paysage et de la planification de l'utilisation des terres est indispensable. Les interventions sur le terrain peuvent être définies en coopération avec les parties prenantes qui bénéficient de l'utilisation des ressources en terres et en eau, ou qui en subissent les conséquences. L'idée est de faire en sorte que les besoins des utilisateurs des terres et des parties prenantes concernées soient pleinement pris en compte et que les outils nécessaires soient en place pour étayer les décisions prises, du niveau national au niveau local, en matière d'utilisation des terres, tout en remédiant aux asymétries de pouvoir et en assurant l'inclusivité en mettant en avant une gouvernance responsable.

- La gestion intégrée des ressources en eau est recommandée pour optimiser l'allocation des ressources spatiales et temporelles et l'utilisation des ressources en eau. Elle est essentielle dans la mesure où l'agriculture représente plus de 70 pour cent des prélèvements d'eau douce mondiaux. Il convient de répondre à différents besoins, en prenant en considération des critères de quantité, de qualité et de moment opportun. En outre, la gestion intégrée des ressources en eau devrait aller de pair avec la planification intégrée de l'utilisation des terres. Les compromis nécessaires seront trouvés par les institutions et les parties prenantes compétentes aux échelles qui conviennent, par exemple à celle des bassins hydrographiques ou fluviaux, au niveau national, régional ou international.
- L'approche axée sur le nexus eau-énergie-alimentation-écosystèmes (nexus WEFE) reconnaît l'interdépendance entre les systèmes constitués par l'eau, l'énergie et l'alimentation et leurs incidences sur les écosystèmes. Le nexus WEFE renforce la résilience, maximise les synergies et favorise la participation des parties prenantes ainsi que la durabilité des systèmes agroalimentaires.
- Des capacités institutionnelles et des systèmes intégrés en matière de données, d'information, de sciences et de technologies doivent être mis en place et renforcés afin de permettre une gestion durable et intégrée des terres, des sols et de l'eau, et d'éclairer des politiques utiles et cohérentes.
- Les politiques de développement rural doivent prendre en compte la gestion efficace et durable des ressources naturelles, renforçant ainsi la résilience ainsi que la diversification des systèmes de production. Une économie rurale résiliente est essentielle, et les politiques doivent viser à concilier des objectifs, demandes et utilisations des terres divergents.
- Les régimes fonciers, en ce qui concerne la gestion des terres et de l'eau, ignorent souvent les petits exploitants et les groupes vulnérables, ainsi que leurs prétentions légitimes à accéder à ces ressources. Ouvrir l'accès aux petits exploitants et aux groupes vulnérables offre le potentiel d'accroître la productivité, de protéger les ressources et de contribuer à un développement rural inclusif.

- Les données et informations sont essentielles pour assurer la gestion durable et productive des terres et de l'eau. L'essor rapide des technologies de l'information et de la communication, y compris de la télédétection, offre de nouvelles possibilités à l'appui de la gestion des terres et de l'eau. Des efforts doivent être déployés pour faire en sorte que les bonnes informations parviennent aux différents décideurs à tous les niveaux et en temps voulu.
- Les cadres réglementaires sont indispensables pour créer un environnement plus propice à la clarification des droits d'utilisation des terres et de l'eau, ainsi qu'à l'appui d'une gestion durable des ressources naturelles et, par voie de conséquence, de l'investissement public et privé. Trop souvent, une réglementation environnementale peu claire, qui plus est faiblement mise en application, accentue les difficultés déjà présentes. Des politiques plus solides pour promouvoir une gestion durable des terres, des sols et de l'eau doivent définir clairement les droits relatifs à l'utilisation des terres et de l'eau, et comporter des mesures incitatives en faveur des pratiques durables, ainsi que des mesures dissuasives vis-à-vis des pratiques non durables.
- La plupart des investissements agricoles traditionnels ne parviennent pas à prendre la pleine mesure des coûts et bénéfices environnementaux et sociaux de la production agricole. Des instruments d'investissement public et privé qui augmentent la productivité agricole, contribuent à un développement inclusif et préservent les ressources naturelles doivent être mis au point et utilisés; parallèlement, les aides et subventions néfastes devraient être réduites et réaffectées. Des investissements durables nécessitent une coopération coordonnée entre le secteur public et les secteurs financier et privé.
- Les agriculteurs, en particulier dans les régions en développement, n'ont souvent pas suffisamment accès aux technologies, aux informations et aux compétences nécessaires pour mettre en œuvre des pratiques durables. Ce déficit de connaissances empêche l'adoption d'approches et de techniques innovantes et durables de gestion des terres et de l'eau. Les programmes de formation et de vulgarisation axés sur les agriculteurs doivent être institutionnalisés et mettre à profit les technologies de communication modernes en vue de promouvoir l'adoption de pratiques durables qui renforcent la résilience, tout en assurant l'amélioration globale de la situation socioéconomique des agriculteurs.

→ Il est nécessaire de considérer les agriculteurs comme des acteurs du changement. Il convient de renforcer leur participation et de faire en sorte qu'ils prennent part à la conception des solutions locales, ainsi que de soutenir leur contribution réelle au dialogue sur les politiques à tous les niveaux.

→ Des partenariats doivent être noués à différents niveaux – local, national, régional et international – afin d'éviter les doubles emplois et de multiplier les synergies et complémentarités.

Les chapitres précédents donnent des informations sur le potentiel en matière d'augmentation de la production et appellent à renforcer les conditions favorables en vue de mettre en pratique les solutions envisagées. Jusqu'ici, le rapport a montré comment, au cours des dernières décennies, l'agriculture a répondu à la demande, en rapide augmentation, de denrées alimentaires et de produits agricoles. Il a aussi fait ressortir combien le coût correspondant, tant sur le plan environnemental qu'en termes de résilience et d'inclusivité, a été élevé. Dégénération des terres, appauvrissement de la biodiversité, hausse du stress hydrique et de la contribution de l'agriculture aux émissions de gaz à effet de serre menacent les systèmes de production, tandis que la concurrence de plus en plus forte pour les ressources en terres et en eau a touché de manière disproportionnée les populations les plus vulnérables, qui dépendent de ces ressources pour assurer leur sécurité alimentaire et leurs moyens d'existence (Meybeck *et al.*, 2024).

La **chapitre 4** a présenté quelques exemples de solutions techniques, en montrant comment elles sont mises en œuvre dans différents contextes, pour une gestion plus durable et plus inclusive des ressources en terres et en eau, tout en permettant d'assurer une production alimentaire suffisante. Si de telles solutions doivent être adoptées à long terme par des milliards d'utilisateurs des terres et des eaux partout dans le monde, y compris les agriculteurs, éleveurs, pêcheurs et habitants des forêts, toute une série de conditions favorables doivent être réunies et mises en œuvre sur le plan opérationnel.

La transition vers une gestion durable des terres et des eaux exige des efforts coordonnés des gouvernements, des institutions financières et

du secteur privé pour apporter aux agriculteurs l'appui dont ils ont besoin. En tirant parti des facteurs clés pour lever les obstacles à la mise en œuvre, il est possible de transposer à plus grande échelle les interventions susceptibles non seulement d'accroître la productivité agricole, mais aussi de préserver les ressources naturelles dont dépendent les générations futures. La voie vers un avenir durable est à tracer en rendant possible un environnement favorable qui soutienne une action intégrée, inclusive et tournée vers l'avenir en ce qui concerne les ressources en terres, en sols et en eau.

Les sections ci-après passent en revue quelques-uns des facteurs majeurs qui permettront d'y parvenir. Ceux-ci sont regroupés par catégories: leviers (approches intégrées offrant les fondations techniques nécessaires au développement et à la gestion des systèmes agroalimentaires) et éléments catalyseurs (qui permettront de transposer à plus grande échelle les pratiques de gestion durable des ressources en terres et en eau).

LEVIERS: APPROCHES INTÉGRÉES

Les approches intégrées définissent une ligne à suivre pour une gestion efficace, pratique et cohérente des interactions entre les différentes composantes d'un système. Elles proposent des processus qui visent à limiter autant que possible tout effet négatif et à porter à leur maximum les bénéfices escomptés sur les plans social, économique et environnemental. Dans les systèmes agroalimentaires, les approches intégrées prennent en compte les différentes facettes de l'agriculture, étant donné qu'elles sont toutes liées entre elles. Les sections ci-après expliquent tout l'intérêt d'une approche systémique. Elles couvrent les interactions concernant les terres, les sols, l'eau, l'agroécologie et l'énergie, entre autres, et mettent en lumière combien il importe de prendre en compte les besoins des agriculteurs et des autres parties prenantes.

Levier 1: planification intégrée de l'utilisation des terres

L'augmentation constante de la demande de denrées alimentaires, d'aliments pour animaux et de fibres, ainsi que les demandes concurrentes

liées à l'urbanisation et à d'autres secteurs économiques, exercent une pression croissante sur les ressources en terres et en eau. L'utilisation des terres est fonction de quatre domaines thématiques interconnectés: les paysages, les marchés, les normes sociales et la législation. Chacune de ces quatre sphères interagit avec toutes les autres pour générer un modèle particulier d'utilisation des terres dans un territoire ou un paysage donné. Afin de mettre en œuvre les changements nécessaires ou souhaitables dans l'utilisation des terres, la planification doit donc prévoir les changements qui devront être apportés dans une ou plusieurs des sphères qui interagissent pour former le modèle d'utilisation des terres. Un processus de planification intégrée fondé sur des données factuelles est essentiel, et doit s'appuyer sur des pratiques et des outils adaptés qui tiennent compte des besoins et des points de vue des différents secteurs et parties prenantes, des occasions qui se présentent et des défis à relever.

Les systèmes et outils d'évaluation des terres aident à mieux adapter l'utilisation des terres à son potentiel de durabilité, de manière à réduire la quantité de terres requises pour répondre aux besoins humains, limiter la dégradation des terres et restaurer les terres déjà dégradées avec un bon rapport coût-efficacité (PNUE, 2016).

La planification intégrée de l'utilisation des terres et la planification territoriale intégrée offrent une suite d'outils permettant de trouver l'équilibre entre les demandes concurrentes pour l'utilisation des terres et d'allouer les ressources en les répartissant entre des usagers, des secteurs et des juridictions multiples, le long d'un continuum urbain-rural donné (CLD, 2023). Le terme «intégrée» renvoie aux tendances récentes en matière de planification de l'utilisation des terres: optimisation de l'utilisation des terres et de l'eau à différentes échelles de planification, participation et consultation des parties prenantes, soutien technique pluridisciplinaire, coordination avec de multiples secteurs à différents niveaux de prise de décision et utilisation de nombreux outils. Les approches modernes de la planification intégrée de l'utilisation des terres sont fondées sur les principes de décentralisation et de participation, où les premiers usagers des terres, tels que les agriculteurs, les éleveurs, les pêcheurs ou les habitants des forêts, prennent une part

légitime au processus de planification, aux côtés des acteurs qui utilisent les terres à différentes fins (établissements, sources d'énergie, industrie, ressources minérales, loisirs et tourisme, par exemple). Une importance croissante est accordée à l'inclusivité, les besoins particuliers des femmes et des hommes, ainsi que des personnes vulnérables et marginalisées, appartenant à différents groupes socioéconomiques et ethniques, étant de plus en plus pris en compte (voir l'encadré 18).

La planification intégrée de l'utilisation des terres s'appuie sur des approches participatives qui donnent aux parties prenantes les moyens d'analyser une situation donnée, de proposer les changements nécessaires, puis de mettre au point une stratégie arrêtée. Les utilisateurs des terres doivent donc jouer un rôle central, car leur connaissance profonde et leur expérience solide du territoire les rendent les mieux à même d'exprimer leurs besoins et leurs souhaits en matière de changement (voir l'encadré 19) (Ziadat *et al.*, 2022).

La planification intégrée de l'utilisation des terres prend en considération les thématiques ci-après: changement climatique, neutralité en termes de dégradation des terres et restauration, conservation et utilisation durable de la biodiversité, urbanisation, agriculture périurbaine et urbaine, gouvernance, régime foncier des terres et des eaux, et droits des femmes et des peuples autochtones. La FAO s'emploie actuellement à actualiser les neuf étapes des Directives pour la planification intégrée de l'utilisation des terres (voir le tableau 11 et la figure 27).

Levier 2: gestion intégrée des paysages

La gestion intégrée des paysages constitue le fondement de la gestion des ressources naturelles; il consiste à assurer la gestion de la base de ressources naturelles et des services écosystémiques au moyen d'un processus coordonné entre les différentes parties prenantes et les différents secteurs concernés, en vue de répondre à tout l'éventail de besoins sociaux, à court comme à moyen terme (FAO, 2017a).

Diverses approches de la gestion des paysages ont été mises au point à partir de différents points d'entrée, mais toujours dans le but d'obtenir plusieurs résultats simultanément.

ENCADRE 18 PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES DE LA PLANIFICATION INTÉGRÉE DE L'UTILISATION DES TERRES

- Vise à améliorer la durabilité de l'utilisation et de la gestion des terres avec la pleine participation des parties prenantes.
- Évalue les conditions biophysiques, socioéconomiques et juridiques qui prévalent, sur la base de connaissances pluridisciplinaires, multisectorielles et locales, afin d'optimiser

l'utilisation des terres dans les différentes parties du paysage.

- Constitue une approche de la planification qui prend en compte le fait que chaque situation est unique et exige ses propres solutions.
- Aboutit à un résultat négocié qui doit être mis en œuvre, évalué et suivi.

SOURCE: Ziadat, F., Berkati, O., Ouchna, R., Touami, M., Fetsi, T. Harari, N., Mekdaschi Studer, R. et Schlingloff, S. 2022. Participatory land resources planning to promote sustainable landscape management in rainfed areas – Morocco. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 6. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.848043>

ENCADRE 19 MAROC: ÉLABORATION D'UN PACTE DE PLANIFICATION DU TERRITOIRE DANS LA RÉGION DE SOUSS-MASSA

Au Maroc, des analyses ont été menées pour évaluer le type, le degré et la gravité des «points chauds» de dégradation des terres, ainsi que des «zones préservées», à l'aide des outils de l'évaluation de la dégradation des terres dans les zones arides de la FAO et de l'Étude mondiale des approches et des technologies de conservation. Ces analyses ont aidé à recenser les solutions technologiques appropriées pour une gestion durable des terres. Les résultats des évaluations menées au niveau local ont été utilisés pour mettre en œuvre un processus de planification participative de l'utilisation des terres dans des communautés sélectionnées de la région de Souss-Massa. Le processus a conduit à l'élaboration d'un

Pacte de planification du territoire pour la planification de l'utilisation des terres, ainsi que d'un plan d'action triennal destiné à mettre en œuvre et à intégrer une gestion durable des terres dans les communautés sélectionnées. Le Pacte constitue le fondement du programme de développement de la planification dans la région, qui mobilise les parties prenantes clés. Cet exemple montre toute l'importance d'intégrer des informations biophysiques et socioéconomiques dans le cadre du processus participatif afin de définir les actions et responsabilités des différentes parties prenantes et de faire en sorte d'assurer à la fois la gestion durable des ressources naturelles rares et l'amélioration des moyens d'existence.

SOURCE: Ziadat, F., Berkati, O., Ouchna, R., Touami, M., Fetsi, T. Harari, N., Mekdaschi Studer, R. et Schlingloff, S. 2022. Participatory land resources planning to promote sustainable landscape management in rainfed areas – Morocco. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 6. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.848043>

Elles ont pour points communs: de créer une vision commune, chez les parties prenantes, des objectifs à long terme et à grande échelle en ce qui concerne les paysages; d'adopter une multitude de pratiques permettant d'atteindre plusieurs objectifs; d'élaborer des stratégies afin de gérer les

interactions spatiales entre les différents usages et utilisateurs des terres; de mettre en place des institutions pour permettre le dialogue, la négociation et l'action des parties prenantes; et de façonner les marchés et les politiques à l'appui des résultats souhaités. Ces processus couvrent les

TABEAU 11 LES NEUF ÉTAPES DES DIRECTIVES DE LA FAO POUR LA PLANIFICATION INTÉGRÉE DE L'UTILISATION DES TERRES

Étape	Explication
Étape 1: Lancer le processus de planification intégrée de l'utilisation des terres	Délimiter la zone de planification et décider quels seront les objectifs et l'approche de la planification; déterminer les caractéristiques, les problèmes et les personnes concernées.
Étape 2: Recenser les personnes concernées par l'utilisation des terres dans la zone de planification	Veiller à recenser toutes les parties prenantes aux niveaux de planification concernés. Analyser leurs caractéristiques, leurs préoccupations et les avantages qu'elles pourraient obtenir ou les pertes qu'elles pourraient subir du fait des changements d'utilisation des terres. Accorder une attention particulière aux questions de régime foncier et d'inégalité, ainsi qu'aux personnes qui ont des droits fonciers légitimes, qu'elles possèdent des terres ou qu'elles dépendent de ressources communes et de services écosystémiques.
Étape 3: Créer une équipe spéciale multidisciplinaire	Garantir des compétences techniques adéquates et la représentation de tous les groupes de parties prenantes, en particulier les acteurs locaux, au sein de l'équipe spéciale chargée de la planification. Élaborer les mandats, assurer l'accès aux informations nécessaires et communiquer leurs pouvoirs et leur autorité.
Étape 4: Caractériser les terres, leurs utilisations et leurs utilisateurs	Décrire les caractéristiques environnementales et socioéconomiques propres à la zone de planification, notamment l'utilisation des terres et les catégories d'utilisateurs. Compiler les données à l'aide de méthodes adaptées à chaque niveau de planification.
Étape 5: Réaliser des analyses intégrées des possibilités d'utilisation des terres	Évaluer les incidences environnementales, économiques et sociales des possibilités d'utilisation des terres pour les utilisateurs et leurs communautés, en particulier pour les femmes, les jeunes, les peuples autochtones et les groupes vulnérables. Dresser la liste des conséquences, tant positives (opportunités) que négatives (impact), des différentes mesures envisagées. Une attention particulière devrait être accordée aux questions de durabilité et aux résultats équitables.
Étape 6: Mener des consultations et choisir les possibilités d'utilisation des terres convenables et acceptables	Organiser des concertations publiques et exécutives sur les options les plus viables et leurs conséquences, sur la base de l'évaluation réalisée à l'étape 5. Décider des changements d'utilisation des terres à entreprendre au moyen d'approches inclusives et participatives.
Étape 7: Élaborer le plan intégré d'utilisation des terres	Attribuer les modes d'utilisations des terres sélectionnés à des zones cibles. Élaborer des plans de gestion adéquate des terres et déterminer comment le plan d'utilisation des terres sera mis en pratique. Élaborer un budget et recenser les ressources financières disponibles. Communiquer les décisions à toutes les parties prenantes.
Étape 8: Mettre en œuvre le plan intégré d'utilisation des terres	Lancer le plan d'utilisation des terres en tant que projet de développement distinct. L'équipe de planification devra travailler en étroite collaboration avec les parties prenantes cibles.
Étape 9: Suivre et évaluer le plan intégré d'utilisation des terres	Suivre les progrès du plan vers la réalisation de ses objectifs. Il peut être nécessaire de réviser le plan, avec la participation appropriée de toutes les parties prenantes.

Source: FAO. (À paraître). *Directives actualisées pour la planification intégrée de l'utilisation des terres*. Rome.

aspects techniques et socioéconomiques ainsi que ceux relatifs aux marchés et aux politiques, et se renforcent mutuellement (LPFN, 2015).

Les outils de pointe en matière de planification de l'utilisation des terres sont dotés d'un fort potentiel de soutien en faveur des processus de gestion intégrée des paysages et de restauration des terres. Les programmes de terrain devraient être conçus et mis en œuvre dans tout un éventail de pays afin de valider l'utilité d'outils actualisés et de les affiner afin de faire en sorte que les besoins

des utilisateurs soient pleinement reflétés et que les outils nécessaires soient en place pour fonder les décisions en matière d'utilisation des terres du niveau national au niveau local (FAO, 2017a).

Levier 3: gestion intégrée des ressources en eau

La gestion intégrée des ressources en eau est définie comme un «processus qui encourage la mise en valeur et la gestion coordonnées de l'eau, des terres et des ressources associées, en

FIGURE 27 LES NEUF ÉTAPES DES DIRECTIVES DE LA FAO POUR LA PLANIFICATION INTÉGRÉE DE L'UTILISATION DES TERRES

SOURCE: D'après FAO. (À paraître). *Directives actualisées pour la planification intégrée de l'utilisation des terres*. Rome.

vue de maximiser le bien-être économique et social qui en résulte d'une manière équitable, sans compromettre la pérennité des écosystèmes vitaux» (Agarwal *et al.*, 2000, p. 6).

Il est recommandé d'adopter une approche de gestion intégrée des ressources en eau si l'on veut optimiser l'allocation spatiale et temporelle des ressources en eau pour répondre à différents besoins en eau, en termes quantitatifs et qualitatifs. Ces besoins peuvent concerner, par exemple, des variétés cultivées ayant leurs propres exigences

cycliques (principalement saisonnières), la pêche et l'aquaculture, le bétail, et d'autres secteurs non agricoles, comme l'approvisionnement en eau à usage domestique, l'énergie, l'industrie et les loisirs.

Étant donné que l'agriculture représente plus de 70 pour cent des prélèvements d'eau douce, ce secteur joue un rôle essentiel dans la gestion intégrée des ressources en eau. La réduction des inefficacités permet de produire davantage de denrées alimentaires (chaque goutte utilisée

ENCADRE 20 TRANSPOSER LA GESTION INTÉGRÉE DES RESSOURCES EN EAU AU SECTEUR DE LA PÊCHE

Si l'on veut concilier les besoins de la pêche continentale et ceux de l'agriculture, il est essentiel d'adopter une démarche de gestion intégrée des ressources en eau, car une telle approche facilite la collaboration intersectorielle entre les gestionnaires des pêches, les agriculteurs et les autres planificateurs des ressources en eau, garantissant ainsi que la pêche soit bien prise en compte dans la planification et la gestion plus globales d'un bassin donné.

Il est indispensable de procéder à une évaluation de la pêche continentale à l'échelle des bassins hydrographiques pour comprendre et gérer les facteurs qui la menacent. Les évaluations à l'échelle des bassins offrent une vision globale des différents éléments qui nuisent à la pêche, comme la dégradation des habitats, la pollution de l'eau et la surpêche (FAO et BAfD, 2024). Elles peuvent donc jouer un rôle très important dans la promotion de la gestion intégrée des ressources en eau en fournissant des informations précieuses sur la productivité et la santé de la pêche continentale, aidant ainsi les parties prenantes à prendre des décisions éclairées concernant l'utilisation et l'allocation de l'eau.

L'aquaculture continentale constitue une autre solution de production alimentaire intégrée. Les systèmes de rizipisciculture en sont un excellent exemple: les poissons

élevés dans des rizières inondées, tout en utilisant l'eau plus efficacement, contribuent tant aux revenus des exploitations qu'à la nutrition. De plus, utiliser l'eau issue de l'aquaculture, riche en nutriments, pour irriguer les cultures, est susceptible d'améliorer la productivité globale de l'écosystème.

Enfin, une gouvernance efficace est essentielle pour obtenir des résultats durables en matière de gestion des terres et des eaux. Les différents cadres politiques (tels que les Directives pour une aquaculture durable, les Directives volontaires visant à assurer la durabilité de la pêche artisanale dans le contexte de la sécurité alimentaire et de l'éradication de la pauvreté, et les Directives volontaires pour une gouvernance responsable des régimes fonciers applicables aux terres, aux pêches et aux forêts) soulignent la nécessité d'une gouvernance participative, où les pêcheurs artisanaux et les petits producteurs aquacoles participent activement à la gestion des ressources dont ils dépendent. Les démarches de cogestion, qui permettent aux communautés locales de participer aux processus décisionnels, peuvent contribuer à trouver un équilibre entre les besoins des différents secteurs et à promouvoir l'utilisation durable des écosystèmes aquatiques.

donne plus de récoltes) et, partant, de libérer des ressources en eau pour des sous-secteurs agricoles, ainsi que pour d'autres secteurs; elle permet également d'assurer un partage équitable de l'eau entre les différents usagers, et dans certains cas de remédier à des situations jusque-là inévitables. La gestion intégrée des ressources en eau permet en outre d'allouer l'eau à des cultures plus nutritives, et le cas échéant, à des cultures offrant un meilleur rendement au plan économique.

La gestion intégrée des ressources en eau doit être mise en œuvre de concert et en complémentarité avec la planification intégrée de l'utilisation des terres. Elle favorise la mise en place de mécanismes institutionnels par lesquels veiller au partage équitable des bénéfices socioéconomiques et environnementaux, en tenant compte de la demande en eau, en amont et en aval, à l'échelle des bassins, que ce soit au niveau local, national, régional ou international, comme dans le cas des bassins fluviaux partagés (voir l'encadré 20).

Levier 4: nexus eau-énergie-alimentation-écosystèmes

L'approche axée sur le nexus eau-énergie-alimentation-écosystèmes (nexus WEFE) reconnaît l'interdépendance entre les systèmes constitués par l'eau, l'énergie et l'alimentation et les écosystèmes. L'eau est indispensable à la production d'énergie (elle est par exemple essentielle à la production d'hydroélectricité et au refroidissement des centrales à charbon ou nucléaires); l'énergie est indispensable pour assurer l'accès à l'eau et sa distribution; l'eau et l'énergie sont deux éléments importants des systèmes alimentaires, à différents niveaux de la chaîne de valeur, de la production à la consommation en passant par la transformation et la commercialisation. Les systèmes alimentaires ont, de même, de multiples incidences sur l'eau et l'énergie. Par exemple, lorsque l'eau est utilisée dans le secteur agricole, elle n'est pas allouée au secteur de l'énergie ou à d'autres secteurs; elle est par ailleurs exposée à la pollution.

Au bout du compte, tout élément en lien avec les systèmes hydriques, énergétiques et alimentaires aura une incidence sur les écosystèmes fournissant les ressources naturelles dont il dépend. Une approche axée sur le nexus WEFE met donc l'accent sur le rôle clé que jouent les écosystèmes et prévoit: i) une évaluation des possibilités qui s'offrent de maximiser les synergies entre les trois composantes, en vue de réaliser des gains d'efficacité et de réduire les risques; ii) l'élaboration de réponses appropriées; et iii) la mise en œuvre participative des solutions pratiques nécessaires sur le terrain.

Comprendre ces interactions clés, et les synergies et compromis potentiels entre les ressources en eau, la production d'énergie, la production alimentaire et les écosystèmes, est essentiel pour répondre aux demandes sociétales croissantes dans un contexte de changement climatique, d'appauvrissement croissant de la biodiversité et de pollution.

Le nexus WEFE est une approche efficace qui renforce la résilience et la durabilité des systèmes agroalimentaires. Il favorise la cohérence des politiques et soutient une démarche intégrée et coordonnée entre les quatre secteurs, permettant de concilier des intérêts divergents. Le mandat de la FAO visant à assurer la sécurité alimentaire sert de point de départ à ses travaux sur le nexus WEFE.

Levier 5: agroécologie

L'agroécologie a été définie comme «l'intégration de la recherche, de l'éducation, de l'action et du changement qui fait gagner en durabilité tous les aspects du système alimentaire: écologique, économique et social» (Gliessman, 2007, p. 1). L'agroécologie est transdisciplinaire, étant donné qu'elle valorise toutes les formes de connaissances et d'expériences en matière de transformation des systèmes alimentaires. Elle est participative, du fait qu'elle requiert la participation de toutes les parties prenantes, du producteur au consommateur, en passant par tous les acteurs intermédiaires. Enfin, elle est axée sur l'action, car elle confronte les structures de pouvoir économique et politique du système alimentaire industriel actuel à des structures sociales et des actions politiques autres. Cette approche s'appuie sur la pensée écologique,

qui exige une compréhension holistique et systémique de la durabilité des systèmes alimentaires (Gliessman, 2018).

Comme indiqué dans sa définition, l'agroécologie vise à trouver un équilibre entre les trois dimensions (écologique, économique et sociale) en intégrant de manière participative diverses disciplines ayant une incidence sur les systèmes alimentaires, conduisant à la mise en œuvre des actions nécessaires face aux pressions concurrentielles des structures économiques et politiques, les priorités sous-jacentes étant l'intégrité écologique et la durabilité (Tittonell, 2023).

Bien que l'approche agroécologique ne fasse pas l'unanimité, elle met l'accent sur le fait qu'il incombe à toutes les parties prenantes de veiller à ce que l'intégrité des écosystèmes ne soit pas menacée par l'agriculture, soulignant l'importance des solutions menées sur le plan local pour des systèmes agroalimentaires durables.

Levier 6: approche axée sur les systèmes agroalimentaires

Les systèmes agroalimentaires englobent l'ensemble des acteurs – et de leurs activités interdépendantes apportant une valeur ajoutée – qui participent à la production, à la constitution, à la transformation, à la distribution et à la consommation des produits alimentaires issus de l'agriculture, de l'exploitation forestière et des pêches, ainsi qu'à l'élimination des déchets qui en découlent, et une partie des contextes plus larges (économique, sociétal et naturel) dans lesquels ils s'inscrivent. Les systèmes agroalimentaires sont constitués de sous-systèmes (systèmes agricoles, de gestion des déchets et d'approvisionnement en intrants, par exemple) et interagissent avec d'autres systèmes clés (systèmes énergétiques, commerciaux et de santé, par exemple). Ils interagissent également avec d'autres systèmes, dont ils dépendent, comme les systèmes hydriques et les systèmes fonciers, lesquels sont liés entre eux (FAO, 2025a). Il en résulte qu'un changement structurel au sein d'un système alimentaire peut découler d'un changement intervenu au sein d'un autre système; par exemple, une politique favorisant un recours accru aux biocarburants au sein du système énergétique aura des

conséquences non négligeables sur les systèmes alimentaires (FAO, 2018).

Ainsi, pour chaque produit agricole, une approche axée sur les systèmes agroalimentaires prend en compte l'interaction de celui-ci avec tous les autres systèmes, aux différentes étapes de la chaîne de valeur, en vue d'assurer la sécurité alimentaire et nutritionnelle sans nuire aux fondements économiques, sociaux et environnementaux sur lesquels il repose, pour les besoins des générations actuelles et futures. Afin de contribuer à la réalisation des objectifs de développement durable, il peut être nécessaire d'évaluer et de repenser un système alimentaire durable dans une optique de production durable, d'inclusivité, de durabilité, de résilience, de bonne nutrition et d'alimentation saine, ce qui requiert différents types d'interventions (allant des politiques aux actions de terrain) à différents niveaux et par divers acteurs. ■

ÉLÉMENTS CATALYSEURS: TRANSPOSITION À PLUS GRANDE ÉCHELLE DE LA GESTION DURABLE DES TERRES ET DES RESSOURCES EN EAU

Élément catalyseur 1: cohérence des politiques entre les différents secteurs

Pour évaluer la cohérence des politiques, il existe tout un éventail d'approches méthodologiques, comme la notation, le classement, l'évaluation des concessions à faire et la modélisation quantitative des priorités en termes de politiques et des actions planifiées. Divers mécanismes et méthodes peuvent être utilisés pour faciliter la cohérence des politiques et la coordination intersectorielle, par exemple: la création d'un comité de haut niveau ou d'un mécanisme institutionnel coordonné; la mise en place de partenariats et de processus formels ou informels de partage et d'apprentissage entre les différents secteurs et les différents acteurs; l'harmonisation des mesures incitatives; la réalisation d'exercices de simulation

et de cartographie; le lancement de consultations intégrées de multiples parties prenantes; et l'évaluation de l'impact stratégique.

Si ces méthodes répondent souvent à une approche par étapes de la cohérence des politiques et de la planification intersectorielle conjointe, la réalité de l'élaboration des politiques est souvent plus chaotique, car elle intègre un vaste éventail de contributions, de valeurs et de priorités, qui sont aussi bien internes qu'externes au gouvernement, et qui nécessitent médiation, négociation et courtage. Il est donc essentiel d'adopter une approche souple, inclusive et analytique, qui soit adaptée au contexte national, institutionnel, historique, socioéconomique et politique spécifique. En outre, il est nécessaire de mettre en place des mécanismes de gouvernance innovants et de promouvoir des mesures de cohérence et de planification intersectorielle qui soient réalisables au niveau des politiques, considérées comme légitimes, et prises en main et acceptées par tous les acteurs clés.

Il importe de veiller à ce que les ressources en terres et en eau soient intégrées aux stratégies nationales relatives aux systèmes alimentaires ainsi qu'à la planification sectorielle nationale, y compris en ce qui concerne l'agriculture, l'environnement et l'utilisation des terres. La FAO aide les pays à élaborer leurs actions et politiques, ainsi que leurs contributions déterminées au niveau national (en particulier pour les secteurs de l'agriculture, de l'élevage, de la pêche et des forêts), leurs plans nationaux d'adaptation, leurs plans d'action relatifs à la Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification, leurs stratégies et plans d'action nationaux pour la biodiversité, leurs plans nationaux de gestion de la sécheresse, leurs feuilles de route nationales relatives aux ressources en eau et leurs programmes nationaux de sécurité alimentaire. La FAO assure en particulier la promotion des feuilles de route nationales relatives aux ressources en eau pour tous les ODD (FAO, 2023a).

Le manque partiel ou total de cohérence entre les politiques publiques sectorielles, ainsi que de liens interinstitutionnels, entrave la capacité à prendre en compte les interdépendances clés entre les ressources alimentaires, foncières et hydriques, et les trois piliers du développement durable que sont l'environnement, l'économie et

la société. Les systèmes alimentaires font face à des difficultés résultant d'effets involontaires et d'une concurrence systémique entre de multiples objectifs. Souvent, les subventions et les mesures incitatives visant à atteindre un objectif dans un domaine donnent lieu à des pratiques ayant des incidences négatives dans d'autres domaines. Le développement de l'irrigation a certes amélioré la sécurité alimentaire et la nutrition dans les pays à faible revenu, mais il a aussi contribué à la disparition de zones humides et des lieux de pêche continentale, au prélèvement excessif de l'eau souterraine, à des modifications de l'écoulement des eaux de surface et des écosystèmes, ainsi qu'au creusement des inégalités d'accès aux ressources.

La gestion des ressources en terres et en eau a des conséquences sur de multiples objectifs sociétaux. Les modèles axés sur la productivité agricole tiennent rarement compte des préoccupations environnementales et de la nécessité de promouvoir une transformation rurale résiliente et inclusive (Davis *et al.*, 2024). Bien souvent, mettre l'accent sur la seule productivité tend à favoriser les opérations commerciales à grande échelle et à laisser de côté les considérations environnementales et sociales. Une perspective axée sur la cohérence des politiques suppose en revanche d'adopter ou d'ajuster des mesures politiques en vue d'atteindre des objectifs multiples tout en évitant les conséquences involontaires résultant généralement des approches par secteur. Pour l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), qui est l'un des principaux fers de lance de la cohérence des politiques, assurer cette cohérence au service du développement durable ne consiste pas simplement à favoriser les synergies et les concessions réciproques entre les secteurs d'une même juridiction, mais aussi à concilier les politiques nationales et les objectifs convenus au niveau international, et à tenir compte des conséquences transfrontalières et à long terme des politiques, afin de trouver un équilibre entre tous ces éléments et de renforcer les synergies.

D'après certaines données, restaurer les ressources dégradées, promouvoir une intensification durable et renforcer la résilience sont autant d'objectifs qu'il est possible d'atteindre par une planification et une mise en œuvre intersectorielles conjointes,

par le renforcement de la cohérence des politiques et par le déploiement d'initiatives faisant intervenir de multiples parties prenantes. Pour y parvenir, il convient de mettre en œuvre des approches territoriales, par exemple axées sur la gestion des bassins versants ou fluviaux, la gestion et la restauration intégrées des paysages et la planification intégrée de l'utilisation des terres, ou encore une approche axée sur le nexus WEFE. Ces approches doivent s'appuyer sur des stratégies, des investissements, des financements et des partenariats à long terme.

Il est difficile de trouver les moyens adéquats pour que ces approches fonctionnent dans la pratique (FAO, 2023b): la cohérence des politiques n'est pas seulement une question technico-managériale, c'est aussi une question politique. En effet, une plus grande cohérence des politiques et une planification intersectorielle conjointe nécessitent de prendre en compte les points de vue de différents acteurs aux intérêts et objectifs souvent contradictoires. Ce qui est d'autant plus compliqué dans un contexte de multiplication des crises économiques, environnementales, sociales et géopolitiques, liées entre elles, qui ont toutes eu des répercussions importantes sur les perspectives des pays en matière de développement de la durabilité dans la droite ligne de leurs engagements internationaux.

Les éléments faisant spécifiquement obstacle à la cohérence des politiques doivent être mis en évidence dès le départ. S'ils sont souvent de même nature, ils diffèrent en fonction du contexte. Les problèmes de cohérence peuvent être liés à un manque de communication et de coordination; à une insuffisance de données, de financements, de connaissances, d'objectifs communs ou d'espaces institutionnels permettant de se rencontrer et de se coordonner; et à la résistance des parties prenantes. Dans la majorité des cas, ces problèmes résultent de schémas ancrés dans les institutions formelles et informelles, les régimes fonciers, les habitudes ou les procédures opérationnelles normalisées des administrations publiques. Certains intérêts et mandats peuvent être intrinsèquement contradictoires, comme dans le cas du conflit entre les ressources, le souci de conservation et le développement des infrastructures. La cohérence des politiques n'est donc pas une simple question d'optimisation,

mais aussi de conception et d'articulation de processus décisionnels, perfectibles à l'infini, par lesquels quelques objectifs et moyens peuvent être redéfinis afin que de nouveaux compromis (temporaires) puissent être trouvés.

Rôle de la gouvernance et de l'économie politique à l'appui de la cohérence des politiques

La gouvernance joue un rôle spécifique et fondamental dans la gestion des interactions et de l'action collective, en particulier par le biais de processus décisionnels qui prennent en compte les conséquences potentielles, dans tous les domaines, de ces interactions et de cette action, ainsi que leurs incidences sur les différentes parties prenantes et acteurs, notamment les petits producteurs et autres acteurs économiquement ou politiquement vulnérables. La question de savoir comment reconnaître les droits de ces acteurs et comment leur donner voix au chapitre dans les processus décisionnels est peut-être la plus difficile et la plus pressante (Nilsson, Griggs et Visbeck, 2016).

La cohérence et la planification intersectorielle conjointe présentent des avantages importants, mais également des inconvénients potentiels, du point de vue d'un secteur ou d'un organisme donné. Parmi les préoccupations à cet égard, on citera par exemple un manque de clarté au niveau des responsabilités, un ralentissement des processus, un bouleversement des habitudes et des pratiques existantes, des difficultés à mesurer l'impact ou l'efficacité, une perte de contrôle, d'influence ou d'autonomie, et une dilution des priorités.

Faciliter la cohérence des politiques et la planification intersectorielle conjointe des systèmes alimentaires, fonciers et hydriques au sein d'un territoire nécessite donc une bonne compréhension du contexte local en termes de gouvernance et d'économie politique. Cette compréhension peut être utile pour élaborer des dispositifs et des processus institutionnels novateurs destinés à assurer la gestion et la coordination des politiques, de la budgétisation et de l'élaboration de réglementations au niveau intersectoriel. Elle est aussi importante si l'on veut renforcer les capacités, exploiter les synergies, trouver les bons compromis à faire et gérer les processus – qui peuvent passer par

la (ré)allocation de ressources limitées –, lutter contre les inégalités et modifier les modalités d'autonomisation des acteurs aux différents niveaux de prise de décision. Pour y parvenir, il s'agit de renforcer les capacités des institutions publiques, de mettre en œuvre des mécanismes de coordination et de consultation entre les différents ministères, d'adopter des outils de planification et de suivi appropriés, et de mettre en place des systèmes de données et d'information actualisés et intégrés.

Par exemple, améliorer le profil des investissements dans l'irrigation de façon à tenir compte des résultats en matière de parité femmes-hommes, de santé et de nutrition permettrait à l'irrigation de faire partie intégrante des stratégies de réduction de la pauvreté, de la faim et de la malnutrition. Des subventions ciblées peuvent favoriser l'adoption de technologies d'irrigation plus adaptées, ainsi que la fourniture de services environnementaux et la mise en place de mesures visant à préserver et à restaurer la santé des systèmes d'eau douce et des sols. La rémunération des services environnementaux – c'est-à-dire le paiement des agriculteurs ou des propriétaires fonciers qui acceptent de gérer leurs terres ou les bassins versants de façon à protéger l'environnement – peut aussi concourir à une juste évaluation d'un bon état de fonctionnement des écosystèmes (voir l'encadré 21).

Des initiatives visant à renforcer la cohérence des politiques ont vu le jour à l'échelle mondiale et régionale pour relever les défis liés à l'eau et à la sécurité alimentaire. Une approche prometteuse en matière de coordination des politiques dans les secteurs de l'eau et de l'agriculture a été adoptée dans la région arabe. La Ligue des États arabes, avec le soutien de la FAO et de la Commission économique et sociale pour l'Asie occidentale (CESAO), a institutionnalisé la coordination entre ces deux secteurs en établissant un Comité technique conjoint de haut niveau. La résolution ministérielle conjointe correspondante a abouti à la Déclaration du Caire¹ de 2019, qui insiste sur l'importance de renforcer la cohérence des politiques en révisant les politiques sectorielles

¹ La Déclaration du Caire a été adoptée lors de la première réunion conjointe des ministres arabes de l'agriculture et des ressources en eau organisée au Caire par la Ligue des États arabes le 4 avril 2019.

ENCADRE 21 RÉAFFECTATION DES SUBVENTIONS AGRICOLES

Les subventions agricoles n'atteignent pas toujours les objectifs visés; parfois, leurs bénéfices ne perdurent pas au-delà de leur période de mise en œuvre. Par conséquent, il est de plus en plus préconisé de réorienter l'aide vers des investissements plus durables et à long terme.

En effet, l'aide agricole n'apporte pas les résultats escomptés en matière de durabilité et de santé humaine. Sa réaffectation pourrait changer la donne et offrir aux gouvernements l'occasion d'optimiser l'utilisation de ressources publiques limitées afin de transformer les systèmes alimentaires, d'accroître l'efficacité des interventions et de progresser au regard des objectifs de développement durable. L'aide aux producteurs agricoles, qui représente près de 540 milliards d'USD par an – soit 15 pour cent de la valeur totale de la production agricole – est fortement déséquilibrée en faveur de mesures qui créent des distorsions, sont inégalement réparties et nuisent à l'environnement et à la santé humaine (FAO, 2021).

Il est essentiel de concevoir une stratégie de réaffectation de cette aide qui prenne en compte, avant sa mise en œuvre, son impact futur et la meilleure façon de l'obtenir. Une telle stratégie exige par ailleurs un suivi étroit et progressif des produits et des résultats. De plus, un examen des expériences réussies en matière de subventions agricoles peut fournir des enseignements pour guider cette réaffectation. Le renforcement des capacités, ainsi que l'autonomisation des bénéficiaires ciblés concernant la prise de décision et le modèle de financement adopté pour le déploiement des subventions, figure habituellement parmi les facteurs de réussite. Il faut impérativement prévoir des mécanismes de financement novateurs et adaptés dans le cadre de la réaffectation des subventions, afin de limiter les risques d'échec et de garantir un retour sur investissement.

La réaffectation des subventions agricoles a des répercussions sur la hausse des financements et des investissements stratégiques.

sur des questions transversales telles que l'allocation de l'eau, les ressources en eau non conventionnelles, le commerce et la protection sociale, dans le but d'assurer la sécurité de l'approvisionnement en eau et la sécurité alimentaire dans la région arabe.

Lors du Forum international sur les sols et l'eau qui s'est tenu en décembre 2024 à Bangkok, les représentants de 27 pays ont approuvé la Déclaration ministérielle sur la gestion de la pénurie d'eau et les moyens d'enrayer la dégradation des sols pour des systèmes agroalimentaires durables et résilients. Cette déclaration souligne la nécessité de «renforcer la coordination intersectorielle, les mécanismes de coopération et la cohérence en matière de politiques, de planification, d'investissement et de mise en œuvre en ce qui concerne les terres, les sols, l'eau, l'agriculture, le changement climatique, la biodiversité, l'environnement et l'énergie» comme première action à entreprendre sans tarder pour accélérer la transformation des systèmes agroalimentaires (FAO, 2024a).

Élément catalyseur 2: gouvernance des ressources naturelles**Régime foncier**

La sécurité foncière est un facteur clé pour lutter contre le changement climatique, l'appauvrissement de la biodiversité et la dégradation des terres (GIEC, 2019, 2022; IPBES, 2018; Verburg *et al.*, 2019). Les décisions 26/COP14, 27/COP15 et 28/COP16 de la Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification ont reconnu à plusieurs reprises la pertinence du régime foncier pour atteindre la neutralité en matière de dégradation des terres (CLD, 2019, 2022). La protection des droits fonciers légitimes des peuples autochtones a par ailleurs été intégrée au Cadre mondial de la biodiversité de Kunming-Montréal de la Convention sur la diversité biologique (CDB, 2022, objectif 22).

La gouvernance foncière et le régime foncier sont des notions interdépendantes mais distinctes. Une gouvernance foncière responsable repose sur des mécanismes et des processus permettant de faire fonctionner ensemble les intérêts des différents acteurs, de concilier leurs différences et de veiller à ce que leurs droits et devoirs relatifs à la terre, à l'eau et aux autres ressources naturelles soient

exercés avec transparence et équité. Le régime foncier peut être défini comme «le rapport, qu'il soit défini par la loi ou par la coutume, entre les personnes, en tant qu'individus ou groupes, à l'égard de la terre»; pour le dire plus simplement: «les régimes fonciers déterminent qui peut utiliser quelles terres, pendant combien de temps et dans quelles conditions» (FAO, 2022a). Une autre notion pertinente, s'agissant d'évoquer l'importance du régime foncier pour atteindre la sécurité alimentaire et les objectifs environnementaux mondiaux, est la sécurité foncière, qui peut être définie comme la garantie de droits d'occupation ou d'usage continus, que ce soit en vertu de droits formels, de règles coutumières ou d'autres formes d'assurance (AGROVOC, 2022 dans FAO et CLD, 2023). En résumé, on pourrait dire que la sécurité foncière résulte d'une gouvernance foncière responsable.

L'adoption des Directives volontaires pour une gouvernance responsable des régimes fonciers applicables aux terres, aux pêches et aux forêts dans le contexte de la sécurité alimentaire nationale par le Comité de la sécurité alimentaire mondiale en 2012 – et leur révision en 2022 – a permis de définir la notion de «droits fonciers légitimes» (FAO, 2022a). Cette notion invite les États à examiner les droits fonciers coutumiers qui sont en vigueur et socialement acceptés, et à promouvoir leur reconnaissance par la révision des cadres juridiques dans lesquels ils s'inscrivent, ouvrant ainsi une voie possible pour résoudre la dichotomie entre régimes fonciers formels et informels.

En 2022, la FAO et le secrétariat de la Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification ont publié un guide technique afin d'aider à intégrer les régimes fonciers dans la mise en œuvre de la Convention sur la lutte contre la désertification et du Cadre de neutralité en matière de dégradation des terres (FAO et CLD, 2023) et ont lancé une initiative conjointe sur la sécurité foncière au service de la restauration des terres, afin de soutenir l'intégration des régimes fonciers dans les objectifs et programmes relatifs à la neutralité en termes de dégradation des terres au niveau national^{m,n}. Plus de 30 pays ont demandé

à participer à l'initiative. Les consultations nationales menées auprès d'un premier groupe de pays (Kazakhstan, Kenya, Mexique, Sénégal et Sri Lanka) ont montré combien il était pertinent de rassembler les parties prenantes œuvrant dans les domaines des régimes fonciers et de la gestion des terres (FAO et CLD, 2024) afin de proposer des recommandations concrètes pour lutter contre l'insécurité foncière.

Au niveau national, l'amélioration de la sécurité foncière et de sa gouvernance peut être abordée en révisant le cadre politique et juridique afin de permettre la reconnaissance des droits fonciers légitimes et de planifier des améliorations de la sécurité foncière. La gouvernance des terres ou de l'eau soulève des questions de droits, de risques, de responsabilités, de bénéfices et de revenus liés aux ressources, ainsi que d'expression de la parole, de pouvoir et d'autorité. L'évolution des ressources foncières et hydriques sur le terrain correspond à l'histoire et à l'évolution des institutions associées. Dans la plupart des pays, si ce n'est dans tous, plusieurs régimes juridiques relatifs à la gestion et à l'utilisation de l'eau et des terres ont coexisté par le passé et coexistent encore aujourd'hui.

Depuis l'adoption des Directives volontaires pour une gouvernance responsable des régimes fonciers applicables aux terres, aux pêches et aux forêts dans le contexte de la sécurité alimentaire nationale, tout un éventail de méthodologies, d'outils et d'approches ont été mises au point (Cotula et Knight, 2021; FAO, 2016a). Ils comprennent des évaluations juridiques (Davies, 2015) et des évaluations de la gouvernance offrant des approches pratiques pour comprendre les contextes institutionnels, l'asymétrie de pouvoir et les goulets d'étranglement (Batchelor *et al.*, 2016; Bojić, Clark et Urban, 2022; FAO, 2024b), ainsi que la gouvernance foncière (Deininger, Selod et Burns, 2012).

Pour être efficace, la mise en œuvre de ces cadres politiques et juridiques révisés doit être soutenue par des cadres modernisés et organisationnels adaptés (cadastre numérique, administration foncière), et être accompagnée d'un suivi renforcé de ses effets sur le terrain. Il convient de se poser la question suivante: la sécurité foncière s'améliore-t-elle? Étant donné que la dégradation des terres intervient principalement sur des terres

^m Pour de plus amples détails, voir <https://www.prindex.net>

ⁿ Pour en savoir plus sur l'initiative conjointe FAO-CLD, voir <https://www.fao.org/land-water/land/tenure-ldn/fao-uncdd-joint-initiative/fr>

agricoles, l'insécurité foncière peut constituer un obstacle majeur à l'adoption de meilleures pratiques agricoles qui augmentent la production sans épuiser les ressources en sols et en eau.

Régime foncier des eaux

Ces dernières années, la FAO et ses partenaires ont étudié la notion de régime foncier de l'eau dans le cadre d'une série de publications (FAO, 2016b), de tables rondes d'experts (FAO, 2020, 2024c) et de séminaires (Hodgson *et al.*, dir. pub., 2024).

Le suivi de l'allocation des ressources en eau est complexe et coûteux, et les prélèvements d'eau ne sont souvent pas quantifiés. C'est particulièrement vrai dans le secteur de l'irrigation, qui, dans de nombreux pays, totalise la plus grande partie des prélèvements d'eau. L'une des difficultés est aussi de prendre en compte tous les utilisateurs légitimes de l'eau dans les bilans hydriques, notamment en ce qui concerne les utilisations à petite échelle et les utilisations fluviales. Or, il est nécessaire de disposer d'une évaluation claire de toutes les utilisations de l'eau si l'on veut régler la question du régime foncier de l'eau de manière efficace et juste.

La FAO a élaboré un cadre d'évaluation méthodologique des régimes fonciers applicables à l'eau qui s'inscrit dans une évaluation complète des ressources hydriques visant à améliorer les systèmes d'attribution de l'eau (Hodgson *et al.*, 2024). La méthode a été appliquée à titre d'essai dans cinq pays (Indonésie, Rwanda, Sénégal, Sri Lanka et Viet Nam) et est actuellement mise en œuvre au Cambodge, en Colombie et en Thaïlande (Al'Afghani, Lê Văn Chính et Hodgson, 2024)^o.

La méthode d'évaluation du régime foncier des eaux mise au point par la FAO permet de recenser les régimes fonciers des eaux sur la base du droit formel ainsi que des pratiques coutumières et locales en vigueur dans une zone donnée, ainsi que du statut juridique et de la sécurité perçue de ces régimes (Hodgson *et al.*, 2024). Il a été démontré que le processus d'évaluation du régime foncier des eaux permettait d'autonomiser les usagers locaux et marginalisés de l'eau et de révéler les inégalités en matière d'accès à l'eau et de distribution de l'eau (Espinosa et Kiersch,

2024). Les éléments ci-après sont particulièrement importants: i) la hiérarchisation claire des priorités concernant les usages de l'eau; et ii) la protection des petits usagers, qui prélèvent de l'eau à des fins domestiques et productives à petite échelle, par exemple pour le jardinage. Ces usages ne nécessitent généralement pas de permis ou de régimes fonciers formels et, par conséquent, ne font souvent pas l'objet d'une protection juridique adéquate.

Les réformes des cadres juridiques, politiques et organisationnels, ainsi que leur suivi, doivent être liées à des mécanismes de coordination favorisant la participation réelle et éclairée de multiples secteurs et parties prenantes. Pour parvenir à une telle participation, il convient de soutenir les parties prenantes, en particulier les groupes vulnérables, afin de contrebalancer les asymétries de pouvoir dans les processus de négociation. Au niveau local, une compréhension nuancée des régimes fonciers formels et coutumiers améliore les connaissances et autonomise les utilisateurs locaux des ressources naturelles. Cette compréhension peut constituer une première étape vers l'amélioration de la sécurité foncière des utilisateurs locaux des terres et de l'eau, des petits exploitants, des éleveurs et des pêcheurs, dont les moyens d'existence dépendent en grande partie des régimes fonciers coutumiers. Au Rwanda et à Sri Lanka, les processus d'évaluation du régime foncier des eaux ont incité les institutions gouvernementales chargées de l'allocation de l'eau à contacter les utilisateurs locaux afin d'officialiser leurs revendications légitimes concernant les ressources en eau (Espinosa et Kiersch, 2024).

En 2022, le Comité de l'agriculture de la FAO a passé en revue les travaux de l'Organisation sur le régime foncier des eaux (FAO, 2022b). Il a encouragé les pays à participer à un Dialogue mondial sur le régime foncier des eaux^p, en vue de débattre des principes d'une gouvernance responsable du régime foncier des eaux. Le but était de garantir un accès sûr et équitable à tous les utilisateurs légitimes de l'eau, notamment aux femmes et aux groupes marginalisés, dans la perspective plus large des objectifs de santé, de sécurité alimentaire, d'inclusion sociale et

^o Pour en savoir plus, voir: <https://www.fao.org/in-action/knowat/wt-assessment/country-assessments/fr/> et <https://www.fao.org/in-action/scalewat/fr>

^p Voir: <https://www.fao.org/in-action/scalewat/global-dialogue-on-water-tenure/fr>

de résilience climatique (FAO, 2022c). Dans ce cadre, une consultation régionale sur le régime foncier des eaux a été organisée lors du Forum international sur les sols et l'eau, à Bangkok, en décembre 2024^q.

Élément catalyseur 3: données, information et technologies

La disponibilité, la qualité et l'accessibilité des données à tous les niveaux sont des prérequis indispensables à une gestion efficace et durable des ressources en terres et en eau. D'encourageants progrès notables réalisés récemment, notamment grâce à la télédétection et aux technologies de communication, ont permis d'accumuler des connaissances de bien meilleure qualité sur les ressources en eau et en terres et leur utilisation, y compris des données en temps réel ou quasi réel. Des difficultés persistent, toutefois, concernant la collecte de certains types de données spécifiques, et s'agissant de faire en sorte que les bonnes données soient accessibles aux bonnes personnes au bon moment. L'intégration, dans le domaine des données, en est encore à ses balbutiements. Différents types de données sont nécessaires à différents niveaux de gestion:

- **Au niveau local**, les agriculteurs doivent avoir accès à des informations en temps réel sur l'humidité et la teneur en nutriments des sols, les prévisions météorologiques, la disponibilité et la fiabilité de l'approvisionnement en eau, ainsi qu'à des données d'alerte précoce sur les ravageurs et la lutte contre les organismes nuisibles, afin de s'assurer de bonnes récoltes. Connaître l'évolution en temps réel des prix du marché est essentiel pour garantir le meilleur retour sur investissement. Les prévisions météorologiques saisonnières renseignent sur le potentiel de production. Cartographier les tendances liées au changement climatique est indispensable si l'on veut assurer la résilience des investissements à long terme.
- **Au niveau national et à celui des bassins fluviaux**, l'élaboration de stratégies efficaces et coordonnées nécessite une bonne connaissance des ressources accessibles et des tendances de leur utilisation et de leur disponibilité, ainsi

qu'un suivi des performances économiques, sociales et environnementales. Il convient d'investir davantage dans des enquêtes systématiques sur les sols, l'eau et l'utilisation des terres. L'intégration au niveau des différents secteurs joue ici un rôle essentiel à l'appui de la coordination intersectorielle. Les données doivent être mises à disposition des utilisateurs de tous les ministères à faible coût, voire gratuitement.

- **Au niveau mondial**, une meilleure compréhension de la situation et des tendances est nécessaire pour guider les débats et favoriser une orientation fondée sur des données factuelles, en lien avec les principales conventions et initiatives mondiales. Des efforts considérables sont nécessaires pour améliorer le suivi de la dégradation des terres, de la biodiversité, des progrès vers des pratiques agricoles durables et de l'efficacité des approches adoptées en matière d'adaptation au changement climatique.

La plateforme agro-informatique (anciennement plateforme géospatiale Main dans la main de la FAO)^r rassemble plus de 2 millions de couches de données à l'appui d'interventions fondées sur des données factuelles dans le domaine de l'agriculture et de la sécurité alimentaire. Ce bien public numérique fournit en libre accès des informations géographiques, des indicateurs clés dans les domaines de l'alimentation et de l'agriculture, ainsi que des statistiques agricoles provenant de la FAO et d'autres organisations.

L'utilisation de plateformes numériques ou de systèmes d'aide à la décision fondés sur l'imagerie par satellite, les cartes, les drones et les détecteurs générateurs de données (internet des objets) gagne du terrain dans de nombreux pays. Ces technologies permettent aux agriculteurs d'optimiser l'utilisation des ressources naturelles et des intrants agricoles. Des applications et plateformes mobiles, telles qu'AquaCrop et le Portail de données en libre accès sur la productivité de l'eau (WaPOR)^s de la FAO, fournissent des données en temps réel sur l'humidité des sols. WaPOR suit la productivité

q Voir: <https://www.fao.org/in-action/scalewat/news/news-detail/new-water-tenure-publication-presented-during-first-regional-consultation-for-asia-pacific-in-bangkok/en>

r Voir: <https://data.apps.fao.org/?lang=fr>

s Voir: <https://data.apps.fao.org/wapor/?lang=fr> et <https://www.fao.org/in-action/remote-sensing-for-water-productivity/fr>

ENCADRÉ 22 SYSTÈMES D'AIDE À LA PRISE DE DÉCISION DANS LE DOMAINE DE LA GESTION DE L'IRRIGATION

La gestion de l'eau d'irrigation au niveau des exploitations joue un rôle fondamental, car elle a une incidence directe sur la performance des périmètres irrigués. Les techniques d'irrigation de surface, qui sont très répandues partout dans le monde, sont souvent peu performantes, et ce en grande partie du fait d'une mauvaise gestion de l'eau. Celle-ci se traduit en effet par une faible efficacité de l'utilisation de l'eau, par une répartition inéquitable de l'eau entre les périmètres, par un gaspillage d'énergie et par une mauvaise gestion de l'humidité des sols. Améliorer la gestion de l'eau au niveau des exploitations, en particulier dans les régions où l'eau est rare, est essentiel pour garantir une utilisation productive et durable de l'eau.

La gestion traditionnelle des eaux de surface s'appuie souvent sur des données factuelles limitées. Les méthodes de calcul et les données sur l'irrigation et l'humidité des sols collectées manuellement au niveau des exploitations n'offrent pas la qualité d'information en temps réel nécessaire à une gestion efficace de l'eau au sein même de ces exploitations. Grâce aux progrès de l'informatique en nuage et à la disponibilité croissante des données de télédétection sur les processus de surface et les prévisions météorologiques, il est maintenant possible d'assurer la gestion de l'eau au niveau des exploitations au moyen de modèles intégrés en temps réel, qui permettent d'optimiser l'irrigation au niveau des exploitations.

IrrigaSys, système en ligne semi-automatisé d'aide à la prise de décision en matière d'irrigation, a été mis

au point en vue d'optimiser l'utilisation de l'eau dans le cadre de l'irrigation pratiquée au niveau des exploitations agricoles sur la base de données et de technologies à source ouverte (Simionesei *et al.*, 2020). Le système accède automatiquement aux données météorologiques en temps réel, aux prévisions météorologiques, aux données relatives à la dynamique de l'humidité des sols ainsi qu'aux données de télédétection par satellite. Il met au point chaque semaine des programmes d'irrigation optimaux, offrant ainsi une solution d'utilisation efficace de l'eau dans le domaine agricole. IrrigaSys demande très peu d'informations de la part des agriculteurs (localisation de la parcelle, type de culture, texture du sol et méthode d'irrigation) et fournit des recommandations d'irrigation hebdomadaires via de multiples plateformes de communication. Ce système a montré qu'il apportait d'importants bienfaits, en particulier dans les régions pauvres en eau, où une gestion efficace de l'eau est indispensable pour accroître la productivité agricole. On considère qu'une étroite collaboration avec les parties prenantes locales et un retour d'information continu de la part des agriculteurs sont des atouts majeurs pour garantir la pertinence et la praticité du système. De tels systèmes peuvent potentiellement fonctionner de manière entièrement automatisée lorsqu'ils sont intégrés à un système de contrôle et d'acquisition de données (SCADA) et prévoient un suivi de l'irrigation au moyen de capteurs.

de l'eau de la végétation terrestre et en rend compte en temps quasi réel, avec une couverture mondiale et à un intervalle de 10 jours. L'analyse des informations fournies par WaPOR peut aussi aider à repérer les zones présentant un potentiel d'amélioration de la productivité de l'eau. L'encadré 22 présente un exemple de système en ligne d'aide à la prise de décision dans le domaine de la gestion de l'irrigation.

L'intégration des ensembles de données d'un secteur à l'autre ainsi qu'en tenant compte des objectifs de durabilité reste une gageure. Par exemple, même si de plus en plus d'études donnent des indications sur les contributions de l'agroécologie à l'agriculture durable, le besoin de données factuelles harmonisées reste fondamental. L'Outil pour l'évaluation de la performance de l'agroécologie (TAPE), qui se

fonde sur les dix éléments de l'agroécologie (FAO, 2019), fournit des données factuelles multidimensionnelles sur les performances de l'agroécologie sous les aspects sociaux, écologiques et économiques de la durabilité. Il facilite une prise de décisions harmonisée, fondée sur des données factuelles, à même de guider les changements à apporter pour transformer les pratiques agricoles dans une perspective d'amélioration de la durabilité (Mottet *et al.*, 2020). L'utilisation de schémas visuels représentant les dix éléments de l'agroécologie peut améliorer l'analyse des politiques relatives aux systèmes alimentaires en permettant de repérer les domaines d'intervention, de découvrir les possibilités de bénéfices collatéraux et de mettre au point des ensembles de politiques intégrés (FAO, 2023c).

L'évaluation de la résilience, bien que largement reconnue comme un objectif essentiel dans le domaine du développement et des situations d'urgence, reste difficile à mettre en pratique. Le Schéma holistique pour l'auto-évaluation paysanne de la résilience climatique (SHARP+) offre une approche globale et intégrée pour analyser et mesurer la résilience. Il se fonde sur les 13 indicateurs de résilience des agroécosystèmes mis au point par Cabell et Oelofse (2012) et suit une approche holistique pour analyser et mesurer la résilience d'un agroécosystème à l'échelle des ménages. En repérant les zones de vulnérabilité spécifiques, cet outil a pour but d'aider à prendre des décisions sur la base de données factuelles, à l'échelle des ménages, des projets et des pays. Il peut aussi être utilisé pour suivre et évaluer l'évolution de la résilience au fil du temps, ce qui permet d'avoir un aperçu de l'efficacité à long terme des interventions. En ciblant les points faibles ainsi mis en évidence, SHARP+ contribue à éclairer les stratégies visant à renforcer la résilience ainsi que les capacités de production durable des petits exploitants agricoles dans le contexte du changement climatique (Hernández Lagana, Phillips et Poisot, 2022).

Autre exemple de suivi plus intégré qu'il conviendrait d'assurer, celui de l'agriculture familiale et du rôle que joue celle-ci dans l'utilisation durable des forêts. Une cartographie plus rigoureuse des aliments forestiers, estimant la valeur nutritionnelle et économique des produits forestiers non ligneux pour les familles rurales, est nécessaire. Il faudrait prévoir une meilleure valorisation de l'utilisation et de la conservation de la diversité biologique ainsi que des services écosystémiques liés aux savoirs des peuples autochtones. Il serait utile de disposer aussi d'informations sur le potentiel de renforcement des chaînes de valeur et des marchés en vue de favoriser une consommation responsable de produits prometteurs, grâce auxquels les peuples autochtones pourraient améliorer leurs moyens d'existence, une véritable place étant accordée à leurs savoirs traditionnels. L'encadré 23 présente un exemple de système d'aide à la prise de décision, sur la base d'ensembles de données géospatiales du moteur Google Earth, dans le domaine de la restauration des forêts.

Élément catalyseur 4: systèmes de gestion des risques intégrant des stratégies d'alerte précoce, d'adaptation et de résilience

On estime à 3 800 milliards d'USD la valeur de la production végétale et animale qui a été perdue à la suite de catastrophes au cours des 30 dernières années, ce qui correspond à des pertes moyennes de 123 milliards d'USD par an, soit 5 pour cent du produit intérieur brut (PIB) agricole mondial annuel (FAO, 2023d). Comme l'indique le chapitre 1, l'agriculture et les ressources naturelles dont elle dépend sont de plus en plus menacées par divers aléas et menaces, notamment les inondations, la sécheresse, la pénurie d'eau, la baisse des rendements agricoles et des ressources halieutiques, l'appauvrissement de la biodiversité, les tempêtes de sable et de poussière, et la dégradation de l'environnement. De plus, les pandémies, les épidémies et les conflits perturbent la production agricole, les chaînes de valeur et la sécurité alimentaire, plaçant les systèmes agroalimentaires sous une pression croissante.

Le changement climatique exacerbe ces problèmes en intensifiant la fréquence et la gravité des phénomènes extrêmes comme les sécheresses, les vagues de chaleur et la pénurie d'eau. Il contribue également à la hausse des prix des denrées alimentaires et à créer des risques à long terme. Selon le sixième rapport d'évaluation du GIEC, dans un scénario de fortes émissions (réchauffement bien supérieur à 1,5 °C), de vastes étendues actuellement réservées à l'agriculture et à l'élevage pourraient ne plus être adaptées à ces activités sous l'effet du changement climatique. D'ici 2050, 10 pour cent de ces espaces pourraient être touchés, et plus de 30 pour cent d'ici 2100.

Comprendre et gérer les risques systémiques interconnectés et leurs facteurs sous-jacents est essentiel pour bâtir des systèmes agroalimentaires résilients et durables, capables de soutenir à long terme la sécurité alimentaire et nutritionnelle et le bien-être d'une population en expansion. Relever ces défis complexes et interdépendants requiert des solutions intégrées et intersectorielles, qui s'inscrivent dans la droite ligne des objectifs des trois conventions de Rio et qui intègrent des stratégies de réduction des risques de catastrophe parallèlement aux

ENCADRE 23 UTILISATION DU SYSTÈME D'ACCÈS, DE TRAITEMENT ET D'ANALYSE DES DONNÉES D'OBSERVATION DE LA TERRE POUR LA SURVEILLANCE DES TERRES (SEPAL) DE LA FAO POUR ÉVALUER LE POTENTIEL DE RESTAURATION DES FORÊTS

Une restauration des forêts efficace suppose de procéder à une évaluation approfondie de l'aptitude des terres, afin de repérer les zones propices et de leur donner la priorité, et de comprendre non seulement les conditions écologiques de croissance des arbres, mais aussi les incidences socioéconomiques associées à la restauration des forêts, notamment ses avantages, ses coûts et ses risques. La FAO a mis au point, en collaboration avec d'autres institutions, un outil en ligne explicitement délimité destiné à améliorer la prise de décision stratégique et les plans de restauration des forêts dans le cadre du Système d'accès, de traitement et d'analyse des données d'observation de la Terre pour la surveillance des terres (SEPAL): la plateforme Open Foris SEPAL*. Cet outil est capable de mettre en évidence les concessions réciproques à faire entre les différents effets qui pourraient nécessiter une attention particulière.

Les calculs sont effectués à partir des superordinateurs en nuage d'Amazon Web Services et des ensembles de données géospatiales du moteur Google Earth, accessibles via SEPAL. Par défaut, l'outil utilise des ensembles de données mondiaux, par exemple sur le couvert forestier actuel (Buchhorn *et al.*, 2020a, 2020b) et le couvert forestier potentiel (Bastin *et al.*, 2019), et offre la possibilité d'intégrer des sources de données nationales lorsqu'elles sont disponibles. Les couches de données sont réparties en quatre catégories: coûts, avantages, contraintes et conditions socioéconomiques. Chaque catégorie est notée par l'utilisateur, en fonction de la perception qu'il a de son importance relative. La zone est divisée par une grille, où chaque cellule est traitée comme une unité indépendante, l'objectif étant de quantifier les bénéfices potentiels qu'offrirait un site s'il était restauré. L'outil calcule le rapport avantages-coûts en divisant l'indice relatif à la valeur de la restauration par le coût estimé de cette restauration.

NOTE: * Pour plus de détails, voir: <https://openforis.org/solutions/sepal>

politiques humanitaires afin de faire en sorte que personne ne soit laissé de côté.

Des politiques proactives, des mesures incitatives favorables et des investissements accrus dans la prévention des catastrophes et la préparation à celles-ci donnent de bons résultats. Les bonnes pratiques de réduction des risques de catastrophe mises en place au niveau des exploitations agricoles offrent, en moyenne, des bénéfices 2,2 fois supérieurs aux méthodes agricoles antérieures (FAO, 2019). De plus, les mesures d'anticipation en agriculture présentent un ratio de retour sur investissement de 7:1, ce qui signifie que pour 1 USD investi, on obtient jusqu'à 7 USD de pertes évitées et de bénéfices supplémentaires (FAO, 2023c).

La gestion des ressources naturelles, en particulier des terres, de l'eau et de la biodiversité, joue un rôle essentiel dans le renforcement de la résilience et la prévention des effets néfastes des

catastrophes et des crises. Des pratiques agricoles durables telles que l'agriculture de conservation, l'agroforesterie, la gestion de l'humidité des sols et la collecte des eaux de pluie contribuent à la fois à réduire les risques de catastrophe et à améliorer la productivité. Elles sont largement admises comme de bonnes pratiques ayant prouvé leur efficacité en matière de réduction des risques de catastrophe.

Les catastrophes sont de plus en plus faciles à prévoir, les progrès technologiques ayant rendu les informations d'alerte précoce plus précises et plus accessibles que jamais. Étendre les systèmes d'alerte précoce à l'agriculture permet une action d'anticipation: sur la base de l'analyse et de la prévision des risques, des interventions sont déclenchées avant qu'une crise ne dégénère en urgence humanitaire, ce qui protège les moyens d'existence et améliore la résilience.

Les systèmes d'alerte précoce soutiennent par ailleurs la fourniture de services climatiques, en

particulier de services climatiques participatifs, qui associent les connaissances locales aux données scientifiques des systèmes et modèles agrométéorologiques en vue de formuler des recommandations agricoles susceptibles d'aider les agriculteurs à prendre des décisions en temps voulu en ce qui concerne la sélection des espèces cultivées, les calendriers de plantation et l'utilisation de l'eau.

Enfin, une planification et une gouvernance de l'agriculture tenant compte des risques sont essentielles au renforcement de la résilience, et nécessitent d'intégrer la question des risques de catastrophe aux politiques et aux stratégies. Il s'agit notamment de mener des évaluations des risques dans le cadre de la gestion des terres et des eaux et de favoriser une planification de l'utilisation des terres qui réduise l'exposition et la vulnérabilité aux risques, dans le cadre des processus de planification intégrée de l'utilisation des terres.

Élément catalyseur 5: financements et investissements durables

Investir dans la mise en valeur des terres et des eaux tout en répondant aux objectifs apparemment contradictoires de hausse de la productivité agricole et de préservation des ressources naturelles représente un défi pour tous les gouvernements. Bien que le financement de la gestion de l'eau agricole ait nettement augmenté, l'allocation des ressources reste fortement orientée en faveur de projets conventionnels à grande échelle, l'accent étant souvent mis sur l'irrigation (Ghosh *et al.*, 2022; Huber-Lee *et al.*, 2021). Trop souvent, ces investissements privilégient les gains de productivité à court terme au détriment de la durabilité à long terme, et ne tiennent pas compte de la dégradation potentielle des ressources naturelles, notamment des terres, des eaux et des sols. Les observations récentes suggèrent toutefois une évolution vers des investissements plus durables et inclusifs, grâce à la reconnaissance croissante de l'interdépendance entre la gestion de l'eau, la durabilité environnementale et le développement socioéconomique.

Si l'on veut accroître les investissements dans la gestion durable des terres, des capitaux supplémentaires sont nécessaires. Les estimations récentes évaluent le déficit de financement en

capital naturel entre 598 et 824 milliards d'USD par an, les niveaux de financement actuels ne couvrant que 16 à 19 pour cent du total des fonds nécessaires pour enrayer la perte de biodiversité (Deutz *et al.*, 2020). La transition vers des investissements durables dans la gestion des terres agricoles et de l'eau nécessite des efforts coordonnés de la part des gouvernements, des institutions financières et du secteur privé. La voie vers un avenir durable est à tracer en rendant possible un environnement favorable qui soutienne des investissements intégrés, inclusifs et tournés vers l'avenir en ce qui concerne les ressources en terres, en sols et en eau.

Dans bien des cas, les instruments financiers ne sont pas adaptés. Il existe peu de produits financiers qui répondent aux besoins des petits exploitants et aux initiatives communautaires en matière de gestion de l'eau, et les investissements insuffisants des institutions financières conventionnelles dans la conservation et la gestion des terres tendent à privilégier les projets à grande échelle et à forte intensité de capital, laissant les pratiques durables à petite échelle en situation de sous-financement. Il est nécessaire de mettre au point des instruments financiers novateurs qui prennent en compte comme il convient les besoins des agriculteurs en matière d'investissements dans la mise en valeur des terres et des eaux. Les modèles de financement mixte, les obligations vertes et les investissements à impact sont autant d'exemples d'instruments tout à la fois favorables à la durabilité et potentiellement attractifs pour l'investissement privé.

Le financement de l'action climatique, notamment le nouveau mécanisme de crédits carbone (mécanisme de crédits de l'Accord de Paris), présente un potentiel pour les petits exploitants agricoles en ce qu'il leur permet de générer des revenus grâce aux crédits carbone lorsqu'ils mettent en œuvre des pratiques agricoles durables. Ces pratiques peuvent générer des crédits carbone et apporter des avantages supplémentaires, tels qu'une meilleure santé des sols, une productivité accrue et une plus grande résilience face au changement climatique. Cependant, certains éléments continuent de faire obstacle à l'accessibilité et à l'équité pour les petits exploitants, notamment les coûts élevés de certification et la volatilité des marchés. Les modèles d'agrégation, les plateformes numériques

et le soutien financier peuvent aider les agriculteurs à accéder aux marchés du carbone et à porter à leur maximum les bénéfices économiques et environnementaux^t.

Les investissements privilégient souvent les gains financiers à court terme au détriment de la durabilité à long terme. Cette vision étroite donne lieu à des investissements qui peuvent certes accroître temporairement la productivité, mais qui contribuent à terme à la dégradation des ressources en terres et en eau. Encourager les investisseurs à adopter une perspective à long terme est essentiel à la durabilité des ressources en terres, en sols et en eau. Il est possible d'y parvenir en opérant la formalisation des régimes fonciers et en mettant en œuvre des incitations fiscales, des subventions et d'autres mécanismes financiers qui récompensent les pratiques durables et les stratégies d'investissement à long terme.

Stimuler les investissements en faveur de la biodiversité, de la conservation et de l'adaptation des écosystèmes face au changement climatique devient prioritaire. Investir dans la gestion durable des terres passe entre autres par le financement d'entreprises contribuant à la biodiversité et à l'adaptation, notamment à la gestion durable des forêts et à l'agriculture durable, par des investissements dans les infrastructures vertes, les projets axés sur l'atténuation des effets du changement climatique et le paiement des services écosystémiques (BEI, non daté). Non seulement ces activités génèrent des revenus pour les communautés locales, protègent les ressources naturelles telles que les forêts et l'eau, et restaurent les terres dégradées, mais les investissements en question peuvent aussi produire des gains financiers. Ces dernières années, des banques, des entreprises et d'autres investisseurs tournés vers l'avenir se sont engagés à mettre à disposition des capitaux, en prenant en compte non seulement les rendements financiers, mais aussi l'équité sociale et l'environnement dans les retours sur investissements (IDH, 2021).

^t Le Fonds international de développement agricole, avec le soutien financier de la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH (l'Agence allemande de coopération internationale [GIZ]), met en avant un mécanisme de ce type en Éthiopie, dans le cadre du programme CompensAction (voir: <https://compensaction.com/ethiopia>).

Il devient de plus en plus important d'améliorer l'environnement des investissements du secteur privé. Une approche prometteuse s'agissant d'accroître la participation active des agriculteurs dans les investissements en faveur de l'irrigation est mise en avant par la Banque mondiale, sous le nom de «développement de l'irrigation piloté par les agriculteurs»^u – l'objectif est d'améliorer l'environnement des investissements du secteur privé en donnant aux petits exploitants les moyens de concevoir et de gérer leurs systèmes d'irrigation. Elle encourage les partenariats collaboratifs entre les agriculteurs, les institutions gouvernementales et les investisseurs privés, ce qui crée un climat d'investissement plus sûr. En réduisant les risques et en augmentant les retours sur investissement par des pratiques durables, le développement de l'irrigation piloté par les agriculteurs favorise un investissement accru dans les infrastructures rurales. Ce modèle novateur instaure la confiance, encourage l'adoption de technologies et institue un cadre reproductible, ce qui permet de mettre en œuvre à plus grande échelle des initiatives de développement rural impulsées par le secteur privé et, ainsi, d'entraîner une croissance économique durable.

Enfin, investir dans le capital immatériel, notamment le renforcement des capacités, les services de vulgarisation et les plateformes numériques, peut fournir aux agriculteurs les connaissances nécessaires pour adopter des pratiques durables. Les partenariats public-privé peuvent jouer un rôle important dans la diffusion des technologies et de l'information auprès des communautés rurales. Investir dans les infrastructures rurales, notamment en ce qui concerne la connectivité internet et les solutions énergétiques abordables, est essentiel pour surmonter les obstacles à la communication. Les partenariats public-privé peuvent venir à l'appui de ces processus, et les pouvoirs publics peuvent inciter les fournisseurs de technologies à étendre leurs services aux zones mal desservies. De plus, les modèles de financement participatif, où les agriculteurs mettent leurs ressources en commun pour partager des technologies, peuvent aussi être efficaces. Il est aussi urgent d'investir dans les systèmes d'alerte précoce

^u Voir: <https://www.worldbank.org/en/topic/water/brief/farmer-led-irrigation-development-flid>

et les services d'information sur le climat, qui fournissent en temps voulu aux agriculteurs des données précises leur permettant de prendre des décisions éclairées en temps réel, et de mieux s'adapter à des conditions environnementales de plus en plus imprévisibles et changeantes, avec pour effet en bout de chaîne de préserver leurs moyens d'existence et de renforcer leur sécurité alimentaire.

Élément catalyseur 6: innovation

Favoriser l'innovation en matière de gestion durable des terres et de l'eau nécessite un environnement adéquat. Une utilisation plus productive de l'eau d'irrigation, par exemple, peut être obtenue en augmentant les rendements des cultures et en réduisant l'évapotranspiration. Les fortes différences de productivité de l'eau (volume produit par unité d'eau consommée) d'un pays à l'autre s'expliquent par l'accès des agriculteurs à des intrants agricoles modernes, à des systèmes d'irrigation efficaces et à une meilleure gestion des sols et de l'eau.

Une erreur courante lorsque l'on cherche à accroître la productivité de l'eau est de se focaliser uniquement sur la réduction des pertes au niveau des exploitations, sans tenir compte des implications au niveau du système hydrique. En général, dans l'irrigation conventionnelle, une part importante de l'eau utilisée pour les cultures s'infiltre dans le sol sans être utilisée par les plantes. Les efforts et les mesures incitatives visant à réduire ces «pertes» ne tiennent pas compte du fait que l'eau non utilisée peut recharger les aquifères ou s'écouler dans des drains pour être réutilisée plus en aval. La réduction des pertes au niveau des exploitations ne se traduit donc pas nécessairement par une utilisation plus efficace de l'eau à l'échelle du bassin et peut entraîner des changements non souhaités dans la répartition de l'eau au sein du bassin.

Le renforcement de la fiabilité des approvisionnements ainsi que de la souplesse au niveau du calendrier d'irrigation et de la quantité d'eau à utiliser sont deux préoccupations qui influent fortement sur la prise de décision des agriculteurs en matière d'investissement. Lorsque l'approvisionnement en eau est imprévisible, les exploitants ont tendance à cultiver des espèces

résistantes au stress hydrique et aux variations du calendrier d'irrigation. Ces cultures sont généralement caractérisées par de faibles rendements et une faible valeur marchande.

La modernisation des systèmes d'irrigation peut contribuer à une plus grande efficacité de l'irrigation dans un contexte de pénurie d'eau croissante, ainsi qu'à des services plus fiables et plus rentables, adaptés aux besoins des agriculteurs et qui permettent une productivité accrue afin de répondre à la demande croissante. Dans les systèmes d'irrigation davantage axés sur la demande et les services, des outils novateurs peuvent aider les agriculteurs à déterminer le moment idéal et le volume d'eau optimal de l'irrigation. Ces outils mettent à profit des informations en temps réel sur l'évapotranspiration et l'humidité des sols pour optimiser les pratiques d'irrigation au sein des exploitations. L'innovation passe donc autant, si ce n'est plus, par un changement au niveau des capacités de gestion que par des mises à niveau technologiques.

Plusieurs innovations clés améliorent la gestion durable des terres, particulièrement dans les domaines de la technologie, des pratiques d'utilisation des terres, de la gouvernance et du financement. Les avancées technologiques telles que l'agriculture de précision utilisent le système de positionnement mondial (GPS), des capteurs et l'analyse de données pour optimiser les intrants et stimuler la productivité, tandis que la télédétection facilite la surveillance de l'état des sols. Les méthodes agricoles durables, comme l'agroforesterie, l'agriculture de conservation et la gestion intégrée de la fertilité des sols, contribuent au maintien de la santé et de la productivité des sols. Sur les terrains inclinés, la culture en terrasses et en courbes de niveau sont efficaces pour réduire l'érosion. Les innovations en matière de gouvernance portent sur la sécurité foncière, qui favorise les investissements à long terme, et la planification communautaire de l'utilisation des terres, propice à la responsabilité locale. Certains outils financiers, par exemple les subventions intelligentes face au climat, soutiennent la restauration des terres et les pratiques durables. Plus globalement, la planification intégrée de l'utilisation des terres et la gestion intégrée des paysages harmonisent les efforts entre les secteurs, tandis que le cadre de neutralité en matière

ENCADRE 24 APPROCHE DES ÉCOLES PRATIQUES D'AGRICULTURE

Le concept des écoles pratiques d'agriculture, lancé en Indonésie à la fin des années 1980 par la FAO, est aujourd'hui présent dans plus de 90 pays. Il permet à des centaines de milliers d'agriculteurs, d'éleveurs et de pêcheurs d'acquérir les connaissances nécessaires non seulement pour stimuler leur productivité, mais aussi pour préserver les écosystèmes qui soutiennent leurs moyens d'existence. Reconnaisant les menaces

à long terme que créent les pratiques agricoles non durables, l'approche des écoles pratiques d'agriculture met désormais l'accent sur la gestion holistique des agroécosystèmes, offrant aux agriculteurs des formations sur tous les aspects de cette gestion, de l'amélioration de la santé des sols et de la gestion de l'eau à la régénération des paysages dégradés en passant par la lutte contre le changement climatique.

de dégradation des terres vise à compenser la dégradation par la restauration, garantissant ainsi l'absence de perte nette de terres productives.

Élément catalyseur 7: renforcement institutionnalisé des capacités

Les approches contemporaines de la vulgarisation visent à doter les agriculteurs, les communautés et les techniciens des outils et des compétences nécessaires pour améliorer leurs revenus et leur sécurité alimentaire tout en favorisant la durabilité environnementale. L'intégration de démarches participatives, d'outils numériques et de techniques agricoles novatrices, compte dûment tenu de la valeur essentielle des savoirs locaux, constitue la pierre angulaire de la stratégie moderne face aux défis complexes de la gestion durable des ressources.

Comprendre et aborder le renforcement des capacités dans toutes ses dimensions nécessite de recourir à des approches intégrées et à niveaux multiples, et de développer des compétences techniques et fonctionnelles. Le partage des connaissances est une stratégie précieuse, où les agriculteurs s'associent et apprennent les uns des autres grâce à des expériences concrètes, des discussions et des démonstrations pratiques. Une autre approche intégrée importante consiste en des initiatives de formation participative, par exemple sur la gestion des bassins versants et la planification intégrée de l'utilisation des terres, dans le cadre desquelles les communautés participent à la gestion durable des ressources naturelles.

La FAO a mis au point deux programmes clés de formation entre pairs présentant un intérêt pour la gestion des terres et des eaux: les écoles pratiques d'agriculture (voir l'encadré 24) et le Programme mondial des docteurs des sols. Non seulement l'approche des écoles pratiques d'agriculture s'appuie sur les capacités techniques des agriculteurs, mais elle contribue aussi largement au développement communautaire, notamment en favorisant la dynamique sociale, l'égalité des sexes et l'inclusion sociale. L'un des éléments clés sur lesquels les écoles pratiques d'agriculture doivent s'appuyer pour réussir à relever ces défis est un modèle d'apprentissage participatif. Plutôt que de proposer des solutions descendantes, les écoles pratiques d'agriculture permettent aux agriculteurs d'expérimenter, d'observer et d'apprendre par la pratique, ce qui les aide à comprendre des processus fondamentaux tels que les interactions sol-plante-eau, la biodiversité et le cycle des nutriments. La force du modèle des écoles pratiques d'agriculture réside dans son caractère collaboratif. Par exemple, dans le bassin versant de la rivière Kagera, partagé par le Burundi, le Rwanda, l'Ouganda et la République-Unie de Tanzanie, des groupes issus d'écoles pratiques d'agriculture ont assuré la restauration de terres dégradées, l'amélioration de la biodiversité et la préservation de l'eau dans des bassins versants entiers (FAO, 2017). Dans l'Andhra Pradesh (Inde), l'approche des écoles pratiques d'agriculture a soutenu l'initiative d'agriculture naturelle à gestion communautaire^v et montré son potentiel de régénération des écosystèmes et d'amélioration simultanée des moyens d'existence.

^v Pour plus d'informations, voir: <https://apcnf.in> (en anglais).

Pour relever efficacement les défis liés aux terres, aux sols et à l'eau, l'approche des écoles pratiques d'agriculture a adapté ses méthodes à une perspective intégrée à l'échelle du paysage, encourageant les agriculteurs à considérer leurs exploitations comme faisant partie d'un écosystème plus vaste et à apprendre à créer de la matière organique, à consolider la structure du sol et à améliorer la rétention d'eau. Ces pratiques aident les agriculteurs à favoriser la séquestration du carbone et à atténuer les effets des sécheresses, autant d'éléments essentiels à la résilience climatique. En donnant aux exploitants agricoles les moyens de gérer intelligemment leurs ressources naturelles, les écoles pratiques d'agriculture œuvrent à l'édification de systèmes agricoles résilients, capables de résister aux pressions environnementales, tout en préservant la santé à long terme de la planète.

Depuis 2020, la FAO a par ailleurs mis en œuvre le Programme mondial des docteurs des sols, en vue de résoudre des questions telles que l'emploi inapproprié des engrais et des pesticides organiques et minéraux, de mettre fin à la méconnaissance de l'état des sols, et de promouvoir une gestion durable de ceux-ci^w. Parmi les points forts du Programme, on peut citer sa grande adaptabilité aux conditions locales et les possibilités de collaboration offertes avec les parties prenantes nationales, notamment les universités, les gouvernements, le secteur privé et les communautés agricoles. Il apporte des solutions efficaces pour relever les défis de la gestion des sols et crée un système autonome à l'échelle nationale. À ce jour, plus de 15 000 agriculteurs répartis dans 28 pays ont été formés grâce à des supports pédagogiques traduits dans plus de 20 langues locales. Le programme compte à son actif plusieurs exemples de réussite, où des agriculteurs locaux porte-flambeau, appelés «docteurs des sols», forment d'autres agriculteurs aux méthodes permettant de contrer les menaces qui pèsent sur les sols. À Xochimilco (Mexique), par exemple, les exploitants agricoles apprennent à gérer la salinité des sols à l'aide du compost et des filtres à eau, et à la surveiller en mesurant le pH du sol. Au Togo, ils apprennent à surveiller les effets négatifs des incendies de forêt sur les sols,

au moyen d'une évaluation visuelle de la matière organique du sol, du développement racinaire et de la rétention d'eau.

Les programmes de formation entre pairs de la FAO déploient des stratégies et des outils de communication pour promouvoir la transformation sociale, le développement et l'adoption de pratiques durables au sein des communautés. La communication pour le développement (ComDev) joue un rôle essentiel en associant les processus participatifs à l'utilisation de médias et de solutions numériques susceptibles d'être adoptés par les agriculteurs familiaux, les communautés rurales et les institutions. La ComDev mobilise divers canaux de communication, tels que la radio, la téléphonie mobile, les réseaux sociaux, les réunions communautaires et la vidéo participative, pour atteindre un public plus large, y compris dans les zones isolées ou mal desservies. Cette stratégie plurimédias permet de faire en sorte que les agriculteurs, quel que soit leur niveau d'accès aux technologies, puissent tirer profit des informations fournies. Elle garantit par ailleurs la pertinence des solutions au niveau local et l'adhésion des agriculteurs aux changements préconisés. De plus, la ComDev favorise la coproduction de savoirs en encourageant les agriculteurs à partager leurs propres expériences, ainsi que les savoirs traditionnels ou autochtones, qui peuvent être intégrés aux modules de formation. En Zambie, le partenariat mondial de recherche CGIAR soutient des émissions de télé-réalité créées par des diffuseurs nationaux destinées à enseigner l'agriculture intelligente face au climat et à fournir chaque semaine des services d'information sur le climat à des millions d'agriculteurs (CGIAR, non daté). La consolidation des services de vulgarisation par un renforcement des capacités participatif, l'augmentation du nombre d'agents de vulgarisation formés et l'intégration des langues locales aux supports de formation sont autant d'éléments essentiels. Compte tenu des résultats positifs que les modèles d'apprentissage entre pairs permettent d'obtenir, il convient de les promouvoir davantage en élargissant les approches et les domaines thématiques couverts, en renforçant les principes d'inclusivité et de prise en compte des questions de genre, et en respectant les traditions locales, tout en encourageant la connaissance et l'utilisation des technologies numériques. Adapter ces approches à des interventions ciblées peut

^w Pour plus d'informations, voir: <https://www.fao.org/global-soil-partnership/soil-doctors-programme/about-the-programme/fr>

ENCADRE 25 PRIORITY AU RENFORCEMENT DES CAPACITÉS INSTITUTIONNELLES

Les investissements en faveur du renforcement des capacités devraient être axés sur les institutions plutôt que sur les individus. Les institutions qui répondent aux besoins des agriculteurs et des agents de vulgarisation sont susceptibles de fournir un cadre de soutien à même de porter les bénéfices à leur maximum. Idéalement, elles devraient se situer à proximité des groupes cibles; c'est le cas des écoles pratiques d'agriculture et des centres de vulgarisation, où l'école ou le centre constituent le lieu de référence de la formation. La responsabilité

institutionnelle peut aussi être encouragée par le modèle de formation des formateurs ou par des dispositifs mettant l'accent à la fois sur le stagiaire individuel et sur son foyer, ce qui inscrit les résultats d'apprentissage dans la durée. À long terme, le renforcement des capacités institutionnelles produira une masse critique de personnes formées qui deviendront progressivement des experts dotés des connaissances et des technologies les plus récentes et adopteront les meilleures pratiques pour exercer leurs activités.

considérablement accélérer l'adoption de pratiques durables en matière de gestion des terres, des sols et de l'eau, ce qui *in fine* favorisera la durabilité et la résilience agricoles à long terme (voir l'encadré 25).

PERSPECTIVES D'AVENIR: SOLUTIONS POSSIBLES POUR UN ENVIRONNEMENT FAVORABLE ET EFFICACE

L'urgence de transposer à plus grande échelle les différentes solutions aux crises interconnectées du climat, des terres et de l'eau est reconnue dans de nombreux cadres internationaux, comme la Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification, le Cadre mondial de la biodiversité de Kunming-Montréal de la Convention sur la diversité biologique, la Conférence des Nations Unies sur l'eau de 2023, le Sommet des ODD de 2023 et le Cadre mondial contre la pénurie d'eau dans l'agriculture. C'est aussi une priorité de la FAO, comme en témoigne l'adoption par l'Organisation du Cadre conceptuel pour la gestion intégrée des terres et des eaux (FAO, 2025b). Ce cadre expose la vision de l'Organisation en matière de gestion intégrée des ressources en terres et en eau, ainsi que sa mission, ses cinq résultantes, les moyens de les atteindre et les liens avec les domaines prioritaires du Programme définis dans

le Cadre stratégique de la FAO pour 2022-2031 (voir la figure 28).

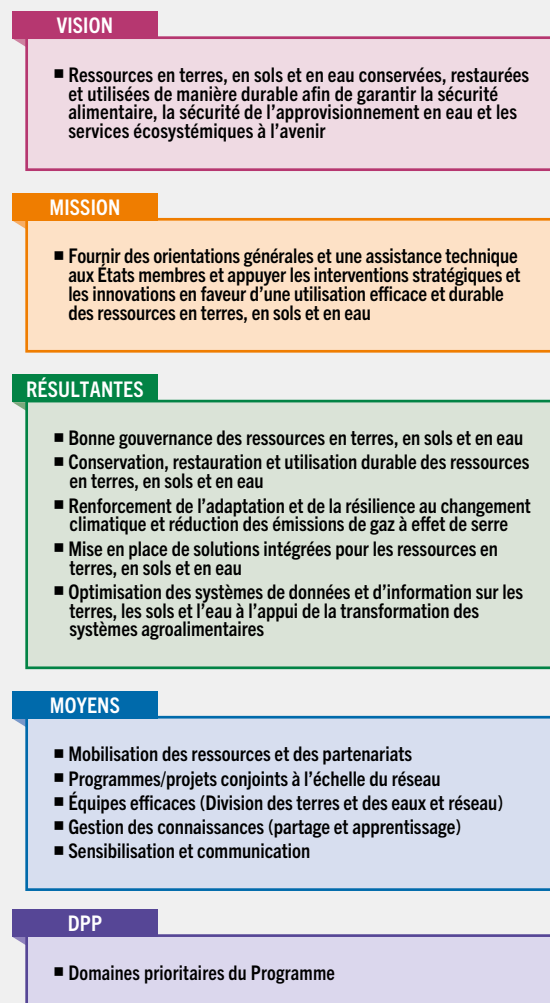
La **Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification** part du principe que le changement climatique, la dégradation des terres et la pénurie d'eau sont étroitement liés et que ces trois problématiques ne sauraient être traitées séparément. La dégradation des terres exacerbe les effets sur le climat et les pénuries d'eau, tandis que le changement climatique accélère la désertification et perturbe les cycles de l'eau (Orr *et al.*, 2017). La Convention souligne l'importance de créer un environnement favorable à la neutralité en matière de dégradation des terres qui renforce le bien-être des utilisateurs des terres et de ceux dont les moyens d'existence dépendent de celles-ci (Verburg *et al.*, 2019). En 2024, à sa seizième session, la Conférence des parties à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, qui s'est tenue à Riyad, a adopté la décision 19/COP16 sur les moyens d'éviter, de réduire et d'inverser le processus de dégradation des terres et des sols agricoles^x. Cette décision appelle à promouvoir une utilisation durable des terres afin de prévenir et d'inverser le processus de dégradation des terres et des sols agricoles dans le contexte du changement climatique et de la dégradation de l'environnement. Elle devrait influencer sur les débats futurs et renforcer l'engagement des ministères de l'agriculture et des exploitants agricoles.

x Voir: <https://www.unccd.int/sites/default/files/2025-03/19-cop16.pdf>

Le **Cadre mondial de la biodiversité de Kunming-Montréal**, adopté en 2022, fixe des objectifs jusqu'en 2030 pour la protection de la nature, notamment en ce qui concerne les terres, les sols et les ressources en eau, ainsi que les agroécosystèmes. Il désigne le changement d'affectation des terres comme principal facteur direct d'appauvrissement de la biodiversité, étant donné que c'est celui qui a eu les plus fortes répercussions négatives sur les écosystèmes terrestres depuis 1970, l'expansion agricole étant la forme la plus répandue de changement d'affectation des terres. L'objectif 1 vise à ramener quasiment à zéro la perte de zones à forte biodiversité d'ici 2030, grâce à un aménagement du territoire participatif et intégré qui englobe la biodiversité. L'objectif 2 vise à faire en sorte que d'ici 2030, au moins 30 pour cent des zones dégradées fassent l'objet d'une restauration efficace; cet objectif est lié à la **Décennie des Nations Unies pour la restauration des écosystèmes 2021-2030**. Les pays sont encouragés à intégrer la restauration efficace des écosystèmes dans leurs politiques et projets, ainsi qu'à s'appuyer sur les initiatives de restauration existantes et à les renforcer afin de transposer les bonnes pratiques à plus vaste échelle. Parmi les initiatives régionales de restauration, on citera le Programme d'action panafricain sur la restauration des écosystèmes pour une résilience accrue (CDB, 2018).

Les activités de restauration efficaces consistent notamment à réduire les utilisations non durables des ressources, à restaurer les fonctions et services écosystémiques – par exemple grâce à des pratiques agroécologiques et des solutions fondées sur la nature – et à limiter ou éliminer les contaminants et les polluants, notamment les pesticides et les herbicides (FAO *et al.*, 2021). La restauration est ainsi liée à la cible 11 du Cadre mondial de la biodiversité, qui appelle les pays à «restaurer, maintenir et améliorer les contributions de la nature aux populations, y compris les fonctions et services des écosystèmes, tels que la régulation de l'air, de l'eau et du climat, la santé des sols, la pollinisation et la réduction des risques de maladies, ainsi que la protection contre les risques et catastrophes naturelles, grâce à des solutions fondées sur la nature et/ou des approches basées sur les écosystèmes pour le bénéfice de tous et de la

FIGURE 28 CADRE CONCEPTUEL DE LA FAO POUR LA GESTION INTÉGRÉE DES RESSOURCES EN TERRES ET EN EAU



SOURCE: D'après FAO. 2025. *FAO Conceptual Framework for Integrated Land and Water Resources Management*. Rome. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/cd4847en>

nature»^y. Cette nouvelle priorité accordée à la mise en œuvre d'approches écosystémiques offre d'importantes possibilités d'innover et de créer un développement qui favorise le bien-être et la résilience des populations et de la nature.

^y Pour en savoir plus sur la cible 11 du Cadre mondial de la biodiversité de Kunming-Montréal, voir: <https://www.cbd.int/gbf/targets/11>

La **Conférence des Nations Unies sur l'eau de 2023** (ONU, 2023a), qui s'est tenue à New York (États-Unis d'Amérique), a énoncé que le cycle de l'eau dans le monde connaissait un déséquilibre. La Commission mondiale sur l'économie de l'eau^z, qui s'est réunie en amont de la Conférence, a souligné l'importance de gérer l'eau comme un bien public mondial, reconnaissant les liens d'interdépendance de plus en plus étroits entre la crise de l'eau, le changement climatique et la perte du capital naturel de la Terre, et la manière dont la thématique de l'eau infusait l'ensemble des 17 objectifs de développement durable (Mazzucato *et al.*, 2024). La Conférence a appelé à décorréliser la production d'aliments et d'énergie de la consommation d'eau, soulignant la nécessité de recourir à des sources alimentaires intelligentes face au climat afin de contribuer à la durabilité et à l'adaptation de l'agriculture, à l'amélioration de l'efficacité de la chaîne d'approvisionnement et à l'autonomisation des petites communautés. Elle a cité l'amélioration de l'efficacité d'utilisation de l'eau agricole et la lutte contre les sources de pollution de l'eau comme puissants moyens de parvenir à assurer une gestion plus durable de l'eau dans le secteur agricole et à réduire la pression sur les écosystèmes et les sociétés. Bien que le document final de la Conférence ne soit pas juridiquement contraignant pour les pays, la Conférence a joué un rôle essentiel dans l'amélioration de la gouvernance de l'eau aux niveaux mondial, régional et national.

L'édition 2023 du **Sommet sur les objectifs de développement durable (ODD)**, qui s'est également tenu à New York (États-Unis d'Amérique), a réaffirmé l'engagement pris par les pays et le système des Nations Unies en faveur de l'accélération de la mise en œuvre du Programme de développement durable à l'horizon 2030. En ce qui concerne l'ODD 2 (Élimination de la faim), la Conférence s'est engagée à accélérer l'action visant à éliminer la faim et l'insécurité alimentaire, notamment par la promotion d'une agriculture et de systèmes alimentaires durables et résilients. En ce qui concerne l'ODD 6 (Eau propre et assainissement), la Conférence s'est engagée à lutter contre la pénurie d'eau et à jouer un rôle moteur s'agissant de faire en sorte que la crise mondiale de l'eau laisse place à un monde de durabilité des ressources en eau (ONU, 2023b).

Le **Cadre mondial contre la pénurie d'eau dans l'agriculture**, partenariat hébergé par la FAO, constitue un mécanisme mondial important pour favoriser cette transformation. Les partenaires de ce Cadre, dont les gouvernements nationaux, ont constaté que les régimes pluviométriques en évolution (y compris les sécheresses et les inondations qui en résultent), l'augmentation de la pollution de l'eau, la détérioration de la qualité de l'eau et le réchauffement climatique menacent la sécurité alimentaire, la sécurité de l'approvisionnement en eau et les moyens d'existence des agriculteurs et des populations du monde entier^{aa}. Les partenaires se sont engagés à améliorer la gouvernance de l'eau afin de faire face aux effets de la pénurie d'eau et du changement climatique sur la sécurité alimentaire mondiale, de créer des systèmes agroalimentaires durables, résilients et inclusifs, et de placer l'agriculture au cœur du débat international sur le changement climatique. L'un des principaux axes d'action consiste à renforcer la collaboration au niveau national pour lutter contre la pénurie d'eau dans le secteur de l'agriculture. Les ministères de l'agriculture, de l'eau et de l'environnement, ainsi que les autres ministères liés aux ressources en eau, doivent unir leurs efforts et agir en coopération les uns avec les autres concernant les approches en matière de politiques, les cadres juridiques et institutionnels, les investissements, les données, l'information et le partage des connaissances. Cette collaboration peut notamment prendre la forme d'initiatives régionales, telles que les programmes régionaux de lutte contre la pénurie d'eau et la **Plateforme technique interrégionale sur la pénurie d'eau**^{ab}. ■

aa Pour plus d'informations, voir: <https://www.fao.org/wasag/news/news-detail/Outcomes-of-the-High-Level-Rome-Water-Dialogue-on-WASAG-The-Global-Framework-on-Water-Scarcity-in-Agriculture-17-October-2024/en>

ab Pour en savoir plus, voir: <https://www.fao.org/platforms/water-scarcity/en> (en anglais).

z Voir: <https://www.watercommission.org>

A photograph of a person working in a terraced rice field in Longji, Guangxi, China. The person is wearing a blue shirt, dark pants, and a straw hat, and is using a long-handled tool to work the rice. The field is filled with lush green rice plants. In the background, there are rolling hills with terraced rice fields, and a cloudy sky with soft light.

CHINE

Travail dans les rizières
en terrasses de Longji,
dans le Guangxi.
© Guang Sheng

CHAPITRE 6

CONCLUSIONS

DÉFIS ET ENJEUX

La terre, le sol et l'eau sont à la base de la production agricole. Selon les estimations de la FAO, pour répondre aux demandes d'une population mondiale en expansion, l'agriculture devra produire d'ici à 2050 environ 50 pour cent de denrées alimentaires, d'aliments pour animaux et de fibres en plus qu'en 2012. Cette augmentation de la production accentuera encore les pressions déjà fortes qui pèsent sur les ressources en eau, en terres et en sols dans le monde.

La productivité des terres a considérablement augmenté en réponse à la demande croissante, mais souvent avec un effet négatif sur l'environnement.

La dégradation des terres due à l'activité humaine touche les terres agricoles et les personnes qui en dépendent pour leur subsistance.

La pression sans précédent exercée sur les ressources en terres, en sols et en eau et la concurrence entre les secteurs produisent de plus en plus d'effets sur l'agriculture, qui s'accompagnent d'une perte de terres productives et d'une réduction de la disponibilité des ressources en eau.

Les inégalités sociales et les inégalités de genre persistent s'agissant de l'accès aux ressources en terres et en eau, de leur gouvernance et de leur contrôle, ce qui compromet la sécurité alimentaire, en particulier pour les groupes les plus vulnérables.

Le changement climatique a des effets sur toutes les composantes des systèmes agroalimentaires, y compris les ressources en terres, en sols et en eau. La gestion durable de ces ressources essentielles peut jouer un rôle important pour ce qui est d'atténuer le changement climatique et de

s'adapter à ses effets. Toutefois, les investissements et le financement pour le climat restent rares et insuffisants.

Il convient de planifier avec soin toutes les mesures visant à atténuer le changement climatique et à s'y adapter afin d'éviter une mauvaise adaptation ou des conséquences indésirables, par exemple une pression supplémentaire sur des ressources en eau déjà rares ou une dégradation accrue des ressources en terres. ■

SITUATION ET TENDANCES

L'agriculture est le secteur économique qui a, de loin, l'impact le plus important sur les ressources en terres et en eau.

Plus de 1 660 millions d'hectares de terres, soit plus de 10 pour cent de la superficie des terres émergées dans le monde, ont été dégradés par des pratiques non durables d'utilisation et de gestion des terres (dégradation due à l'activité humaine), et plus de 60 pour cent de cette dégradation se produit sur des terres agricoles (dont des terres cultivées et des pâturages).

De 1964 à 2023, l'essentiel de l'augmentation de la production agricole s'explique par l'intensification – par exemple, par l'amélioration des semences et l'adoption de pratiques agronomiques, un meilleur accès à l'eau et une utilisation plus systématique des engrais – les terres agricoles s'étant étendues de seulement 8 pour cent.

De 2001 à 2023, la superficie totale des terres agricoles a légèrement diminué: la superficie des terres cultivées a augmenté d'environ 78 millions d'hectares (augmentation de 5 pour cent), tandis que celle des pâturages a baissé de 151 millions d'hectares (baisse de 4 pour cent).

Les superficies plantées de cultures permanentes, notamment de palmiers à huile, de caféiers, de théiers et d'autres cultures arboricoles, ont crû de 42 pour cent de 2001 à 2023.

Les terres irriguées sont 3,2 fois plus productives que les terres non irriguées. En 2022, 22,5 pour cent de toutes les terres cultivées étaient irriguées et ont produit 48 pour cent de la valeur économique totale de la production agricole. En moyenne, le rendement des terres irriguées est supérieur de 76 pour cent à celui des terres non irriguées.

L'intensification a permis de limiter l'expansion des terres agricoles (et même, dans certains endroits, de réduire leur superficie) et l'empiètement sur d'autres terres.

L'augmentation de la production agricole, que ce soit par l'extension ou par l'intensification, s'est accompagnée de coûts environnementaux élevés, contribuant à une part substantielle des émissions de gaz à effet de serre et de l'appauvrissement de la biodiversité, dégradant les écosystèmes terrestres et ceux des eaux intérieures, polluant les sols et les aquifères, et poussant les prélèvements d'eau à des niveaux non durables dans un nombre croissant de régions.

Environ un sixième de la population mondiale (soit 1,2 milliard de personnes) vit dans des zones agricoles (rurales et urbaines) qui manquent cruellement d'eau. Quelque 72 pour cent des prélèvements d'eau douce dans le monde sont destinés à l'agriculture. Il convient de déployer des efforts supplémentaires pour utiliser l'eau plus efficacement et pour garantir que les prélèvements d'eau – qu'il s'agisse d'eau de surface ou d'eau souterraine – s'effectuent dans les limites de la durabilité.

Les futurs modèles de développement agricole doivent reposer sur la transformation des systèmes agroalimentaires au service d'une meilleure production, d'une meilleure nutrition, d'un meilleur environnement et de meilleures conditions de vie, sans laisser personne de côté. La production supplémentaire nécessaire pour répondre à l'augmentation future de la demande doit passer par des systèmes de production plus efficaces, plus inclusifs, plus résilients et plus durables qui tiennent compte des dimensions

socioéconomiques et environnementales du développement durable. Il est essentiel de prendre en considération les différents risques, tels que ceux qui sont liés aux catastrophes naturelles ou d'origine humaine, aux épidémies et aux conflits. ■

POSSIBILITÉ DE PRODUIRE PLUS ET MIEUX

Il est possible de nourrir les 9,7 milliards de personnes que comptera, selon les prévisions, la population mondiale d'ici à 2050, et les quelque 10,3 milliards de personnes qui devraient peupler la planète quand la population mondiale culminera, vers 2085. Les conditions dans lesquelles cette production aura lieu détermineront les coûts environnementaux, sociaux et économiques qu'elle engendrera.

À l'échelle mondiale, les terres aptes à la culture s'étendent sur plus de 4 milliards d'hectares, ce qui représente une superficie non négligeable. Néanmoins, les possibilités d'expansion de l'agriculture sont limitées, puisque la poursuite de la conversion des terres en terres cultivées aurait des répercussions sur d'autres écosystèmes, notamment les forêts, les prairies et les zones humides.

L'évaluation de l'aptitude des terres à la culture présentée dans ce rapport porte uniquement sur leurs caractéristiques et ne tient pas compte de leur utilisation actuelle, ni de la question de savoir s'il serait acceptable de les convertir en terres cultivées. Par exemple, l'expansion de l'agriculture au détriment des forêts existantes n'est pas une option intéressante, même si ces terres recèlent un fort potentiel culturel.

Le rapport propose d'autres pistes d'expansion durable, pour accroître la production alimentaire tout en protégeant les zones forestières et les aires protégées, afin de tenir les engagements relatifs à l'utilisation durable des terres pris dans le cadre des conventions de Rio (Convention sur la diversité biologique, Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification et Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques) et des objectifs de développement durable.

Les terres propices à la culture ne sont pas réparties uniformément à travers le monde. Ainsi, certaines régions, par exemple l'Afrique et l'Amérique du Sud, offrent des possibilités d'expansion, tandis que d'autres, telles que le Proche-Orient, ont pour l'essentiel atteint leurs limites, certaines voyant même la superficie de leurs terres agricoles se réduire.

Le changement climatique a des effets sur l'aptitude des terres concernant de nombreuses cultures. Voilà pourquoi les zones propices à certaines cultures ont tendance à se déplacer vers des latitudes et des altitudes plus élevées. Pour certaines cultures, la demande d'eau à usage agricole va augmenter dans le cadre des scénarios climatiques futurs, tandis que l'approvisionnement en eau deviendra plus variable et moins fiable. Le changement climatique devrait entraîner une multiplication des phénomènes extrêmes, tels que les sécheresses. Pour que l'agriculture s'adapte à des sécheresses plus fréquentes, les zones où l'on pratique normalement l'agriculture pluviale devraient de plus en plus être aménagées pour l'irrigation. Dès que cet aménagement aura été effectué, les acteurs auront probablement recours à un complément d'irrigation pour accroître l'intensité de culture et les rendements.

La majeure partie de la production agricole s'effectue sur des terres agricoles de premier choix ou de bonnes terres. Toutefois, dans certaines régions, la pression démographique et le caractère limité des ressources obligent les agriculteurs à cultiver des terres marginales.

Les efforts que l'on déploiera pour répondre à la future demande de nourriture devront d'abord et avant tout être axés sur une utilisation plus efficace, plus durable et plus productive des terres agricoles existantes (l'intensification durable est capitale). Il est essentiel de veiller à ce que l'intensification se poursuive d'une manière beaucoup plus durable que par le passé. Dans le cadre de l'intensification, y compris les techniques de gestion de l'eau, la comptabilisation des ressources en eau est essentielle afin d'évaluer les conséquences de la disponibilité en ressources en eau pour les débits écologiques dans les bassins fluviaux et les aquifères.

Dans la plupart des régions en développement et pour la plupart des types de cultures, il est possible d'accroître fortement la productivité des terres. Cela peut se faire principalement en réduisant l'écart de rendement grâce à la sélection de cultures appropriées et à l'adoption de pratiques de gestion durables pour chaque culture.

Il est également possible d'accroître nettement la productivité de l'eau, mais beaucoup moins d'accroître la consommation de cette ressource, surtout dans les régions arides. On peut augmenter la productivité de l'eau en adoptant de meilleures pratiques de culture et de meilleures techniques de gestion de l'eau, par exemple des mesures de récupération de l'eau ou l'irrigation à la demande.

Il est possible d'améliorer la productivité des terres marginales en les utilisant de façon appropriée, en adoptant des pratiques visant à remédier aux facteurs qui limitent la production et en favorisant la création d'environnements porteurs. ■

SOLUTIONS TECHNIQUES POUR AMÉLIORER LA PRODUCTION

De nombreuses solutions techniques permettent de gérer durablement les terres, les sols et l'eau. Le choix des solutions à mettre en œuvre dépendra du contexte socioécologique et des systèmes de production en place, qui déterminent quel environnement porteur conviendra.

On peut améliorer la productivité de l'agriculture pluviale en adoptant l'agriculture de conservation, en utilisant des variétés de cultures tolérantes à la sécheresse, en mettant en œuvre des pratiques résistantes à la sécheresse (par exemple, la conservation de l'humidité du sol, la diversification des cultures ou encore le compostage organique) et en appliquant des systèmes de production diversifiés et adaptés (par exemple, l'agroforesterie, y compris les systèmes agrosylvopastoraux).

On peut améliorer la productivité de l'eau d'irrigation en associant gestion de l'eau et pratiques agronomiques. La modernisation de l'irrigation est essentielle pour combler les écarts de rendement et augmenter la productivité de l'eau et des terres.

On peut mieux gérer les terres et l'eau pour les pâturages et la production d'aliments pour animaux en améliorant la gestion de l'eau et les pratiques de pâturage, en sélectionnant des espèces tolérantes à la sécheresse et peu gourmandes en eau, en intégrant d'autres espèces fourragères et des légumineuses dans les pâturages et en adoptant des technologies d'élevage de précision.

L'agriculture urbaine et périurbaine n'a de cesse de gagner en importance en tant que composante des systèmes de production alimentaire dans le monde. La culture hydroponique, l'agriculture verticale et l'agriculture sur les toits sont des techniques éprouvées qui permettent d'accroître l'efficacité de l'agriculture urbaine et périurbaine et de réduire la concurrence pour la terre, l'eau, l'énergie et la main-d'œuvre.

Les forêts assurent la subsistance de millions de personnes et contribuent à la réalisation d'objectifs mondiaux, tels que l'atténuation du changement climatique, l'adaptation à ce changement et la conservation de la biodiversité.

La restauration des terres dégradées, la promotion de l'agroforesterie et la création de chaînes de valeur respectueuses de l'environnement pour les produits forestiers – y compris les produits forestiers non ligneux et les produits agricoles issus de cultures d'opportunité et de cultures traditionnelles adaptées aux environnements et aux cultures locaux – sont essentielles pour préserver et exploiter le potentiel des forêts et des arbres, ainsi que la riche agrobiodiversité locale, dans le cadre de systèmes agroalimentaires durables.

Les pêches intérieures recèlent un potentiel important d'augmentation de la production halieutique et nécessitent une approche intégrée de la gestion de l'eau. L'aquaculture continentale, qui connaît une croissance rapide, offre des possibilités de production alimentaire intégrée (par exemple, les systèmes de rizipisciculture).

Les techniques d'irrigation et de récupération de l'eau permettent de gérer l'humidité du sol et d'assurer aux cultures un approvisionnement en eau suffisant, ce qui accroît le potentiel des terres pour une production végétale accrue.

Le manque d'éléments nutritifs dans le sol et leur mauvaise qualité comptent parmi les principaux facteurs qui limitent la production dans de nombreuses régions. On peut s'attaquer à ce problème en adoptant de meilleures pratiques agricoles, notamment une utilisation plus efficace des éléments nutritifs, en favorisant un apport d'engrais équilibré grâce à l'intégration d'intrants organiques, une utilisation durable des engrais, la mécanisation, l'adoption de variétés de cultures améliorées et la promotion de l'agrobiodiversité et notamment de la culture de cultures d'opportunité qui soient adaptées aux conditions et aux cultures données.

Sur les terres agricoles dégradées, il est possible d'augmenter la production et la productivité en restaurant les terres et les sols, par l'adoption de pratiques durables de gestion des terres et des sols, tout en s'attaquant aux causes profondes de la dégradation des terres.

L'intégration de solutions sectorielles offre un modèle unifié de gestion durable des terres, de l'eau, des forêts et des ressources aquatiques qui prend en compte de multiples aspects de la sécurité alimentaire, de la résilience face au climat et de la durabilité environnementale. L'agroforesterie, le pâturage tournant et l'amélioration des fourrages ainsi que la rizipisciculture sont des exemples de ces approches intégrées. Ensemble, ces technologies et pratiques créent un cadre dans lequel l'utilisation durable des ressources est adaptée aux différents paysages et permet de renforcer la résilience face au climat. ■

ENVIRONNEMENT PORTEUR POUR LES SOLUTIONS TECHNIQUES

Des solutions durables et intégrées sont nécessaires pour faire face aux crises alimentaires et climatiques et aux crises qui touchent les terres, les sols, l'eau et la biodiversité, qui sont intimement liées.

Ces solutions comprennent la planification intégrée de l'utilisation des terres, la gestion intégrée des paysages et des ressources en eau, l'approche du nexus eau-énergie-alimentation-écosystèmes

(nexus WEFE), l'agroécologie et l'approche axée sur les systèmes agroalimentaires.

En adoptant l'approche du nexus WEFE, on reconnaît l'interconnexion de ces éléments et leurs répercussions sur les écosystèmes. Cela permet de maximiser les synergies, de réduire les risques et de soutenir des mesures pratiques mises en œuvre en collaboration avec les parties prenantes.

Pour que ces solutions de gestion intégrée des ressources en terres, en sols et en eau puissent être mises en œuvre de manière cohérente à grande échelle, il faut mettre en place les éléments catalyseurs suivants: des politiques sectorielles cohérentes entre elles; la gouvernance des ressources naturelles; les données, les informations et les technologies; des systèmes de gestion des risques, notamment des stratégies d'alerte précoce, d'adaptation et de résilience; des financements et des investissements durables; ainsi que l'innovation et des capacités institutionnelles.

Il faut améliorer la cohérence entre les politiques sectorielles afin de maximiser les gains découlant de la gestion des terres et de l'eau et d'apporter des réponses aux chevauchements et aux concessions à faire entre les objectifs concurrents. Cela suppose d'adapter et de renforcer les institutions et les environnements réglementaires.

Pour être plus efficaces, les politiques de promotion de la gestion durable des terres, des sols et de l'eau devraient définir clairement les droits fonciers et les droits d'utilisation de l'eau, et aussi prévoir des mesures d'incitation en faveur des pratiques durables et des mesures de dissuasion contre celles qui ne le sont pas. Les cadres réglementaires peuvent créer un environnement plus propice aux investissements du secteur public et du secteur privé.

En garantissant aux petits exploitants et aux groupes vulnérables l'accès aux ressources, on peut améliorer la productivité, protéger les ressources et contribuer à un développement rural inclusif.

Les données et les informations ont un rôle clé à jouer dans la gestion durable et productive des terres et de l'eau. Le développement rapide des technologies de l'information et de la communication, notamment la télédétection, offre

de nouveaux moyens de soutenir la gestion de ces ressources. Il convient de faire en sorte que les différents décideurs, à tous les niveaux, disposent des bonnes informations.

Il convient d'élaborer et de mettre en pratique des instruments d'investissement publics et privés qui augmentent la productivité agricole, contribuent au développement inclusif et préservent les ressources naturelles. La durabilité des investissements passera par la collaboration et la coordination du secteur public, du secteur financier et du secteur privé.

Les agriculteurs, en particulier dans les régions en développement, n'ont bien souvent pas accès aux technologies, aux informations et aux compétences nécessaires à la mise en œuvre des pratiques durables, ce qui entrave l'adoption de techniques innovantes et durables de gestion des terres et de l'eau. Les programmes de formation visant les agriculteurs devraient exploiter les technologies modernes de communication pour promouvoir l'adoption de pratiques durables qui renforcent la résilience tout en garantissant l'amélioration générale du statut socioéconomique des agriculteurs.

Dans les régions où les ressources en terres et en eau sont rares, il faut souvent faire des concessions et des choix difficiles dans l'allocation des ressources pour réaliser les objectifs concurrents de la société (agriculture, industrie, développement urbain, énergie, conservation de la biodiversité). La planification intégrée des ressources en eau et en terres apporte des outils qui permettent de gérer cette concurrence pour les ressources et d'utiliser celles-ci au mieux.

La nécessité de trouver des solutions intégrées aux crises alimentaires et climatiques ainsi qu'aux crises qui touchent les terres, les sols, l'eau et la biodiversité ressort des récents processus internationaux, de leurs divers appels à l'action et de la définition d'objectifs et d'engagements visant à accélérer la réalisation des objectifs de développement durable. Ces solutions intégrées offrent aux pays un cadre qui leur permet de redoubler d'efforts en vue de travailler de manière intégrée à la réalisation de ces objectifs interdépendants.

La planification intégrée de l'utilisation des terres est nécessaire à différents niveaux de prise de décision afin de résoudre les difficultés qui se présentent et de répondre aux demandes croissantes et concurrentes.

Il est essentiel de mettre en place un processus de planification intégrée fondé sur des données factuelles, s'appuyant sur des outils et des pratiques appropriés et prenant en considération différents secteurs et parties prenantes, ainsi que les possibilités et les défis apparus récemment. Les directives en neuf étapes de la FAO pour la planification intégrée de l'utilisation des terres, à paraître, visent à faciliter ce processus.

Les programmes sur le terrain doivent être conçus et mis en œuvre de manière à utiliser les outils actualisés de planification intégrée de l'utilisation des terres et de gestion intégrée des paysages et à les affiner pour éclairer les décisions relatives à l'utilisation des terres à différents niveaux, tout en garantissant l'inclusivité et une gouvernance responsable.

Une approche intégrée de la gestion des ressources en eau est recommandée pour optimiser la répartition de ces ressources entre les différentes utilisations, notamment les différents types de cultures, la pêche, l'aquaculture, l'élevage et les secteurs non agricoles, tels que l'approvisionnement interne, l'énergie, l'industrie et les loisirs. ■

ANNEXE

1. MÉTHODE DU ZONAGE AGROÉCOLOGIQUE MONDIAL (GAEZ)

1.1 Évaluer l'aptitude des terres à recevoir différentes cultures

La base de données sur le zonage agroécologique mondial (GAEZ) constitue la principale source d'information pour l'analyse de l'aptitude des terres et des écarts de rendement présentée dans ce rapport, ainsi que pour l'évaluation de l'impact du climat sur l'aptitude des terres.

La méthode GAEZ, mise au point par la FAO et l'Institut international pour l'analyse des systèmes appliqués, modélise le potentiel de culture, défini comme la limite atteignable de production de différentes cultures dans des conditions agroclimatiques, de sol et de terrain données pour des niveaux donnés d'intrants agricoles et de gestion (Fischer *et al.*, 2021).

Les niveaux d'intrants et de gestion sont un élément central de la méthode GAEZ. On distingue deux niveaux principaux: le niveau d'intrants élevé et le faible niveau d'intrants (Fischer *et al.*, 2021).

► Faible niveau d'intrants/gestion limitée.

Dans le cadre de cette hypothèse de gestion limitée, le système agricole tient essentiellement à une agriculture de subsistance et n'est pas nécessairement orienté vers l'économie de marché. La production repose principalement sur l'utilisation de cultivars locaux et des techniques à forte intensité de main-d'œuvre. Elle s'opère sans épandage d'engrais, sans produits chimiques pour la lutte contre les organismes nuisibles et avec des mesures de conservation minimales.

► Niveau d'intrants élevé/gestion avancée.

Dans l'hypothèse d'une gestion avancée, le système agricole est principalement orienté vers l'économie de marché; produire pour le marché est un objectif de gestion. La production repose sur des variétés améliorées et la mécanisation, avec une faible intensité de main-d'œuvre. Les

producteurs épandent des quantités optimales de nutriments et ont recours à des produits chimiques pour lutter contre les organismes nuisibles, les maladies et les plantes adventices.

Le niveau de gestion influe sur l'aptitude des terres à recevoir une culture donnée. La gestion à niveau d'intrants élevé peut atténuer certaines des contraintes que la gestion à faible niveau d'intrants ne peut pas résoudre. Par conséquent, la superficie des terres aptes à une culture donnée dans le cadre d'une gestion avancée est généralement plus grande que dans le cadre d'une gestion limitée. Le GAEZ prend également en considération deux autres catégories qui ne sont pas utilisées dans ce rapport: la gestion de niveau intermédiaire et la gestion de niveau mixte.

Le cadre de modélisation GAEZ utilise les principes établis d'évaluation des terres (FAO, 1976) pour évaluer les ressources naturelles et déterminer les options d'utilisation des terres agricoles appropriées. Il permet d'étudier les limites et les possibilités s'agissant des ressources, en prenant en considération les besoins des différentes cultures sur les plans écophysologique, climatique et pédologique. Ces facteurs servent à évaluer l'aptitude et le potentiel de production des différentes cultures dans le cadre de divers scénarios de gestion (Fischer *et al.*, 2021). En comparant le potentiel de production et les statistiques de production, on peut calculer les écarts de rendement et recenser les zones sensibles où les terres pourraient être utilisées de manière plus productive.

Les données géoréférencées sur le climat, le sol et le terrain sont combinées dans une base de données sur les ressources en terres, assemblée sur la base de grilles mondiales, à des résolutions de 5 minutes d'arc et de 30 secondes d'arc. Les ressources en terres sont mises en relation avec les besoins et limitations propres aux cultures concernant les propriétés du climat, du sol et du terrain dans le cadre des hypothèses relatives au

niveau d'apport d'intrants et de gestion (gestion à faible niveau d'intrants et gestion à niveau d'intrants élevé).

Les données climatiques sont les précipitations, la température, la vitesse du vent, la durée d'ensoleillement et l'humidité relative. Pour le sol, le zonage agroécologique recense sept qualités du sol, à partir desquelles on établit une note d'aptitude propre à la culture et au niveau d'apport d'intrants considérés, qui est intégrée avec les informations sur la pente.

Les modèles GAEZ fournissent des rendements agricoles réalisables pour chaque unité de ressources en terres de base dans différents types d'utilisation des terres. Ces derniers sont des systèmes de production agricole génériques définis par les paramètres de culture (indice de récolte, taux maximal de photosynthèse, indice foliaire maximal, par exemple), les systèmes d'apport en eau (pluvial, irrigué) et les niveaux d'intrants et de gestion (allant de faible à élevé). Dans le cadre de la présente étude, l'aptitude des terres a été analysée pour quatre groupes de cultures: les céréales, les légumineuses, les cultures oléagineuses et les racines et tubercules.

1.2 Méthode de calcul des écarts de rendement

Les écarts de rendement présentés au **chapitre 3** ont été calculés comme suit:

- **Étape 1.** Télécharger les tableaux récapitulatifs sur les cultures^{ac} de la base de données GAEZ v5 pour chaque culture du groupe choisi (céréales, légumineuses, cultures oléagineuses, et racines et tubercules), par source d'apport en eau (pluviale ou irriguée) et, pour la gestion à haut niveau d'intrants, en sélectionnant la superficie des terres cultivées actuelles.
- **Étape 2.** Calculer un rendement moyen pour les terres cultivées non irriguées et les terres cultivées irriguées séparément, sur la base des classes d'aptitude (très aptes, aptes, modérément aptes, marginalement aptes, très marginalement aptes).
- **Étape 3.** Calculer les valeurs moyennes de rendement à partir des simulations de culture

pluviale et de culture irriguée, respectivement, par pays et par type de culture.

- **Étape 4.** Télécharger les données FAOSTAT sur les superficies récoltées, les productions et les rendements, par pays et par culture, pour 2001-2020 (FAO, 2025). Calculer les valeurs moyennes par pays et par culture sur cette période, en tenant compte des éventuels changements administratifs survenus au cours de cette période.
- **Étape 5.** Calculer un rendement réalisable ajusté de façon à convertir les valeurs GAEZ v5 en matière fraîche comme dans les statistiques FAOSTAT (équation 1).

Équation 1:

$$\text{Rendement réalisable}_{aj} = \text{Rendement réalisable GAEZ5} * 1/\text{FacteurConv}$$

où:

Rendement réalisable_{aj} est le rendement ajusté (kg/ha), estimé par culture et par pays;
Rendement réalisable GAEZ5 est le rendement de GAEZ v5, estimé par culture et par pays;
FacteurConv est le facteur de conversion (adimensionnel), par culture, utilisé pour convertir les valeurs de GAEZ v5 (en matière sèche) en matière fraîche comme dans FAOSTAT.

Les facteurs de conversion pour chaque culture dans les quatre groupes de cultures sont tirés du tableau 9-1, qui figure à la page 142 de la documentation du modèle GAEZ (Fischer *et al.*, 2021).

- **Étape 6.** Calculer la différence entre le rendement réalisable et le rendement réel (en kg/ha).
- **Étape 7.** Calculer le taux de réalisation du rendement, à savoir le rapport entre le rendement réel et le rendement réalisable ajusté (en pourcentage).
- **Étape 8.** Calculer l'écart de rendement, à savoir la différence entre 1 et le taux de réalisation du rendement (en pourcentage).

On notera que cette méthode diffère de celle utilisée par le GAEZ pour calculer le taux de réalisation du rendement au niveau du pixel, qui, au moment de la rédaction du présent document, n'était pas encore disponible pour la version 5.

^{ac} Les données récapitulatives sur les cultures de GAEZ v5 peuvent être téléchargées à l'adresse suivante: <https://data.apps.fao.org/gaez/?lang=en>

TABLEAU A.1 TRAJECTOIRES SOCIOÉCONOMIQUES PARTAGÉES (SSP) DANS LE SIXIÈME RAPPORT D'ÉVALUATION DU GIEC

SSP	Scénario	Réchauffement (meilleure estimation) (2041-2060)	Réchauffement (meilleure estimation) (2081-2100)	Fourchette très probable (2081-2100)
SSP1-1.9	Émissions de GES très faibles: les émissions nettes de CO ₂ deviennent nulles vers 2050	1,6 °C	1,4 °C	1,0-1,8 °C
SSP1-2.6	Émissions de GES faibles: les émissions nettes de CO ₂ deviennent nulles vers 2075	1,7 °C	1,8 °C	1,3-2,4 °C
SSP2-4.5	Émissions de GES intermédiaires: les émissions de CO ₂ restent autour des niveaux actuels jusqu'en 2050, puis baissent sans toutefois que les émissions nettes deviennent nulles d'ici 2100	2,0 °C	2,7 °C	2,1-3,5 °C
SSP3-7.0	Émissions de GES élevées: les émissions de CO ₂ doublent d'ici 2100	2,1 °C	3,6 °C	2,8-4,6 °C
SSP5-8.5	Émissions de GES très élevées: les émissions de CO ₂ triplent d'ici 2075	2,4 °C	4,4 °C	3,3-5,7 °C

NOTE: GES = gaz à effet de serre; CO₂ = dioxyde de carbone.

SOURCE: GIEC. 2023. Sections. Dans: H. Lee et J. Romero (dir. pub.). *Climate Change 2023: Synthesis Report*. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Genève (Suisse). <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001>

1.3 Méthode d'évaluation de l'incidence du changement climatique sur l'aptitude des terres

La mise à jour GAEZ v5, utilisée pour le présent rapport, contient les données mondiales les plus récentes sur la couverture des sols et l'utilisation des terres, les sols, l'élévation, les aires protégées et les conditions climatiques pour la période 1981-2020. Elle se fonde sur les produits dérivés de AgERA5 fournis par le programme Copernicus (C3S, 2023) et une sélection de simulations climatiques utilisant des modèles actualisés de la phase 6 du projet d'intercomparaison des modèles couplés^{ad} dans le rapport de 2023 du GIEC pour trois trajectoires socioéconomiques partagées (SSP). Les SSP sont un ensemble de scénarios utilisés pour décrire les évolutions socioéconomiques possibles à l'avenir. Elles sont conçues pour étudier comment la société, la démographie et l'économie mondiales pourraient évoluer au cours du XXI^e siècle, et quelles incidences cela aurait sur les émissions de gaz à effet de serre et le changement climatique (GIEC, 2023). Dans son sixième rapport d'évaluation, le GIEC évalue l'évolution du climat dans cinq scénarios illustratifs qui

couvrent l'éventail des évolutions possibles du changement climatique d'origine anthropique, d'après la littérature. Ces scénarios sont nommés en fonction de leurs valeurs de forçage radiatif attendues d'ici 2100 (par exemple, RCP2.6, RCP4.5, RCP7 et RCP8.5) et correspondent à différents niveaux d'émissions de gaz à effet de serre et de réchauffement de la planète.

Le changement climatique devrait avoir de plus en plus d'incidences sur l'aptitude des terres. En utilisant les outils les plus avancés, tels que les modèles de circulation générale, il est désormais possible de comparer l'aptitude actuelle des terres dans des conditions climatiques de base (moyenne de la période 2001-2020) avec leur aptitude dans le cadre des différents scénarios climatiques. Dans le cadre du présent rapport, les estimations GAEZ v5 des terres aptes pour quatre cultures données sur la période 2001-2020 ont été comparées aux projections de l'aptitude des terres tirées de cinq modèles relatifs au changement climatique. Les résultats sont détaillés au **chapitre 3**.

De plus amples informations sur les données et la méthode GAEZ v5, y compris sur les simulations dans le cadre de différents scénarios climatiques, peuvent être consultées (en anglais) à l'adresse <https://www.fao.org/gaez/en>.

^{ad} La phase 6 du projet d'intercomparaison des modèles couplés (CMIP6) est une version actualisée de la phase 5 (CMIP5), avec des niveaux de forçage radiatif similaires pour 2100. La CMIP6 fait la synthèse d'une centaine de modèles climatiques distincts produits par 53 groupes de modélisation.

2. GROUPES RÉGIONAUX

TABEAU A.2 PAYS INCLUS DANS LES RÉGIONS ET SOUS-RÉGIONS UTILISÉES DANS LE RAPPORT

Région	Sous-région	Pays et territoires
AFRIQUE		
	Afrique australe	Afrique du Sud, Botswana, Eswatini, Lesotho, Namibie
	Afrique centrale	Angola, Cameroun, Congo, Gabon, Guinée équatoriale, République centrafricaine, République démocratique du Congo, Sao Tomée et Príncipe, Tchad
	Afrique occidentale	Ascension, Sainte-Hélène et Tristan da Cunha, Bénin, Burkina Faso, Cabo Verde, Côte d'Ivoire, Gambie, Ghana, Guinée, Guinée-Bissau, Libéria, Mali, Mauritanie, Niger, Nigéria, Sénégal, Sierra Leone, Togo
	Afrique orientale	Burundi, archipel des Chagos, Comores, Djibouti, Érythrée, Éthiopie, Kenya, Madagascar, Malawi, Maurice, Mayotte, Mozambique, Ouganda, [République démocratique populaire d'Éthiopie], République-Unie de Tanzanie, Réunion, Rwanda, Seychelles, Somalie, Soudan du Sud, Terres australes françaises, Zambie, Zimbabwe
	Afrique septentrionale	Algérie, Égypte, Libye, Maroc, Sahara occidental, Soudan, [Soudan (ancien)], Tunisie
AMÉRIQUES		
	Amérique centrale	Belize, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Mexique, Nicaragua, Panama
	Amérique du Sud	Argentine, Bolivie (État plurinational de), Brésil, Chili, Colombie, Équateur, Géorgie du Sud-et-Îles Sandwich du Sud, Guyane, Guyane française, Île Bouvet, Îles Falkland (Malvinas), Paraguay, Pérou, Suriname, Uruguay, Venezuela (République bolivarienne du)
	Amérique septentrionale	Bermudes, Canada, États-Unis d'Amérique, Groenland, Saint-Pierre-et-Miquelon
	Caraïbes	Anguilla, Antigua-et-Barbuda, [Antilles néerlandaises (anciennes)], Aruba, Bahamas, Barbade, Bonaire, Saint-Eustache et Saba, Cuba, Curaçao, Dominique, Grenade, Guadeloupe, Haïti, Îles Caïmanes, Îles Turques-et-Caïques, Îles Vierges américaines, Îles Vierges britanniques, Jamaïque, Martinique, Montserrat, Porto Rico, République dominicaine, Saint-Barthélemy, Saint-Kitts-et-Nevis, Saint-Martin (partie française), Saint-Vincent-et-les Grenadines, Sainte-Lucie, Sint Maarten (partie néerlandaise), Trinité-et-Tobago
ASIE		
	Asie centrale	Kazakhstan, Kirghizistan, Ouzbékistan, Tadjikistan, Turkménistan
	Asie du Sud-Est	Brunéi Darussalam, Cambodge, Indonésie, Malaisie, Myanmar, Philippines, République démocratique populaire lao, Singapour, Thaïlande, Timor-Leste, Viet Nam
	Asie méridionale	Afghanistan, Bangladesh, Bhoutan, Inde, Iran (République islamique d'), Maldives, Népal, Pakistan, Sri Lanka
	Asie occidentale	Arabie saoudite, Arménie, Azerbaïdjan, Bahreïn, Chypre, Émirats arabes unis, bande de Gaza (Palestine), Géorgie, Iraq, Israël, Jordanie, Koweït, Liban, Oman, Palestine, Qatar, République arabe du Yémen, République arabe syrienne, République démocratique populaire du Yémen, Türkiye, Yémen



TABLEAU A.2 (suite)

Région	Sous-région	Pays et territoires
	Asie orientale	Chine continentale, Chine, province de Taïwan, Chine – Région administrative spéciale de Hong-Kong, Chine – Région administrative spéciale de Macao, Japon, Mongolie, République de Corée, République populaire démocratique de Corée
EUROPE		
	Europe méridionale	Albanie, Andorre, Bosnie-Herzégovine, Croatie, Espagne, Gibraltar, Grèce, Italie, Kosovo*, Macédoine du Nord, Malte, Monténégro, Portugal, République fédérative socialiste de Yougoslavie, Saint-Marin, Saint-Siège, Serbie, [Serbie-et-Monténégro], Slovénie
	Europe occidentale	Allemagne, Autriche, Belgique, Belgique-Luxembourg, France, Liechtenstein, Luxembourg, Monaco, Pays-Bas (Royaume des), Suisse
	Europe orientale	Bélarus, Bulgarie, Fédération de Russie, Hongrie, Pologne, République de Moldova, Roumanie, Slovaquie, Tchécoslovaquie, Tchéquie, Ukraine, [URSS]
	Europe septentrionale	Danemark, Estonie, Île de Man, Îles d'Åland, Îles Anglo-Normandes, Îles Féroé, Îles Svalbard-et-Jan Mayen, Finlande, Guernesey, Irlande, Islande, Jersey, Lettonie, Lituanie, Norvège, Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord, Sercq, Suède
OCÉANIE		
	Australie et Nouvelle Zélande	Australie, Île Christmas, Île Norfolk, Îles des Cocos (Keeling), Îles Heard et McDonald, Nouvelle-Zélande
	Mélanésie	Fidji, Îles Salomon, Nouvelle-Calédonie, Papouasie-Nouvelle-Guinée, Vanuatu
	Micronésie	Guam, Kiribati, Îles Mariannes du Nord, Îles Marshall, Îles mineures éloignées des États-Unis, Micronésie (États fédérés de), Nauru, Palaos, Territoire sous tutelle des Îles du Pacifique
	Polynésie	Île Wake, Îles Cook, Îles Wallis-et-Futuna, Nioué, Pitcairn, Polynésie française, Samoa, Samoa américaines, Tokélaou, Tonga, Tuvalu

NOTE: * Toute mention du Kosovo doit s'interpréter à la lumière de la résolution 1244 (1999) du Conseil de sécurité.

SOURCE: Auteurs du présent document; la composition des groupes régionaux et sous-régionaux est basée sur FAO. 2025. FAOSTAT: Définitions et Standards. [Consulté le 7 mai 2025]. <https://www.fao.org/faostat/fr/#definitions>. Licence: CC-BY-4.0.

BIBLIOGRAPHIE

CHAPITRE 1

Agbeshie, A. A., Abugre, S., Atta-Darkwa, T. et Awuah, R. 2022. A review of the effects of forest fire on soil properties. *Journal of Forestry Research*, 33: 1419-1441. <https://doi.org/10.1007/s11676-022-01475-4>

Banque mondiale. 2025. DataBank: Metadata Glossary. [Consulté le 1^{er} avril 2025]. <https://databank.worldbank.org/metadataglossary/africa-development-indicators/series/NY.GDP.MKTP.PP.KD#:~:text=An%20international%20dollar%20has%20the,the%20value%20of%20the%20products.Licence: CC-BY-4.0>

Barreiro, A. et Díaz-Raviña, M. 2021. Fire impacts on soil microorganisms: Mass, activity, and diversity. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 22: 100264. <https://doi.org/10.1016/j.coesh.2021.100264>

Bezner Kerr, R., Hasegawa, T., Lasco, R., Bhatt, I., Deryng, D., Farrell, A., Gurney-Smith, H. et al. 2023. Food, Fibre, and Other Ecosystem Products. Dans: H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, M. Tignor, E. S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig et al. (dir. pub.). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge (Royaume-Uni), Cambridge University Press et New York (États-Unis). <https://doi.org/10.1017/9781009325844.007>

Caretta, M. A., Mukherji, A., Arfanuzzaman, M., Betts, R. A., Gelfan, A., Hirabayashi, Y., Lissner, T. K. et al. 2022. Water. Dans: H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, M. Tignor, E. S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig et al. (dir. pub.). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge (Royaume-Uni), Cambridge University Press et New York (États-Unis). <https://doi.org/10.1017/9781009325844.006>

CLD (Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification). 2022a. The Global Land Outlook . Deuxième édition. Bonn (Allemagne). <https://www.unccd.int/resources/global-land-outlook/global-land-outlook-2nd-edition#>

CLD. 2022b. Sand and dust storms compendium: Information and guidance on assessing and addressing the risks. Bonn (Allemagne). <https://www.unccd.int/resources/publications/sand-and-dust-storms-compendium-information-and-guidance-assessing-and> (résumé en français disponible à la même adresse).

CLD. 2023. *Global Drought Snapshot 2023: The need for proactive action*. Bonn (Allemagne). <https://www.unccd.int/resources/publications/global-drought-snapshot-2023-need-immediate-action>

CLD. Non daté. UNCCD Data Dashboard: Land degradation and drought. Bonn (Allemagne). [Consulté le 10 mai 2025]. <https://data.unccd.int>. Licence: CC BY-NC 2.0.

Doerr, S. H., Santín, C. et Mataix-Solera, J. 2023. Fire effects on soil. *Encyclopedia of Soils in the Environment*, 2: 448-457. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822974-3.00106-3>

Donley, N., Cox, C., Bennett, K., Temki, A. M., Andrews, D. Q. et Naidenko, O. V. 2024. Forever Pesticides: A Growing Source of PFAS Contamination in the Environment. *Environmental Health Perspectives*, 132(7): 075003. <https://doi.org/10.1289/EHP13954>

EM-DAT (Base de données internationale sur les catastrophes). 2024 The International Disaster Database. [Consulté le 10 mai 2025]. <http://www.emdat.be>. Licence: CC-BY-NC-ND

FAO (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture). 2005. *Statistical Yearbook of the Food and Agriculture Organization of the United Nations*. Rome. <https://www.fao.org/4/i3107e/i3107e05.pdf>

FAO. 2017. *The future of food and agriculture: Trends and challenges*. Rome. <https://openknowledge.fao.org/items/ede32306-aeec-4891-9fe6-7e4f2fd93143>

FAO. 2019. *The State of the World's Biodiversity for Food and Agriculture*. J. Bélanger et D. Pilling (dir. pub.). Commission des ressources génétiques pour l'alimentation et l'agriculture. Rome. <https://doi.org/10.4060/CA3129EN>

FAO. 2022a. *The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture – Systems at breaking point*. Rapport principal. Rome. <https://doi.org/10.4060/cb9910en>

FAO. 2022b. *FRA 2020 Remote Sensing Survey*. Étude FAO: Forêts, n° 186. Rome. <https://doi.org/10.4060/cb9970en>

FAO. 2022c. Cadre d'action en faveur de la biodiversité pour l'alimentation et l'agriculture. Commission des ressources génétiques pour l'alimentation et l'agriculture. Rome. <https://doi.org/10.4060/cb8338fr>

FAO. 2023a. Agrifood systems and land-related emissions. Global, regional and country trends, 2001–2021. Résumé analytique FAOSTAT n° 73. Rome. [Consulté le 10 mai 2025]. <https://doi.org/10.4060/cc8543en>. Licence: CC-BY-4.0.

FAO. 2023b. *Analyse des lacunes pour soutenir le devoir de diligence dans les secteurs de l'avocat et de l'ananas*. Rome. <https://doi.org/10.4060/cc4149fr>

FAO. 2023c. *Sand and dust storms – A guide to mitigation, adaptation, policy and risk management measures in agriculture*. Rome. <https://doi.org/10.4060/cc8071en>

FAO. 2023d. The Impact of Disasters on Agriculture and Food Security 2023 – Avoiding and reducing losses through investment in resilience. Rome. <https://doi.org/10.4060/cc7900en>

FAO. 2024a. *Global status of salt affected soils*. Rapport principal. Rome. <https://doi.org/10.4060/cd3044en>

FAO. 2024b. *Cropland nutrient balance – Global, regional and country trends, 1961–2022*. Résumé analytique FAOSTAT no 95. Rome. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/cd3164en>

FAO. 2024c. *Pesticides use and trade – 1990–2022*. Résumé analytique FAOSTAT no 89. Rome. <https://doi.org/10.4060/cd1486en>

FAO. 2024d. *The unjust climate – Measuring the impacts of climate change on rural poor, women and youth*. Rome. <https://doi.org/10.4060/cc9680en>

FAO. 2025a. FAOSTAT: Engrais par élément nutritif. Rome. [Consulté le 13 février 2025]. <https://www.fao.org/faostat/fr/#data/RFN>. Licence: CC-BY-4.0.

FAO. 2025b. FAOSTAT: Bioénergie. Rome. [Consulté le 13 février 2025]. <https://www.fao.org/faostat/fr/#data/BE>. Licence: CC-BY-4.0.

FAO. 2025c. FAOSTAT: Variation de température sur la superficie des terres. Rome. [Consulté le 24 avril 2025]. <https://www.fao.org/faostat/fr/#data/ET>. Licence: CC-BY-4.0.

FAO. 2025d. *Temperature change statistics 1961–2024 – Global, regional and country trends*. Résumé analytique FAOSTAT n° 101. Rome. <https://doi.org/10.4060/cd4714en>

FAO et PNUE (Programme des Nations Unies pour l'environnement). 2021. Global Assessment of Soil Pollution: Report. Rome. <https://doi.org/10.4060/cb4894en>

GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat). 2019. Summary for Policymakers. Dans: P. R. Shukla, J. Skea, E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, P. Zhai et al. (dir. pub.). *Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems*. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/4/2019/12/02_Summary-for-Policymakers_SPM.pdf

GIEC. 2023. Summary for Policymakers. Dans: H. Lee et J. Romero (dir. pub.). *Climate Change 2023: Synthesis Report*. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Genève (Suisse). <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001>

Giglio, L., Randerson, J. T., van der Werf, G. R., Kasibhatla, P. S., Collatz, G. J., Morton, D. C. et DeFries, R. S. 2010. Assessing variability and long-term trends in burned area by merging multiple satellite fire products. *Biogeosciences*, 7(3): 1171-1186. <https://doi.org/10.5194/bg-7-1171-2010>

JRC (Centre commun de recherche). 2018. Joint Research Centre Data Catalogue: Burnt area in the Global Wildfire Information System (version 2-3-1). [Consulté en avril 2025]. <http://data.europa.eu/89h/e6f7a4e7-1f64-4ba9-9363-6bc864ab4666>. Licence: CC-BY-4.0.

Lin, M. et Begho, T. 2022. Crop residue burning in South Asia: A review of the scale, effect, and solutions with a focus on reducing reactive nitrogen losses. *Journal of Environmental Management*, 314: 115104.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479722006776>

Maggi, F., Tang, F. H. et Tubiello, F. N. 2023. Agricultural pesticide land budget and river discharge to oceans. *Nature*, 620: 1013-1017. <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06296-x>

PNUE. 2022. *Global Peatlands Assessment – The State of the World's Peatlands: Evidence for action toward the conservation, restoration, and sustainable management of peatlands*. Rapport principal. Initiative mondiale pour les tourbières. Nairobi. <https://www.unep.org/resources/global-peatlands-assessment-2022> (résumé en français disponible à la même adresse).

PNUE et FAO. 2024. *Global Nitrous Oxide Assessment*. Nairobi. <https://doi.org/10.59117/20.500.11822/46562>

Rackelmann, F., Sparkes, E., Sabino Siemons, A.-S., Hashweh, D., Pineda Fernandez, D. M., Werners, S. E., Orr, B. J., Andreeva, O. et Walz, Y. 2024. *Promoting synergies between land degradation neutrality and climate change adaptation: A supplement to the National Adaptation Plan technical guidelines*. Bonn (Allemagne), CLD et UNU-EHS (United Nations University Institute for Environment and Human Security). <https://collections.unu.edu/view/UNU:10074>

Raleigh, C., Kishi R. et Linke, A. 2023. Political instability patterns are obscured by conflict dataset scope conditions, sources, and coding choices. *Humanities & Social Sciences Communications*, 10(1): 1-17. <https://www.nature.com/articles/s41599-023-01559-4.pdf>

Ren, S., Wang, T., Guenet, B., Liu, D., Cao, Y., Ding, J., Smith, P. et Piao, S. 2024. Projected soil carbon loss with warming in constrained Earth system models. *Nature Communications*, 15(102): 1-10. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-44433-2>

Seo, K. W., Ryu, D., Jeon, T., Youm, K., Kim, J. S., Oh, E. H. et Wilson, C. R. 2025. Abrupt sea level rise and Earth's gradual pole shift reveal permanent hydrological regime changes in the 21st century. *Science*, 387(6741): 1408-1413. <https://www.science.org/doi/10.1126/science.adq6529>

Smith, P., Poch, R. M., Lobb, D. A., Bhattacharyya, R., Alloush, G., Eudoxie, G. D., Anjos, L. H. C. et al. 2024. Status of the World's Soils. *Annual Review of Environment and Resources*, 49: 73-104. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-030323-075629>

Tang, F. H. M., Lenzen, M., McBratney, A. et Maggi, F. 2021. Risk of pesticide pollution at the global scale. *Nature Geoscience*, 14: 206-210. <https://doi.org/10.1038/s41561-021-00712-5>

Van Lierop, P., Lindquist, E., Sathyapala, S. et Franceschini, G. 2015. Global forest area disturbance from fire, insect pests, diseases and severe weather events. *Forest Ecology and Management*, 352: 78-88. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.06.010>

Ziadat, F., Conchedda, G., Haddad, F., Njeru, J., Brès, A., Dawelbait, M. et Li, L. 2025. Desertification and Agrifood Systems: Restoration of Degraded Agricultural Lands in the Arab Region. *Agriculture*, 15(12): 1249. <https://doi.org/10.3390/agriculture15121249>

CHAPITRE 2

CLD. 2023. *Global Drought Snapshot 2023: The need for proactive action*. Bonn (Allemagne). <https://www.unccd.int/sites/default/files/2023-12/Global20drought20snapshot202023.pdf>

FAO. 2020. *La Situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture 2020. Relever le défi de l'eau dans l'agriculture*. Rome. <https://doi.org/10.4060/cb1447fr>

FAO. 2021. *L'État des ressources en terres et en eau pour l'alimentation et l'agriculture dans le monde – Des systèmes au bord de la rupture. Rapport de synthèse 2021*. Rome. <https://doi.org/10.4060/cb7654fr>

FAO. 2025a. FAOSTAT: Utilisation des terres. [Consulté le 1^{er} juillet 2025]. <https://www.fao.org/faostat/fr/#data/RL>. Licence: CC-BY-4.0.

FAO. 2025b. *Restoration of degraded agricultural lands – An urgent need for agrifood system transformation and land degradation neutrality*. Rome. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/cd3109en>

FAO et IIASA (Institut international pour l'analyse des systèmes appliqués). 2025a. *Global Agro-ecological Zoning version 5 (GAEZ v5) Model Documentation*. [Consulté le 1^{er} juillet 2025]. <https://www.fao.org/gaez/en>

FAO et IIASA. 2025b. *FAO Agro-Ecological Zoning: Share of land cover class (Global - ~1 km) – GAEZ v5*. [Consulté le 13 février 2025]. <https://data.apps.fao.org/catalog/iso/f7bee2f1-3a48-4e86-a1d2-387023dec046>. Licence: CC-BY-4.0

Tubiello, F. N., Conchedda, G., Casse, L., Hao, P., Chen, Z., De Santis, G., Fritz, S. et Muchoney, D. 2022. Zenodo: High resolution cropland agreement map (30 m) circa 2020 (v1.0). [Consulté le 24 avril 2025]. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7244123>. Licence: CC-BY-4.0.

Tubiello, F. N., Conchedda, G., Casse, L., Hao, P., Chen, Z., De Santis, G., Fritz S. et Muchoney, D. 2023a. Measuring the world's cropland area. *Nature Food*, 4: 30-2. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.25868.39041>

Tubiello, F. N., Conchedda, G., Casse, L., Hao P., De Santis, G. et Chen, Z. 2023b. A new cropland area database by country circa 2020. *Earth System Science Data*, 15: 4997-5015. <https://doi.org/10.5194/essd-15-4997-2023>

Ziadat, F., Conchedda, G., Haddad, F., Njeru, J., Brès, A., Dawelbait, M. et Li, L. 2025. Desertification and Agrifood Systems: Restoration of Degraded Agricultural Lands in the Arab Region. *Agriculture*, 15(12): 1249. <https://doi.org/10.3390/agriculture15121249>

CHAPITRE 3

Bardgett, R. D., Bullock, J. M., Lavorel, S., Manning, P., Schaffner, U., Ostle, N., Chomel, M. et al. 2021. Combatting global grassland degradation. *Nature Reviews Earth & Environment*, 2(10): 720-735. <https://doi.org/10.1038/s43017-021-00207-2>

Csikós, N. et Tóth, G. 2023. Concepts of agricultural marginal lands and their utilisation: A review. *Agricultural Systems*, 204(6): 103560. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2022.103560>

FAO. 2012. *Faire face à la pénurie d'eau. Un cadre d'action pour l'agriculture et la sécurité alimentaire*. FAO Rapports sur l'eau, n° 38. Rome. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/i3015f>

FAO. 2020. *Rapport de situation sur la restauration des écosystèmes de production dans le contexte de la Décennie des Nations Unies pour la restauration des écosystèmes (2021-2030)*. Vingt-septième session du Comité de l'agriculture de la FAO. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/nd425fr>

FAO. 2022. *The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture – Systems at breaking point*. Rapport principal. Rome. <https://doi.org/10.4060/cb9910en>

FAO. 2025a. FAOSTAT: Utilisation des terres. [Consulté le 13 février 2025]. <https://www.fao.org/faostat/fr/#data/RL>. Licence: CC-BY-4.0.

FAO. 2025b. FAOSTAT: Cultures et produits animaux. [Consulté le 13 février 2025]. <https://www.fao.org/faostat/fr/#data/QCL>. Licence: CC-BY-4.0.

FAO. (À paraître). Directives actualisées pour la planification intégrée de l'utilisation des terres. Rome.

FAO et IIASA. 2025a. *Global Agro-ecological Zoning version 5 (GAEZ v5) Model Documentation*. [Consulté le 13 février 2025]. <https://www.fao.org/gaez/en>

FAO et IIASA. 2025b. *FAO Agro-Ecological Zoning: Share of land cover class (Global - ~1 km) – GAEZ v5*. [Consulté le 13 février 2025]. <https://data.apps.fao.org/catalog/iso/f7bee2f1-3a48-4e86-a1d2-387023dec046>. Licence: CC-BY-4.0.

FAO et ONU-Eau. 2025. *Progrès relatifs aux niveaux de stress hydrique – État à mi-parcours de l'indicateur 6.4.2 des ODD et besoins d'accélération, en particulier en ce qui concerne la sécurité alimentaire, 2024*. Rome. <https://doi.org/10.4060/cd2179fr>

Fischer, G., Hizznyik, E., Prieler, S. et Wiberg, D. 2011. *Scarcity and abundance of land resources: competing uses and the shrinking land resource base*. SOLAW Background Thematic Report. Rome, FAO. https://www.fao.org/fileadmin/templates/solaw/files/thematic_reports/TR_02_light.pdf

Fischer, G., Nachtergaele, F. O., van Velthuisen, H. T., Chiozza, F., Franceschini, G., Henry, M., Muchoney, D. et Tramberend, S. 2021. *Global Agro-Ecological Zones v4 – Model documentation*. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cb4744en>

Gerber, J. S., Ray, D.K., Makowski, D., Butler, E. E., Mueller, N. D., West, P. C., Johnson, J. A. et al. 2024. Global spatially explicit yield gap time trends reveal regions at risk of future crop yield stagnation. *Nature Food*, 5: 125-135. <https://doi.org/10.1038/s43016-023-00913-8>

GIEC. 2022. Summary for Policymakers. Dans: P. R. Shukla, J. Skea, R. Slade, A. Al Khourdajie, R. van Diemen, D. McCollum, M. Pathak et al. (dir. pub.). *Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change*. Contribution du Groupe de travail III au sixième rapport d'évaluation du GIEC. Cambridge (Royaume-Uni), Cambridge University Press et New York (États-Unis). <https://doi.org/10.1017/9781009157926.001>

Guo, X., Zhang, P. et Yue, Y. 2024. Global wheat planting suitability under the 1.5 °C and 2 °C warming targets. *Frontiers in Plant Science*, 15: 1410388. <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1410388>

Habiba, U. et Abedin, M. 2024. *Impacts and Adaptation Measures of Climate Change on Agriculture in Coastal Bangladesh*. Oxford Research Encyclopedia of Natural Hazard Science. <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780199389407.013.416>

Jägermeyr, J., Müller, C., Ruane, A. C., Elliott, J., Balkovic, J., Castillo, O., Faye, B. et al. 2021. Climate impacts on global agriculture emerge earlier in new generation of climate and crop models. *Nature Food*, 2(11): 873-885. <https://doi.org/10.1038/s43016-021-00400-y>

Mombo, V.-G., Duvallet, M., Schaeffer, M. et Baarsch, F. 2025. Have crops already reached peak suitability: Assessing global climatic suitability decreases for crop cultivation. *Environmental Research Letters*, 20(3): 034009. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/adacf6>

Olsson, L., Barbosa, H., Bhadwal, S., Cowie, A., Delusca, K., Flores-Renteria, D., Hermans, K. et al. 2019. Land degradation. Dans: P. R. Shukla, J. Skea, E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, P. Zhai et al. (dir. pub.). *Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems*. Cambridge (Royaume-Uni), Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157988.006>

PNUE-WCMC (Centre mondial de surveillance pour la conservation du PNUE) et UICN (Union internationale pour la conservation de la nature). 2022. Protected Planet. [Consulté le 24 mars 2025]. <https://www.protectedplanet.net/en>. Licence: CC-BY-4.0.

Ramankutty, N., Foley, J. A., Norman, J. et McSweeney, K. 2002. The global distribution of cultivable lands: Current patterns and sensitivity to possible climate change. *Global Ecology and Biogeography*, 11: 377-392. <https://doi.org/10.1046/j.1466-822x.2002.00294.x>

Ricardo, D. 1817. *On the principles of political economy and taxation*. Londres, J.M. Dent and Sons.

Sacande, M., Guarnieri, L., Maniatis, D., Marchi, G., Martucci, A., Mollicone, D., Morales, C., Oubida, W. R. et Sanchez Paus Diaz, A. 2022. *Africa Open Data for Environment, Agriculture and Land (DEAL) and Africa's Great Green Wall*. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cc0725en>

Thornton, P. K., van de Steeg, J., Notenbaert, A. et Herrero, M. 2009. The impacts of climate change on livestock and livestock systems in developing countries: A review of what we know and what we need to know. *Agricultural Systems*, 101(3): 113-127. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2009.05.002>

Tubiello F. N., Conchedda G., Casse L., Hao, P., Chen, Z., De Santis G., Fritz S. et Muchoney D. 2023. Measuring the world's cropland area. *Nature Food*, 4: 30-2. <https://doi.org/10.1038/s43016-023-00400-y>

Zabel, F., Putzenlechner, B. et Mauser, W. 2014. Global Agricultural Land Resources – A High Resolution Suitability Evaluation and Its Perspectives until 2100 under Climate Change Conditions. *PLoS ONE*, 9(9): 107522. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0114980>

CHAPITRE 4

Abate, T., Fisher, M., Abdoulaye, T., Kassie, G. T., Lunduka, R., Marenja, P. et Asnake, W. 2017. Characteristics of maize cultivars in Africa: How modern are they and how many do smallholder farmers grow? *Agriculture & Food Security*, 6(1): 30. <https://doi.org/10.1186/s40066-017-0108-6>

Agouridis, C. T., Workman, S. R., Warner, R. C. et Jennings, G. D. 2005. Livestock grazing management impacts on stream water quality: a review. *Journal of the American Water Resources Association*, 41(3): 591-606. <https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.2005.tb03757.x>

Agrocomposta. 2021. *Agrocompostaje en Comunidad de Madrid*. [Consulté le 24 août 2024]. <https://agrocomposta.org>

Altieri, M. A. et Nicholls, C. I. 2018. Agroecología urbana: diseño de granjas urbanas ricas en biodiversidad, productivas y resilientes. *Agro Sur*, 46(2): 49-60. <https://doi.org/10.4206/agrosur.2018.v46n2-07>

Aquilani, C., Confessore, A., Bozzi, R., Sirtori, F. et Pugliese, C. 2022. Review: Precision Livestock Farming technologies in pasture-based livestock systems. *Animal*, 16(1): 100429. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100429>

Barral, M. P., Rey Benayas, J. M., Meli, P. et Maceira, N. O. 2015. Quantifying the impacts of ecological restoration on biodiversity and ecosystem services in agroecosystems: A global meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 202: 223-231. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2015.01.009>

Barrios, E., Coe, R., Place, F., Sileshi, G. W. et Sinclair, F. 2023. Nurturing Soil Life through Agroforestry. Rome, FAO. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/cc9088en>

Beacham, A. M., Vickers, L. H. et Monaghan, J. M. 2019. Vertical farming: a summary of approaches to growing skywards. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 94(3): 277-283. <https://doi.org/10.1080/14620316.2019.1574214>

Burt, C. M., Howes, D. J. et Mutziger, A. 2001. Evaporation Estimates for Irrigated Agriculture in California. *Conference Proceedings of the Annual Irrigation Association meeting*, ITRC Paper P01-002. <https://www.researchgate.net/publication/228465121>

Butturini, M. et Marcelis, L. F. M. 2020. Vertical farming in Europe: Present status and outlook. Dans: T. Kozai, G. Niu, et M. Takagakipp (dir. pub.). *Plant Factory: An Indoor Vertical Farming System for Efficient Quality food production*, p. 77-91. Amsterdam, Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816691-8.00004-2>

Cancela, J. J., González, X. P., Vilanova, M. et Mirás-Avalos, J. M. 2019. Water Management Using Drones and Satellites in Agriculture. *Water*, 11(5): 874. <https://doi.org/10.3390/w11050874>

Centeri, C. 2022. Effects of Grazing on Water Erosion, Compaction and Infiltration on Grasslands. *Hydrology*, 9(2): 34. <https://doi.org/10.3390/hydrology9020034>

Clinton, N., Stuhlmacher, M., Miles, A., Uludere, N., Wagner, M., Georgescu, M., Herwig, C. et Gong, P. 2018. A Global Geospatial Ecosystem Services Estimate of Urban Agriculture. *Earth's Future*, 6: 40-60. <https://doi.org/10.1002/2017EF000536>

Coates, D. 2023. Ecosystem restoration and inland food fisheries in developing countries – opportunities for United Nations Decade on Ecosystem Restoration (2021–2023). Circulaire de la FAO sur les pêches et l'aquaculture n° 1231. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cc7082en>

Coates, D., Arthur, R., Bennett, A., Gondwe, E., Shrestha, R. et Valbo-Jørgensen, J. 2025. The role and potential of inland fisheries in low-emission food production and climate change mitigation. Circulaire de la FAO sur les pêches et l'aquaculture n° 1284. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cd4601en>

Dhokal, M., West, C. P., Villalobos, C., Brown, P. et Green, P. E. 2020. Interseeding alfalfa into native grassland for enhanced yield and water use efficiency. *Agronomy Journal*, 112(3): 1931-1942. <https://doi.org/10.1002/agj2.20147>

BIBLIOGRAPHIE

- Díaz De Otálora, X., Epelde, L., Arranz, J., Garbisu, C., Ruiz, R. et Mandaluniz, N. 2021. Regenerative rotational grazing management of dairy sheep increases springtime grass production and topsoil carbon storage. *Ecological Indicators*, 125: 107484. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107484>
- Döbert, T. F., Bork, E. W., Apfelbaum, S., Carlyle, C. N., Chang, S. X., Khatri-Chhetri, U., Silva Sobrinho, L., Thompson, R. et Boyce, M. S. 2021. Adaptive multi-paddock grazing improves water infiltration in Canadian grassland soils. *Geoderma*, 401: 115314. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2021.115314>
- FAO. 1998. *Modernization of irrigation system operations. Proceedings of the 5th ITIS network international meeting, Aurangabad, 28-30 october 1998*. Rome. <https://www.fao.org/4/X6626E/x6626e00.htm#TopOfPage>
- FAO. 2015. *Directives volontaires visant à assurer la durabilité de la pêche artisanale dans le contexte de la sécurité alimentaire et de l'éradication de la pauvreté*. Rome. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/i4356fr>
- FAO. 2019. *Ecosystem approach to fisheries management training course (Inland fisheries) – Volume 1: Handbook for trainees*. Rome. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/ca5539en>
- FAO. 2020a. Plateforme de connaissances sur l'agriculture familiale – Labour-saving technologies and practices: raised beds. Dans: FAO. [Consulté le 21 mai 2025]. <https://www.fao.org/family-farming/detail/fr/c/1619238>
- FAO. 2020b. *La Situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture 2020. Relever le défi de l'eau dans l'agriculture*. Rome. <https://doi.org/10.4060/cb1447fr>
- FAO. 2021. *Ecosystem approach to aquaculture management – Handbook*. Yangon (Myanmar). <https://doi.org/10.4060/ca7972en>
- FAO. 2022a. *La Situation des forêts du monde 2022. Des solutions forestières pour une relance verte et des économies inclusives, résilientes et durables*. Rome. <https://doi.org/10.4060/cb9360fr>
- FAO. 2022b. *FRA 2020 Remote Sensing Survey. Étude FAO: Forêts*, n° 186. Rome. <https://doi.org/10.4060/cb9970en>
- FAO. 2022c. *The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture – Systems at breaking point. Main report*. Rome. <https://doi.org/10.4060/cb9910en>
- FAO. 2022d. *Evaluation of the project "Action Against Desertification in support of the implementation of the Great Green Wall for the Sahara and the Sahel Initiative, the United Nations to Combat Desertification and Drought action plans in Fiji and Haiti, and South–South cooperation in the African, Caribbean and Pacific Group of States"*. Collection évaluation de projet, n° 05/2022. Rome. <https://openknowledge.fao.org/items/2b52f96e-4331-492b-99d0-4879b97769fe>
- FAO. 2022e. *Biodiversity for food and agriculture* [infographie]. Rome. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/cc0045en>
- FAO. 2022f. *Voluntary Guidelines on the Responsible Governance of Tenure of Land, Fisheries and Forests in the Context of National Food Security*. Première révision. Rome. <https://doi.org/10.4060/i2801e>
- FAO. 2023. *Hydroponics systems for smallholder vegetable production*. Fiche d'information technique n° 13. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/cc7849en>
- FAO. 2024a. *La Situation mondiale des pêches et de l'aquaculture 2024. La transformation bleue en action*. Rome. <https://doi.org/10.4060/cd0683fr>
- FAO. 2024b. *Restoration of degraded agricultural lands*. Rome. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/cd3109en>
- FAO. 2024c. *La Situation des forêts du monde 2024. Innovations dans le secteur forestier pour un avenir plus durable*. Rome. <https://doi.org/10.4060/cd1211fr>
- FAO. 2024d. *Directives pour une aquaculture durable*. Comité des Pêches. Trente-sixième session, 8-12 juillet 2024. Rome. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/np423fr>
- FAO. 2025a. Initiative de partenariat mondial pour le renforcement des capacités de sélection végétale. Dans: FAO. [Consulté le 1^{er} août 2025]. <https://www.fao.org/in-action/plant-breeding/fr>

FAO. 2025b. *Resilience and behaviour change assessment in Malawi in the districts of Mangochi, Ntcheu and Balaka*. Rome. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/cd4173en>

FAO et BAfD (Banque africaine de développement). 2024. *Review of the state of world fishery resources – Inland fisheries*. Circulaire de la FAO sur les pêches et l'aquaculture n° 942, Rev. 4. Rome, FAO et Abidjan (Côte d'Ivoire), BAfD. <https://doi.org/10.4060/cd2169en>

FAO, Université Duke et WorldFish. 2023. *Porter un nouvel éclairage sur les captures non visibles – Les contributions de la pêche artisanale au développement durable*. Rome. <https://doi.org/10.4060/cc6062fr>

FAO, IUFRO (Union internationale des instituts de recherche forestière) et USDA (Département de l'agriculture des États-Unis). 2021. *Guide sur la gestion des forêts et de l'eau*. Étude FAO: Forêts n° 185. Rome. <https://doi.org/10.4060/cb6473fr>

FAO, Rikolto et RUAF (Centre de ressources sur l'agriculture urbaine et la sécurité alimentaire). 2022. *Urban and peri-urban agriculture sourcebook – From production to food systems*. Rome. <https://doi.org/10.4060/cb9722en>

Fayezizadeh, M. R., Ansari, N. A. Z., Albaji, M. et Khakeghi, E. 2021. Effects of hydroponic systems on yield, water productivity and stomatal gas exchange of greenhouse tomato cultivars. *Agricultural Water Management*, 258(1): 107171. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2021.107171>

Fofana B., Sacande M., Blagna F., Dibloni T. O., Compaore E., Sanon K. B., Maiga Y. et Ouattara, A. S. 2020. Boosting land restoration success in the Great Green Wall through the use of symbiotic microorganisms for propagated tree seedlings. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 14(1). <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v14i1.10>

Goliński, P., Sobolewska, P., Stefańska, B. et Golińska, B. 2022. Virtual Fencing Technology for Cattle Management in the Pasture Feeding System – A Review. *Agriculture*, 13(1): 91. <https://doi.org/10.3390/agriculture13010091>

Gregory, R., Funge-Smith, S. J. et Baumgartner, L. 2018. *An ecosystem approach to promote the integration and coexistence of fisheries within irrigation systems*. Circulaire de la FAO sur les pêches et l'aquaculture n° 1169. Rome. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/ca2675en>

Guo, X., Zhou, H., Dai, L., Li, J., Zhang, F., Li, Y., Lin, L. et al. 2021. Restoration of Degraded Grassland Significantly Improves Water Storage in Alpine Grasslands in the Qinghai-Tibet Plateau. *Frontiers in Plant Science*, 12: 778656. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.778656>

Hartmann, L., Hansohm, J., Vellozo, L., Walinder, E., Orr, B. J., Andreeva, O. et Walz, Y. 2024. *The contribution of land and water management approaches to Sustainable Land Management and achieving Land Degradation Neutrality*. Bonn (Allemagne), UNU-EHS. https://collections.unu.edu/eserv/UNU:9640/Align_LDN_-_Webpdf.pdf

Hulvey, K. B., Mellon, C. D. et Kleinhesselink, A. R. 2021. Rotational grazing can mitigate ecosystem service trade-offs between livestock production and water quality in semi-arid rangelands. *Journal of Applied Ecology*, 58(10): 213-252. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13954>

Ickowitz, A., McMullin, S., Rosenstock, T. S., Dawson, I. K., Rowland, D., Powell, B., Mausch, K. et al. 2022. Transforming food systems with trees and forests. *The Lancet Planetary Health*, 6(7): e632-e639. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(22\)00091-2](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(22)00091-2)

Jepson, W., Stellbauer, M. et Thomson, P. 2023. *Revaluing multiple-use water services for food and water security*. Document de réflexion Terres et eaux de la FAO n° 19. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cc7317en>

Jones, J. B. 2014. *Complete Guide for Growing Plants Hydroponically*. Première édition. Boca Raton (États-Unis), CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b16482>

Kamran, M., Yan, Z., Jia, Q., Chang, S., Ahmad, I., Ghani, M. U. et Hou, F. 2022. Irrigation and nitrogen fertilization influence on alfalfa yield, nutritive value, and resource use efficiency in an arid environment. *Field Crops Research*, 284: 108587. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2022.108587>

- Kassam, A., Friedrich, T. et Derpsch, R.** 2022. Successful Experiences and Lessons from Conservation Agriculture Worldwide. *Agronomy*, 12(4): 769. <https://doi.org/10.3390/agronomy12040769>
- Lages Barbosa, G., Gadelha, F. Kublik, N. Proctor, A., Reichelm, L., Weissinger, E., Wohlleb, G. M. et Halden, R. U.** 2015. Comparison of Land, Water, and Energy Requirements of lettuce Grown Using Hydroponic vs. Conventional Agricultural Methods. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(6): 6879-6891. <https://doi.org/DOI:10.3390/ijerph120606879>
- Lai, L. et Kumar, S.** 2020. A global meta-analysis of livestock grazing impacts on soil properties. *PLoS ONE*, 15(8): e0236638. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0236638>
- Laird, S., Muir, G., Shanley, P., Pierce, A., López Binnquist, C., de Beer, J., Vinceti, B. et Walter, S.** 2024. *Forests, trees and wild species in agrifood systems – Optimizing benefits for biodiversity, climate and health*. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cd2883en>
- Lelièvre, F. et Volaire, F.** 2009. Current and Potential Development of Perennial Grasses in Rainfed Mediterranean Farming Systems. *Crop Science*, 49(6): 2371-2378. <https://doi.org/10.2135/cropsci2009.06.0324>
- Liu, Y., Guo, L., Huang, Z., López-Vicente, M. et Wu, G.-L.** 2020. Root morphological characteristics and soil water infiltration capacity in semi-arid artificial grassland soils. *Agricultural Water Management*, 235: 106153. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106153>
- Lüscher, A., Barkaoui, K., Finn, J. A., Suter, D., Suter, M. et Volaire, F.** 2022. Using plant diversity to reduce vulnerability and increase drought resilience of permanent and sown productive grasslands. *Grass and Forage Science*, 77(4): 235-246. <https://doi.org/10.1111/gfs.12578>
- MAAIF (Ministère de l'agriculture, de l'élevage et de la pêche).** 2023. *National plan of action for implementation of the voluntary guidelines for securing sustainable small-scale fisheries in the context of food security and poverty eradication (NPOA-SSF) in Uganda*. République de l'Ouganda. https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/ssf/documents/npoa_uganda.pdf
- Mekonnen, T. W., Mekbib, F., Amsalu, B., Gedil, M. et Labuschagne, M.** 2022. Genotype by environment interaction and grain yield stability of drought tolerant cowpea landraces in Ethiopia. *Euphytica*, 218(5): 57. <https://doi.org/10.1007/s10681-022-03011-1>
- Minnemeyere, S., Laestadius, L. et Sizer, N.** 2011. *A world of opportunity*. Institut des ressources mondiales. http://pdf.wri.org/world_of_opportunity_brochure_2011-09.pdf
- Muchane, M. N., Sileshi, G. W., Gripenberg, S., Jonsson, M., Pumariño, L. et Barrios, E.** 2020. Agroforestry boosts soil health in the humid and sub-humid tropics: A meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 295: 106899. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.106899>
- Muir, G. F., Sorrenti, S., Vantomme, P., Vidale, E. et Masiero, M.** 2020. Into the wild: disentangling non wood terms and definitions for improved forest statistics. *International Forestry Review*, 22(1): 101-119. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/ca9347en>
- Ngaba, J., Mgelwa, A., Gurmesa, G. A., Uwiragiye, Y., Zhu, F., Qiu, Q., Fang, Y., Hu, B. et Rennenberg, H.** 2023. Meta-analysis unveils differential effects of agroforestry on soil properties in different zonobiomes. *Plant and Soil*, 496(1): 1-19. <https://doi.org/10.1007/s11104-023-06385-w>
- Pahlow, M., van Oel, P. R., Mekonnen, M. M. et Hoekstra, A. Y.** 2015. Increasing pressure on freshwater resources due to terrestrial feed ingredients for aquaculture production. *Science of The Total Environment*, 536: 847-857. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.07.124>
- Pastorelli, G., Serra, V., Vannuccini, C. et Attard, E.** 2022. *Opuntia* spp. as alternative fodder for sustainable livestock production. *Animals*, 12(13): 1597. <https://doi.org/10.3390/ani12131597>
- Pek, E.** 2022. *The PRISM tool – Prioritization of irrigation schemes for modernization/ prioritization*. Rome, FAO. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/300d5a5f-a773-4f7d-9589-0c2892b0171e/content>
- Pittelkow, C. M., Liang, X., Linquist, B.A., van Groenigen, K. J., Lee, J., Lundy, M. E., van Gestel, N., Six, J., Venterea, R. T. et van Kessel, C.** 2015. Productivity limits and potentials of the principles of conservation agriculture. *Nature*, 517: 365-368. <https://doi.org/10.1038/nature13809>

Playán, E., Gimeno, Y., Lorenzo-González, M. A., Jiménez, A., López-Pardo, J. R., Oliván, I., Castillo, R. et al. 2024. Irrigation modernization in the Ebro – Aragón region of Spain: Past and future trends. *Agricultural Water Management*, 302: 108975. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2024.108975>

Pumariño, L., Sileshi, G. W., Gripenberg, S., Kaartinen, R., Barrios, E., Muchane, M. N., Midega, C. et Jonsson, M. 2015. Effects of agroforestry on pest, disease and weed control: A meta-analysis. *Basic and Applied Ecology*, 16(7): 573-582. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2015.08.006>

Resh, H. M. 2022. *Hydroponic Food Production: A Definitive guidebook for the Advanced Home Gardener and the Commercial Hydroponic Grower*. Huitième édition. Boca Raton (États-Unis), CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781003133254>

RUAF. 2017. Urban Agroecology. *Urban Agriculture Magazine*, n° 33. <https://ruaf.org/document/urban-agriculture-magazine-no-33-urban-agroecology>

Sacande, M. et Muir, G. 2022. Restoring Food Systems with Nutritious Native Plants: Experiences from the African Drylands. *Food and Nutrition Bulletin*, 44(2): S58-S68. <https://doi.org/10.1177/03795721231190779>

Sacande, M., Parfondry, M. et Cicatiello, C. 2019. *La restauration des terres en action contre la désertification. Manuel de restauration des terres à grande échelle pour renforcer la résilience des communautés rurales dans la Grande muraille verte*. Rome. FAO. <https://doi.org/10.4060/ca6932fr>

Shaw, B. J. 2017. Østergro Rooftop Farm – Community Supported Agriculture in the Middle of Copenhagen. Dans: C. Bieling et T. Plieninger (dir. pub.). *The Science and Practice of Landscape Stewardship*. Cambridge (Royaume-Uni), Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781316499016.026>

Shepherd, M., Nichols, S. et Selbie, D. 2021. An assessment of the role of soil organic matter in pasture resilience. *NZGA: Research and Practice Series*, 17: 179-190. <https://doi.org/10.33584/rps.17.2021.3469>

Smith, K. et Elgersma, A. 2021. Editorial – Annual and perennial forage legumes in dryland pasture systems. *Grass and Forage Science*, 76(1): 1-2. <https://doi.org/10.1111/gfs.12529>

Stoner, S. W., Hoyt, A. M., Trumbore, S., Sierra, C. A., Schrumpf, M., Doetterl, S., Baisden, W. T. et Schipper, L. A. 2021. Soil organic matter turnover rates increase to match increased inputs in grazed grasslands. *Biogeochemistry*, 156(1): 145-160. <https://doi.org/10.1007/s10533-021-00838-z>

Taleb, M. H., Majidi, M. M., Pirnajmedin, F. et Maibody, S. A. M. M. 2023. Plant functional trait responses to cope with drought in seven cool-season grasses. *Scientific Reports*, 13(1): 5285. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-31923-y>

Teague, R. et Kreuter, U. 2020. Managing Grazing to Restore Soil health, Ecosystem Function, and Ecosystem Services. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4: 534187. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.534187>

Udawatta, P. R., Rankoth, L. et Jose, S. 2019. Agroforestry and Biodiversity. *Sustainability*, 11(10): 2879. <https://doi.org/10.3390/su11102879>

Van Delden, S. H., SharathKumar, M., Butturini, M., Graamans, L. J. A., Heuvelink, E., Kacira, M., Kaiser, E. et al. 2021. Current status and future challenges in implementing and upscaling vertical farming systems. *Nature Food*, 2(12): 944-956. <https://doi.org/10.1038/s43016-021-00402-w>

Wang, L., Ning, S., Zheng, W., Guo, J., Li, Y., Li, Y., Chen, X., Ben-Gal, A. et Wei, X. 2023. Performance analysis of two typical greenhouse lettuce production systems: Commercial hydroponic production and traditional soil cultivation. *Frontiers in Plant Science*, 14: 1165856. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1165856>

Wisser, D., Grogan, D. S., Lanzoni, L., Tempio, G., Cinardi, G., Prusevich, A. et Glidden, S. 2024. Water Use in Livestock agri-Food Systems and Its Contribution to Local Water Scarcity: A Spatially Distributed Global Analysis. *Water*, 16(12): 1681. <https://doi.org/10.3390/w16121681>

Xu, R., Shi, W., Kamran, M., Chang, S., Jia, Q. et Hou, F. 2023. Grass-legume mixture and nitrogen application improve yield, quality, and water and nitrogen utilization efficiency of grazed pastures in the loess plateau. *Frontiers in Plant Science*, 14. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1088849>

Zomer, R. J., Antonio, T., Richard, C., Frank, P., Meine van, N. et Jianchu, X. 2009. *Trees on farms: an update and reanalysis of agroforestry's global extent and socio-ecological characteristics*. Document de travail n° 179. Bogor (Indonésie), Centre international pour la recherche en agroforesterie. <https://apps.worldagroforestry.org/downloads/Publications/PDFS/WP14064.pdf>

CHAPITRE 5

Agarwal, A., delos Angeles, M. S., Bhatia, R., Chéret, Davila-Poblete, S., Falkenmark, M., Villarreal, F. G. et al. 2000. *La gestion intégrée des ressources en eau*. TAC Background Papers n° 4. Stockholm, Partenariat mondial pour l'eau. <https://www.gwp.org/globalassets/global/toolbox/publications/background-papers/04-integrated-water-resources-management-2000-french.pdf>

Al'Afghani, M., Văn Chính, L. et Hodgson, S. 2024. Asia-Pacific Region: Water tenure scoping studies in Indonesia and Viet Nam. Dans: S. Hodgson, V. Gillet, S. Espinosa Flor, S. Ramirez Fionda, B. Kiersch et D. Vallée (dir. pub.). 2024. *Water tenure perspectives – Proceedings of the Water Tenure Mondays webinar series*. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cd2941en>

Bastin, J.-F., Finegold, Y., Garcia, C. A., Mollicone, D., Rezende, M., South, D., Zohner, C. M. et Crowther, T. W. 2019. The global tree restoration potential. *Science*, 365(6448): 76-79. <https://www.science.org/doi/10.1126/science.aax0848>

Batchelor, C., Hoogeveen, J., Faures, J. M. et Peiser, L. 2016. *Water accounting and auditing. A sourcebook*. FAO, Rapport sur l'eau n° 43. Rome, FAO. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/c0354e>

BEI (Banque européenne d'investissement). Non daté. *Investing in nature: Financing conservation and nature-based solutions*. A Practical Guide for Europe including how to access support from the European Investment Bank's dedicated Natural Capital Financing Facility. Luxembourg. <https://www.eib.org/attachments/pj/ncff-invest-nature-report-en.pdf>

Bojić, D., Clark, M. et Urban, K. 2022. *Centrage sur la gouvernance pour une amélioration de l'appui aux politiques et de l'assistance technique – Document cadre sur la gouvernance et l'appui aux politiques*. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cc0240fr>

Buchhorn, M., Bertels, L., Smets, B., De Roo, B., Lesiv, M., Tsendbazar, N. E., Masiliunas, D. et Li, L. 2020a. Algorithm theoretical basis document. Dans: *Copernicus Land Monitoring Service (2015): Land Cover 2015-2019 (raster 100 m)*. <https://doi.org/10.2909/c6377c6e-76cc-4d03-8330-628a03693042>

Buchhorn, M., Lesiv, M., Erdene Tsendbazar, N., Herold, M., Bertels, L. et Smets, B. 2020b. Copernicus Global Land Cover Layers—Collection 2. *Remote Sensing*, 12(6): 1044. <https://doi.org/10.3390/rs12061044>

Cabell, J. F. et Oelofse, M. 2012. An Indicator Framework for Assessing Agroecosystem Resilience. *Ecology and Society*, 17(1): 18. <https://www.jstor.org/stable/26269017>

CDB (Convention sur la diversité biologique). 2018. Pan-African Action Agenda on Ecosystem Restoration for increased Resilience. Montréal (Canada). <https://www.cbd.int/doc/c/274b/80e7/34d341167178fe08effd0900/cop-14-afr-hls-04-final-en.pdf>

CDB. 2022. *Cadre mondial de la biodiversité de Kunming-Montréal (CBD/COP/DEC/15/4)*. Montréal (Canada), Secrétariat de la CDB. <https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-15/cop-15-dec-04-fr.pdf>

CGIAR. Non daté. Amplifying CGIAR impact with higher innovation readiness and use. Dans: CGIAR. [Consulté le 11 juin 2025]. <https://www.cgiar.org/portfolio-narrative/action-area-focus/regional-integrated-initiatives/#:~:text=For20example2C20the20CGIAR20Initiative20on20Diversification,million20people20that20watch20the20show20weekly>

CLD. 2019. *Decision 26/COP.14 Land tenure*. Bonn (Allemagne). <https://www.unccd.int/sites/default/files/sessions/documents/2019-11/26-cop14.pdf> (version française, *Décision 26/COP.14 – La question de l'occupation des terres*, disponible à l'adresse <https://www.unccd.int/official-documentscop-14-new-delhi-india-2019/iccdcop1423add1>).

CLD. 2022. *Decision 27/COP.15 Follow-up on policy frameworks and thematic issues: Land tenure*. Bonn (Allemagne). https://www.unccd.int/sites/default/files/2022-10/27_cop15.pdf (version française, *Décision 27/COP.15 – Suivi des cadres directifs et des questions thématiques: occupation des terres*, disponible à l'adresse https://www.unccd.int/sites/default/files/2022-10/ICCD_COP%2815%29_23_Add.1-2208672F.pdf).

CLD. 2023. *Integrated Land Use Planning and Integrated Landscape Management for Land Degradation Neutrality*. Note d'information scientifique et politique de l'interface entre science et politiques. Bonn (Allemagne). <https://www.unccd.int/resources/brief/science-policy-brief-integrated-land-use-planning-and-integrated-landscape>

Cotula, L. et Knight, R. 2021. *Protecting legitimate tenure rights: From concepts to practice*. Note d'orientation juridique n° 2. Rome, FAO. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/cb4489en>

Davies, F. 2015. *Analytical assessment report for the implementation of the Voluntary Guidelines on Responsible Governance of Tenure in the land, fisheries and forestry sectors of Sierra Leone*. Études juridiques de la FAO, n° 96. Rome, FAO. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/i5193e>

Davis, B., de la O Campos, A. P., Farrae, M. et Winters, P. 2024. Whither the agricultural productivity-led model? Reconsidering resilient and inclusive rural transformation in the context of agrifood systems. Dans: *Global Food Security*, 43: 100812. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2024.100812>

Deininger, K., Selod, H. et Burns, A. 2012. *The land governance assessment framework: identifying and monitoring good practice in the land sector*. Washington, Banque mondiale. <http://documents.worldbank.org/curated/en/862461468327558327>

Deutz, A., Heal, G. M., Niu, R., Swanson, E., Townshend, T., Zhu, L., Delmar, A., Meghji, A., Sethi, S. A. et Tobinde la Puente, J. 2020. *Financing nature: Closing the global biodiversity financing gap*. The Paulson Institute, The Nature Conservancy and the Cornell Atkinson Center for Sustainability. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.26226.32968>

Espinosa, S. et Kiersch, B. 2024. The benefits of a water tenure perspective: Knowledge from a pilot exercise in Rwanda, Senegal and Sri Lanka. Dans: S. Hodgson, V. Gillet, S. Espinosa Flor, S. Ramirez Fionda, B. Kiersch et D. Vallée (dir. pub.). *Water tenure perspectives – Proceedings of the Water Tenure Mondays webinar series*. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cd2941en>

FAO. 2016a. *La gouvernance responsable des régimes fonciers et le droit. Un guide à l'usage des juristes et autres fournisseurs de services juridiques*. Guide technique pour la gouvernance des régimes fonciers n° 5. Rome. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/i5449f>

FAO. 2016b. *Exploring the concept of water tenure*. Rome. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/i5435e>

FAO. 2017a. *Planification des ressources foncières pour une gestion durable des territoires. Besoins actuels et émergents dans la planification des ressources foncières pour la sécurité alimentaire, des moyens d'existence durables, l'aménagement intégré et la restauration des paysages*. Document de travail de la Division des terres et des eaux n° 14. Rome. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/i5937fr>

FAO. 2017b. *Sustainable Land Management (SLM) in practice in the Kagera Basin – Lessons learned for scaling up at landscape level*. Results of the Kagera Transboundary Agro-ecosystem Management Project (Kagera TAMP). Rome. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/i6085e>

FAO. 2018. *Sustainable food systems: Concept and framework*. Rome. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/ca2079en>

FAO. 2019. *Disaster risk reduction at farm level: Multiple benefits, no regrets*. Rome. <https://openknowledge.fao.org/items/4577547e-b19d-48bd-94fc-d467277f66a4>

BIBLIOGRAPHIE

FAO. 2020. *Éclairer le concept de régime foncier applicable à l'eau pour renforcer la sécurité alimentaire et le développement durable*. Document de travail sur les terres et les eaux. Rome. <https://doi.org/10.4060/cb1230fr>

FAO. 2022a. *Voluntary Guidelines on the Responsible Governance of Tenure of Land, Fisheries and Forests in the Context of National Food Security*. Première révision. Rome. <https://doi.org/10.4060/i2801e>

FAO. 2022b. *Gouvernance des régimes fonciers applicables à l'eau pour l'alimentation et l'agriculture* (COAG/2022/15). Rome. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/nj011fr>

FAO. 2022c. *Rapport de la vingt-huitième session du Comité de l'agriculture* (Rome, 18-22 juillet 2022) (C 2023/22). Rome. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/nj925fr>

FAO. 2023a. *UN 2023 Water Conference Side Event – National Water Roadmaps towards the 2030 Agenda*. 22 mars 2023. Rome. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/cc5365en>

FAO. 2023b. *La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture: gestion intégrée des ressources en eau* (C 2023/2). Quarante-troisième session de la Conférence, Rome, 1-7 juillet 2023. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/nm092fr>

FAO. 2023c. *Harnessing the potential of the 10 Elements of Agroecology to facilitate agrifood systems transformation – From visual narratives to integrated policy design*. Rome. <https://doi.org/10.4060/cc4049en>

FAO. 2023d. *L'Impact des catastrophes sur l'agriculture et la sécurité alimentaire 2023 – Prévenir et réduire les pertes en investissant dans la résilience*. Rome. <https://doi.org/10.4060/cc7900fr>

FAO. 2024a. *Déclaration ministérielle sur la gestion de la pénurie d'eau et les moyens d'enrayer la dégradation des sols pour des systèmes agroalimentaires durables et résilients*. Forum international sur les sols et l'eau 2024. 9-11 décembre 2024, Bangkok (Thaïlande). Rome. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/cd3750fr>

FAO. 2024b. *Audit de l'eau/analyse de la gouvernance de l'eau – Cadre méthodologique de la gouvernance et de l'appui aux politiques*. Rome. <https://doi.org/10.4060/cc8993fr>

FAO. 2024c. *Promoting water tenure for food security, climate resilience and equity – Workshop report*. Rome. <https://doi.org/10.4060/cd0222en>

FAO. 2025a. *Transforming food and agriculture through a systems approach*. Rome. <https://doi.org/10.4060/cd6071en>

FAO. 2025b. *FAO Conceptual Framework for Integrated Land and Water Resources Management*. Rome. <https://openknowledge.fao.org/items/150d29a2-8b0e-43fe-a060-24b70f56e38b>

FAO. (À paraître). *Directives actualisées pour la planification intégrée de l'utilisation des terres*. Rome.

FAO et BAfD. 2024. *Review of the state of world fishery resources – Inland fisheries*. Circulaire de la FAO sur les pêches et l'aquaculture n° 942, Rev. 4. Rome, FAO et Abidjan (Côte d'Ivoire), BAfD. <https://doi.org/10.4060/cd2169en>

FAO et CLD. 2023. *Guide technique sur l'intégration des directives volontaires pour une gouvernance responsable des régimes fonciers applicables aux terres, aux pêches et aux forêts dans le contexte de la sécurité alimentaire nationale dans la mise en œuvre de la Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification et la neutralité en matière de dégradation des terres*. FAO, Rome, et CLD, Bonn (Allemagne). <https://doi.org/10.4060/cb9656fr>

FAO et CLD. 2024. *UNCCD-FAO Initiative on land tenure*. Rome. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/cd3498en>

FAO, PNUD (Programme des Nations Unies pour le développement) et PNUE. 2021. *Une opportunité se chiffrant à plusieurs milliards de dollars. Réorienter le soutien à l'agriculture pour transformer les systèmes alimentaires. En bref*. Rome. <https://doi.org/10.4060/cb6683fr>

FAO, CGE (Commission de la gestion des écosystèmes), UICN et SER (Société pour la restauration écologique). 2021. *Principes pour la restauration des écosystèmes afin de guider la Décennie des Nations Unies 2021-2030*. Rome, FAO. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/cb6591fr>

Ghosh, E., Kemp-Benedict, E., Huber-Lee, A., Nazareth, A. et Oudra, I. 2022. *Investing in agricultural, water, sustainably – Recent trends in financing institutions*. Centre d'investissement de la FAO – Orientations pour l'investissement n° 7. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cc1212en>

GIEC. 2019. Summary for Policymakers. Dans: P. R. Shukla, J. Skea, E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, P. Zhai *et al.* (dir. pub.). *Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157988.001>

GIEC. 2022. Summary for Policymakers. Dans: P. R. Shukla, J. Skea, R. Slade, A. Al Khourdajie, R. van Diemen, D. McCollum, M. Pathak *et al.* (dir. pub.). *Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change*. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge (Royaume-Uni), Cambridge University Press, et New York (États-Unis). <https://doi.org/10.1017/9781009157926.001>

Gliessman, S. 2007. *Agroecology: The ecology of sustainable food systems*. Deuxième édition. Boca Raton (États-Unis), CRC Press.

Gliessman, S. 2018. Defining Agroecology. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 42(6). <https://doi.org/10.1080/21683565.2018.1432329>

Hernández Lagana, M., Phillips, S. et Poisot, A. 2022. *Self-evaluation and Holistic Assessment of Climate Resilience of Farmers and Pastoralists (SHARP+) – A new guidance document for practitioners*. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cb7399en>

Hodgson, S., Gillet, V., Espinosa Flor, S., Ramirez Fionda, S., Kiersch, B. et Vallée, D. (dir. pub.). 2024. *Water tenure perspectives – Proceedings of the Water Tenure Mondays webinar series*. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cd2941en>

Hodgson, S., Rothe, A.-K., Espinosa Flor, S., Troell, J. et Kiersch, B. 2024. *Water tenure assessment*. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cd1853en>

Huber-Lee, A., Kemp-Benedict, E., Gosh, E., Nazareth, A. et Oudra, I. 2021. *Investing in agricultural water management – Pathways to a sustainable future*. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cb8059en>

IDH (Sustainable Trade Initiative). 2021. *Inclusive investments in sustainable land management to help achieve land degradation neutrality. New insights from the Land Degradation Neutrality Fund and Technical Assistance Facility*. Learning brief. Utrecht (Pays-Bas), IDH, Mirova, CLD, Agence française de développement (AFD), Fonds mondial pour la nature (WWF) et Fonds pour l'environnement mondial (FEM). <https://www.idhsustainabletrade.com/uploaded/2021/03/2020-LDN-Report-10.5-Large.pdf>

IPBES (Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques). 2018. *The IPBES assessment report on land degradation and restoration*. Bonn (Allemagne), Secrétariat de l'IPBES. https://files.ipbes.net/ipbes-web-prod-public-files/2018_ldr_full_report_book_v4_pages.pdf

LPFN (Initiative «Des paysages pour les personnes, l'alimentation et la nature»). 2015. *Landscape partnerships for sustainable development: achieving the SDGs through integrated landscape management*. <https://peoplefoodandnature.org/publication/landscape-partnerships-for-sustainable-development>

Mazzucato, M., Okonjo-Iweala, N., Rockström, J. et Shanmugaratnam, T. 2004. *The economics of water: Valuing the hydrological cycle as a global common good*. Colombo (Sri Lanka), Global Commission on the Economics of Water. <https://economicsofwater.watercommission.org/report/economics-of-water.pdf>

Meybeck, A., Cintori, L., Cavatassi, R., Gitz, V., Gordes, A., Albinelli, I., Opio, C. et al. 2024. Natural resources management for resilient inclusive rural transformation. *Global Food Security*, 42: 100794. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2024.100794>

Mottet, A., Bicksler, A., Lucantoni, D., De Rosa, F., Scherf, B., Scopel, E., López-Ridaura, S. et al. 2020. Assessing Transitions to Sustainable Agricultural and Food Systems: A Tool for Agroecology Performance Evaluation (TAPE). *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4: 579154. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.579154>

Nilsson, M., Griggs, D. et Visbeck, M. 2016. Policy: Map the interactions between Sustainable Development Goals. *Nature*, 534(7607): 320-322. <https://doi.org/10.1038/534320a>

ONU (Organisation des Nations Unies). 2023a. *Summary of Proceedings of the by the President of the General Assembly – United Nations Conference on the Midterm Comprehensive Review of the Implementation of the Objectives of the International Decade for Action “Water for Sustainable Development”, 2018–2028*. New York (États-Unis). <https://www.un.org/pga/77/wp-content/uploads/sites/105/2023/05/PGA77-Summary-for-Water-Conference-2023.pdf>

ONU. 2023b. *Déclaration politique issue du forum politique de haut niveau pour le développement durable organisé sous les auspices de l'Assemblée générale*. New York, (États-Unis). <https://docs.un.org/fr/A/RES/78/1>

Orr, B. J., Cowie, A. L., Castillo Sanchez, V. M., Chasek, P., Crossman, N. D., Erlewein, A., Louwagie, G. et al. 2017. *Scientific Conceptual Framework for Land Degradation Neutrality*. A Report of the Science-Policy Interface. Bonn (Allemagne), CLD. https://www.unccd.int/sites/default/files/documents/2019-06/LDN_CF_report_web-english.pdf

PNUE. 2016. *Unlocking the sustainable potential of land resources: Evaluation systems, strategies and tools*. A Report of the Working Group on Land and Soils of the International Resource Panel. <https://www.resourcepanel.org/reports/unlocking-sustainable-potential-land-resources#report>

Simionesei, L., Ramos, T. B., Palma, J., Oliveira, A. R. et Neves, R. 2020. IrrigaSys: A web-based irrigation decision support system based on open-source data and technology. *Computers and Electronics in Agriculture*, 178: 105822. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105822>

Tittonell, P. 2023. *A Systems Approach to Agroecology*. Cham (Suisse), Springer Nature. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-42939-2>

Verburg, P., Metternicht, G., Allen, C., Debonne, N., Akhtar-Schuster, M. Inácio da Cunha, M., Karim et al. 2019. *Creating an Enabling Environment for Land Degradation Neutrality and its potential contribution to enhancing wellbeing, livelihoods and the environment*. A Report of the Science-Policy Interface. Bonn (Allemagne), CLD. https://www.unccd.int/sites/default/files/2019-08/UNCCD_SPI_2019_Report_1.2.pdf

Ziadat, F., Berkat, O., Ouchna, R., Touami, M., Fetsi, T. Harari, N., Mekdaschi Studer, R. et Schlingloff, S. 2022. Participatory land resources planning to promote sustainable landscape management in rainfed areas-Morocco. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 6. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.848043>

ANNEXE

C3S (Service Copernicus concernant le changement climatique). 2023. Climate Data Store: Agrometeorological indicators from 1979 to present derived from reanalysis. Base de données Copernicus sur le climat. [Consulté le 13 février 2025]. <https://doi.org/10.24381/cds.6c68c9bb>

FAO. 1976. *A framework for land evaluation*. Bulletin pédologique de la FAO n° 32. Rome. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/x5310e>

FAO. 2025. FAOSTAT: Cultures et produits animaux. [Consulté le 13 février 2025]. <https://www.fao.org/faostat/fr/#data/QCL>. Licence: CC-BY-4.0.

Fischer, G., Nachtergaele, F. O., van Velthuisen, H. T., Chiozza, F., Franceschini, G., Henry, M., Muchoney, D. et Tramberend, S. 2021. *Global Agro-Ecological Zones v4 – Model documentation*. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cb4744en>

GIEC. 2023: Sections. Dans: *Climate Change 2023: Synthesis Report*. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Genève (Suisse), p. 35-115. <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>



2025 L'ÉTAT DES RESSOURCES EN TERRES ET EN EAU POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE DANS LE MONDE

LE POTENTIEL DE PRODUIRE PLUS ET MIEUX

Les ressources en terres, en sols et en eau constituent les fondements de la production agricole et de la sécurité alimentaire mondiale. La satisfaction de la demande croissante de denrées alimentaires exercera une pression supplémentaire sur des ressources déjà très sollicitées: plus de 60 pour cent de la dégradation des terres due à l'activité humaine se produit sur les terres agricoles (terres cultivées et pâturages) et l'agriculture est à l'origine de plus de 70 pour cent des prélèvements d'eau douce dans le monde.

L'édition 2025 de *L'État des ressources en terres et en eau pour l'alimentation et l'agriculture dans le monde* met en relief les défis pressants que constituent la dégradation des terres due à l'activité humaine, la pénurie d'eau et le changement climatique, ainsi que leur impact sur la productivité agricole et les écosystèmes. Elle examine le potentiel caché et inexploité que recèlent les ressources en terres et en eau s'agissant de renforcer la production agricole durable en préservant ces ressources limitées.

Si le rapport s'intéresse aux terres, aux sols et à l'eau de manière intégrée, en examinant différents systèmes de production (cultures, pâtures, forêts, pêche et aquaculture), l'accent est mis sur les cultures, grâce à une analyse approfondie du potentiel de production des principales cultures se fondant sur des données et des informations tirées de la version actualisée de l'évaluation du zonage agroécologique mondial (GAEZ). Le rapport examine plus avant des solutions durables et des approches intégrées pour une gestion et une utilisation durables des terres, des sols et de l'eau, illustrées par des exemples, et recense les principaux catalyseurs nécessaires à leur transposition à plus grande échelle pour un impact durable.

Les choix que nous faisons aujourd'hui pour la gestion des terres, des sols et de l'eau détermineront la manière dont nous répondrons aux demandes actuelles et futures tout en protégeant les précieuses ressources de notre planète pour les générations à venir.

