



Agroforesterie polyvalente en zone de cultures. Photo : Ghanashyam Sharma

Agroforesterie polyvalente et résiliente au climat dans l'est de l'Himalaya

Ghanashyam Sharma

« *L'agroforesterie peut améliorer le statut socio-écologique et socio-économique des populations autochtones et renforcer les services écosystémiques des montagnes.* »

Introduction

Les agriculteurs traditionnels de diverses régions en développement ont transmis des systèmes agricoles complexes qui gèrent efficacement les environnements difficiles et les variations climatiques tout en répondant aux besoins de subsistance. Ces systèmes ont réussi, sans recourir aux technologies agricoles modernes telles que la mécanisation, les engrains chimiques ou les pesticides.

Le riche héritage historique de l'Inde en matière de pratiques agroforestières continue d'être reconnu par les écologistes contemporains et les agences de développement (Kumar et Sikka 2014).

Le Centre national de recherche en agroforesterie (NRCA) de l'Inde a mené des recherches qui ont contribué à bien des égards, notamment en identifiant des espèces d'arbres adaptées aux différentes zones agro-écologiques du pays. L'un des résultats du Congrès mondial d'agroforesterie de 2014 a été la promulgation de la Politique nationale d'agroforesterie de l'Inde.



Agroforesterie de zone forestière et exploitations. Photo : Ghanashyam Sharma

Les systèmes agricoles traditionnels de l'Himalaya oriental sont un exemple convaincant de systèmes agroforestiers à petite échelle (y compris les jardins familiaux) qui ont été gérés par des agriculteurs autochtones depuis des générations. Ces systèmes offrent une gamme d'avantages socioécologiques, socioculturels et socioéconomiques. Leur gamme diversifiée d'arbres, d'arbustes, de cultures traditionnelles et d'élevage polyvalents (Sharma *et al.* 2016) favorise la durabilité écologique.

Ils sont plus diversifiés que les monocultures et fournissent de multiples services aux ménages. Les pratiques d'utilisation des terres prédominantes dans la région comprennent les agroforêts et autres systèmes agroforestiers, les zones cultivées ouvertes et les forêts adjacentes. Cet article traite des efforts visant à mettre en œuvre une gestion agricole autochtone basée sur l'agroforesterie dans la région orientale de l'Himalaya.

Diversité agroforestière

Au début du XVII^e siècle, les agriculteurs népalais ont initié des pratiques agricoles en terrasses au Sikkim. Par la suite, ils ont conçu une variété de systèmes agroforestiers au Sikkim et se sont étendus vers le Bhoutan et le nord-est de l'Himalaya. Ces innovations ont ensuite été adoptées par d'autres agriculteurs des montagnes de la région. Les pratiques agroforestières traditionnelles de la région sont classées en sept systèmes : en zone de cultures, en zones de forêts, à base de grande cardamome (avec deux sous-systèmes : aulne-cardamome et arbres mélangés-cardamome), à base de mandarine, à

base de cultures/arbres mélangés, en zone de culture sur brûlis et en zone de plantations de thé (Tableau 1). Ces systèmes possèdent le potentiel d'améliorer les moyens de subsistance en offrant aux agriculteurs une gamme d'alternatives afin d'augmenter à la fois la production agricole et les revenus. En outre, ils soutiennent les rôles productifs et protecteurs des écosystèmes, notamment en favorisant la diversité biologique, en maintenant des écosystèmes sains, en préservant les ressources en sols et en eau, en stockant le carbone terrestre et en renforçant la résilience.

Agroforesterie en zone de cultures

Dans ce système, les agriculteurs gèrent des espèces d'arbres polyvalentes pour le fourrage, le bois de chauffage et le bois d'œuvre à l'intérieur et autour des terres cultivables, ainsi que dans les contremarches des terrasses pour stabiliser le sol. Ils pratiquent également les cultures intercalaires sous la canopée des arbres (photo page 151). Le système se compose de *sukha-bari* (champs pluviaux) avec des cultures associées telles que maïs-pomme de terre et maïs-gingembre, ainsi que de *pani-khet* (rizières inondées) où le riz est suivi de cultures d'hiver et de légumes.

Une gestion efficace des arbres fourragers et de la production alimentaire est essentielle au maintien du bétail.

Agroforesterie en zone de forêts

Ce système intègre des zones forestières et agricoles (voir photo ci-dessus), y compris des bosquets de bambous. Les agriculteurs cultivent des arbres polyvalents (avec des

fonctions sociales, écologiques, économiques et esthétiques) et sauvegardent les espèces à bois pour la construction et les réparations. Pour réguler l'eau et prévenir les inondations, l'érosion et l'instabilité des pentes, les parcelles agroforestières sont situées le long des crêtes et des sillons, verticalement sur les pentes et horizontalement entre les pentes. Le drainage en descente offre une irrigation constante et les pentes en terrasses sont protégées par des agroforêts.

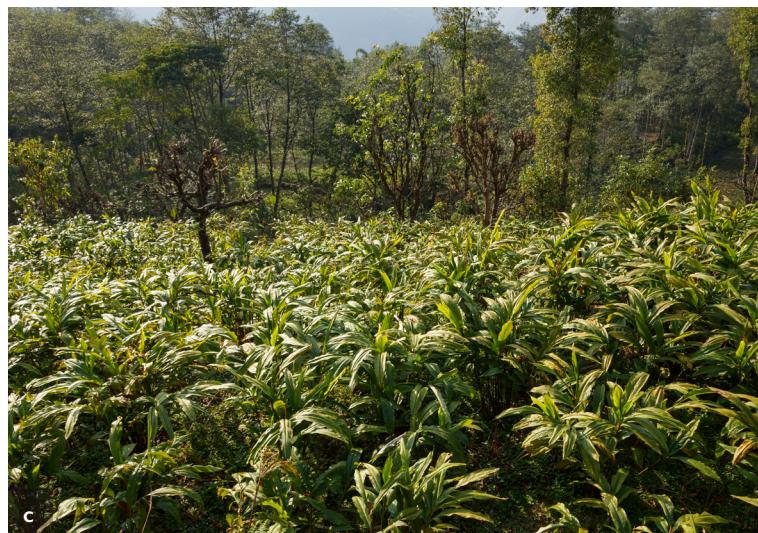
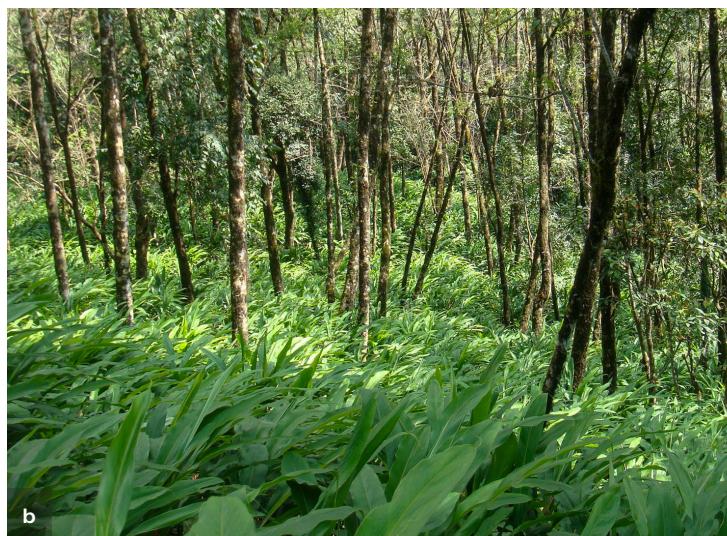
Agroforesterie à base de grande cardamome

Ce système comprend une diversité d'arbres polyvalents qui comprennent des arbres et des buissons fourragers, des arbres à bois, des arbres fruitiers, etc. (voir photo a, ci-dessous). La grande cardamome (*Amomum subulatum*) est une culture de rente précieuse cultivée dans les États du nord-est de l'Inde, du Bhoutan et du Népal entre 600 et 2 300 mètres d'altitude au-dessus du niveau de la mer, dans des zones où les précipitations annuelles moyennes sont de 1 500 à 3 500 mm. Son arôme et sa saveur distinctifs font qu'elle est très recherchée sur le marché mondial. La production de la grande

cardamome implique un faible volume par plante et nécessite relativement peu de main d'œuvre, ce qui est avantageux pour les petits exploitants.

Agroforesterie avec aulnes et cardamome

L'aulne de l'Himalaya (*Alnus nepalensis*) est un arbre qui pousse naturellement et qui forme une association bénéfique avec la cardamome, offrant de l'ombre, la fixation de l'azote et une litière riche en nutriments (Sharma *et al.* 2008). Cette espèce pionnière prospère dans des environnements difficiles tels que les sols soumis à des glissements de terrain, les habitats dénudés, les pentes rocheuses, les berges des cours d'eau et les zones naturelles. Les agriculteurs établissent progressivement une association aulne-cardamome (voir photo b, ci-dessous) en plantant des plants de cardamome et en maintenant la densité des arbres chaque année (Sharma *et al.* 2016). Le système présente une viabilité économique, une adaptabilité écologique, une acceptabilité sociale et un potentiel considérable de séquestration du carbone (Sharma et Sharma 2017).



Systèmes agroforestiers divers a) agroforesterie à base de grande cardamome ; b) agroforesterie avec aulnes et cardamome ; c) agroforesterie avec arbres mélangés et cardamome. Photos : Ghanashyam Sharma

Agroforesterie avec arbres mélangés et cardamome

Les arbres d'ombrage courants utilisés dans les systèmes agroforestiers à grande cardamome comprennent *Schima wallichii*, *Engelhardtia acerifolia*, *Eurya acuminata*, *Leucosceptrum canum*, *Maesa chisia*, *Symplocos theifolia*, *Ficus nemoralis*, *Ficus hookeri*, *Nyssa sessiliflora*, *Osbeckia paniculata*, *Viburnum cordifolium*, *Litsaea polyantha*, *Macaranga pustulata* et *Alnus nepalensis* (voir photo c, page précédente). Les pratiques de l'agroforesterie à grande cardamome conservent également des éléments de biodiversité. Ce système favorise une gamme d'espèces d'arbres plus diversifiée que les autres systèmes agroforestiers dans la région. Les arbres abritent également des oiseaux et d'autres animaux sauvages, ce qui contribue à la structure et au fonctionnement écologique du système.

Agroforesterie à base de mandarine

Ce système (qui comprend également *Albizia stipulata* et d'autres espèces d'arbres) intercale des cultures de rente à grande valeur, telles que la mandarine du Sikkim (*Citrus reticulata*) et le gingembre, avec du maïs, des légumineuses, du sarrasin, de l'éleusine, des graines oléagineuses, du taro et de l'igname sur un terrain *sukha-bari* non irrigué (voir photo a, ci-dessous). La culture de la grande cardamome est également incluse dans ce système. Le système est prometteur à basses altitudes (250 à 1 700 m). L'*Albizia*, une autre espèce fixatrice d'azote, est couramment cultivée aux côtés d'autres arbres dans ce système pour enrichir la fertilité du sol.

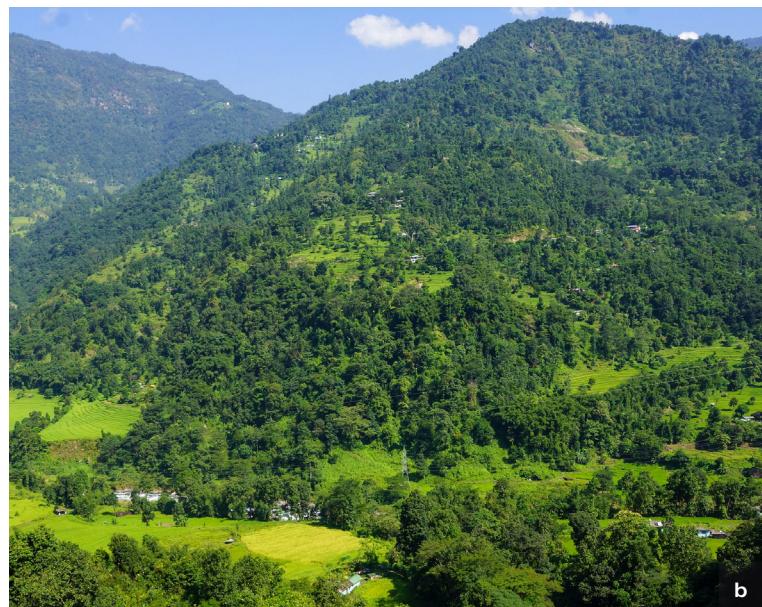
Agroforesterie à base de cultures/arbres mélangés (>300 m)

Les berges des rivières et les pentes des terrasses contribuent à la diversité génétique des variétés traditionnelles de riz, telles que le *krishna bhog*, le *nuniya* et le *kataka*. Ce paysage agroforestier (voir photo b, ci-dessous) démontre l'importance des connaissances écologiques traditionnelles. Certaines variétés de riz pluvial et irrigué ont décliné, tandis que les variétés de riz irrigué, comme l'*attey*, le *timmurey*, le *jhapaka*, le *bacchhi*, le *mansaro*, le *baghey-tulasi*, le *champasari*, le *sikrey* et le *taprey*, sont bien adaptées aux zones agroécologiques allant de 300 à 1 800 m d'altitude (Sharma et Sharma 2017). Les terrasses bordées d'arbres protègent la culture du riz de montagne, conservant l'eau et fournissant des nutriments.

Des légumineuses, des haricots, du maïs, du blé, du sarrasin, des graines oléagineuses et des légumes sont cultivés pendant l'hiver. Ce système agroforestier intègre également la grande cardamome et les forêts, conservant l'eau, contrôlant les inondations et fournissant des nutriments ainsi qu'un habitat aux animaux sauvages. La région soutient l'agrobiodiversité, les pratiques d'irrigation traditionnelles et divers systèmes de culture. De nombreux agriculteurs pratiquent l'agroforesterie en permettant à leurs animaux de paître au sein de ces systèmes, tandis que d'autres optent pour l'alimentation en stabulation de leur bétail en raison de la rareté des zones de pâturage au sein de leurs exploitations agroforestières.

Agroforesterie en zone de culture sur brûlis

La communauté autochtone Lepcha du Sikkim a conçu des systèmes agroforestiers adaptés à la fois aux vallées et aux



Divers systèmes agroforestiers a) Agroforesterie à base de mandarine ; b) agroforesterie à base de cultures/arbres mélangés.
Photos : Ghanashyam Sharma

penentes abruptes. Utilisant une technique appelée *bhashmey-kheti*, ils pratiquent l'agriculture itinérante dans la vallée du Dzongu (voir photo a, ci-dessous). Cette technique de culture sur brûlis comporte une série d'étapes : en décembre, une étendue forestière considérable est défrichée. Les débris qui en résultent sont incendiés pour produire de l'engrais, une pratique réalisée de la mi-février à la mi-mars. Ensuite, à l'arrivée de la saison de la mousson, les cultures sont semées. Après un ou deux cycles de culture, les terres sont laissées en jachère tandis que de nouvelles zones sont préparées. Ce processus à haute intensité de travail implique tous les membres de la famille ; les hommes s'engagent dans des tâches physiquement exigeantes et les femmes s'occupent du nettoyage des débris, de la sélection des graines, des semis et de la récolte. Les agriculteurs maintiennent la culture de variétés traditionnelles de céréales, de légumineuses, d'oléagineux, de tubercules et de cultures sous-utilisées moins connues, avec les femmes jouant un rôle crucial dans la sauvegarde et la préservation des semences.

Cette méthode s'appuie sur la fertilité des sols des forêts défrichées pour cultiver une gamme diversifiée de cultures, comprenant le paddy pluvial, le paddy irrigué, le maïs, le blé, l'orge à grains nus, le sarrasin, le millet, les amarantes en grains, l'avoine, le sorgho, les larmes de Job (*Coix lachryma*), le gingembre, le curcuma, diverses légumineuses, le chayote (*Sechium edule*), les ignames domestiques et sauvages (*Dioscorea spp.*), le manioc, la colocase (*Colocasia esculenta*) et une variété de cucurbitacées. La région de Dzongu possède actuellement une rizière pluviale solitaire des hautes terres (*tuk-mor-zho*), une ancienne pratique du peuple Lepcha. Ils cultivent également des mandarines, des pois, des poires, des

prunes, des avocats et de la grande cardamome, ainsi que des plantes sauvages comestibles, englobant des plantes médicinales et aromatiques.

Jusqu'au début des années 2000, l'agriculture itinérante (*sudyom prek shyon* ou *sudyom hong shyong*) était la méthode agricole prédominante pratiquée par les Lepchas sur les pentes abruptes de la région de Dzongu. Des échos de cette approche persistent encore dans les cours supérieurs du Dzongu, où un large éventail d'espèces sont cultivées.

Agroforesterie en zone de plantations de thé

Les « jardins » de thé Temi (*Camellia sinensis L.*), créés en 1969, s'étendent sur une superficie de 176 hectares (ha) le long de pentes abruptes allant de 1 200 à 1 800 m d'altitude au-dessus du niveau de la mer. Ce thé atteint un prix élevé sur le marché international. La première récolte de thé Temi a atteint un prix record de 10 250 INR par kg (124 USD) en 2023. Le jardin est exploité par le gouvernement du Sikkim et produit environ 100 tonnes de thé par an, qui est traité et emballé sur place. Récemment, le thé a obtenu une certification biologique, ce qui a entraîné une demande accrue.

Les collines de Darjeeling ont une superficie totale de 241 700 ha, dont environ 40 % sont couverts par des forêts, 40 % par des *khasmal* (forêts à usage communautaire) et des municipalités, 2 % par des plantations de quinquina et 18 % par des plantations de thé (voir photo b, ci-dessous). Planté pour la première fois en 1839, le thé Darjeeling possède une qualité qui résulte du climat, des conditions du sol, de l'altitude et d'un traitement méticuleux. Environ 10 000 tonnes sont récoltées



Divers systèmes agroforestiers a) agroforesterie en zone de cultures sur brûlis ; b) agroforesterie en zone de plantation de thé, vallée de Teesta, Darjeeling. Photos : Ghanashyam Sharma



chaque année, réparties sur 17 500 ha de terres. Le thé a son propre arôme particulier, un parfum rare qui remplit les sens. Le thé de Darjeeling a été savouré par les connaisseurs du monde entier. La première récolte de ce thé s'est vendue autour de 278 USD le kg en 2023.

Ce système intégré offre des avantages écologiques et économiques et favorise la conservation de la biodiversité. Cela comprend la culture en couloirs (thé cultivé entre des

rangées d'espèces ligneuses et non ligneuses), qui favorise la fertilité des sols, la séquestration du carbone et le contrôle de l'érosion. La culture intercalaire du thé avec du gingembre, du curcuma ou des arbres fruitiers diversifie les revenus et améliore la lutte antiparasitaire. La préservation des habitats naturels (ruisseaux, étangs, forêts) au sein des plantations de thé favorise la biodiversité et favorise les polliniseurs, les oiseaux et les mammifères.

Tableau 1. Dynamique des peuplements dans sept systèmes agroforestiers

Paramètre	1. En zones de cultures	2. En zone de forêts	3. À base de grande cardamome	4. À base de mandarine	5. A base de cultures/arbres mélangés	6. En zone de cultures sur brûlis	7. En zone de plantations de thé
Densité des arbres (arbres ha^{-1})	198 ± 25	843 ± 132	417 ± 17	280 ± 54	723 ± 124	153 ± 34	78 ± 34
Surface terrière ($\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$)	6,43 ± 1,21	21,36 ± 3,66	19,51 ± 3,43	5,10 ± 1,23	12,51 ± 1,49	3,87 ± 2,6	3,12 ± 0,5
Biomasse arborée (t ha^{-1})	12,84 ± 2,54	59,45 ± 3,25	64,61 ± 5,81	15,21 ± 26	23,42 ± 4,53	10,32 ± 31	6,32 ± 42
Productivité primaire nette (t ha^{-1})	4,65 ± 1,87	8,43 ± 2,39	12,61 ± 3,26	3,51 ± 1,26	5,13 ± 0,99	6,35 ± 24	Non estimé
Rendement agronomique des cultures ($\text{t ha}^{-1} \text{an}^{-1}$)	1,14 ± 1,65	0,21 ± 0,04	0,31 ± 0,101	1,25 ± 0,502	0,26 ± 0,121	2,18 ± 1,45	0,68 ± 0,51
Collecte de PFNL comestibles (kg ha^{-1})	124 ± 24	207 ± 5,34	30,41 ± 6,91	50 ± 12	105 ± 20	2,76 ± 1,05	Non produit
Fourrage (t ha^{-1})	2,36 ± 0,89	5,73 ± 2,54	0,21 ± 0,09	2,81 ± 1,35	3,57 ± 2,18	1,65 ± 0,65	Non produit
Litière ($\text{t ha}^{-1} \text{an}^{-1}$)	9,35 ± 3,263	7,34 ± 2,17	10,25 ± 0,46	4,80 ± 1,81	6,93 ± 2,51	1,98 ± 0,35	Non collecté
Résidus de récolte ($\text{t ha}^{-1} \text{an}^{-1}$)	8,42 ± 2,47	0,17 ± 0,02	Non collecté	3,24 ± 1,32	Non collecté	1,53 ± 1,05	Non collecté
Litière au sol (t ha^{-1})	5,23 ± 25	8,23 ± 2,15	34,91 ± 1,24	4,76 ± 2,11	26,87 ± 3,86	3,78 ± 1,25	Non collecté
Extraction de litière (t ha^{-1})	0,21 ± 0,04	2,83 ± 0,85	1,21 ± 1,23	0,05 ± 0,01	1,56 ± 1,65	1,24 ± 0,52	Non collecté
Extraction de bois de chauffage (t ha^{-1})	0,37 ± 0,15	1,78 ± 0,96	1,95 ± 0,23	0,21 ± 0,05	1,47 ± 0,24	3,42 ± 1,35	Non collecté

Remarque : Le rendement agronomique comprend la capsule de cardamome (fruit), le rendement des cultures, les mandarines, les feuilles de thé et les résidus de récolte. Les valeurs sont calculées à partir de trois sites de répétitions. Source : mise à jour de Sharma *et al.* (2016).

PFNL : Produits forestiers non ligneux.

Coûts et avantages économiques

Les systèmes agroforestiers traditionnels présentent des avantages économiques et sociaux importants pour les communautés locales. Les cultures de rente à forte valeur ajoutée fournissent aux agriculteurs des revenus permettant de subvenir aux soins de santé, à l'éducation et aux activités sociales. Les systèmes agroforestiers basés sur les cultures fournissent également des produits essentiels aux besoins de subsistance, tels que l'alimentation et la nutrition. En plus de leurs avantages esthétiques et récréatifs, les écosystèmes

agroforestiers de montagne constituent d'importantes réserves d'eau potable et d'eau pour l'agriculture. Les pratiques agroforestières fournissent un approvisionnement continu en produits forestiers non ligneux, en cultures sous-utilisées et en air pur, qui améliorent la qualité de vie des communautés de montagne (Sharma *et al.* 2016). Le Tableau 2 montre que les coûts associés à la gestion et au maintien des systèmes agroforestiers traditionnels diffèrent en fonction du système utilisé.

Tableau 2. Entrées et sorties monétaires (USD ha⁻¹) et analyse coûts-avantages de sept systèmes agroforestiers

Coûts des intrants (USD)	1. En zone de cultures	2. En zone de forêts	3. À base de grande cardamome	4. À base de mandarine	5. A base de cultures/arbres mélangés	6. En zone de cultures sur brûlis	7. En zone de plantations de thé
Main d'œuvre employée pour préparation du terrain	201	18	—	82	—	87	—
Désherbage	28	—	20	40	27	46	10
Main d'œuvre employée pour la récolte	45	11	24	30	31	26	50
Gestion post-récolte	8	—	48	11	51	11	—
Remplacement des manquants et replantation	17	11	23	9	13	7	—
Bois de chauffage pour traitement	—	—	43	—	28	—	—
Production totale	299	40	158	172	150	177	60
Rendement agronomique	545	—	1 761	1 136	1 140	561	37 500
Bois de chauffage	25	121	123	14	74	10	—
Fourrage (arbres/sol)	15	15	—	8	9	6	—
PFNL/produits comestibles sauvages	9	35	11	6	12	8	—
Total	594	171	1 895	1 164	1 235	585	37 500
Rapport production/ intrants	1,99	4,17	11,99	6,77	8,23	3,31	625,00

Remarque : Les valeurs sont calculées à partir de trois répétitions de sites. Source : mise à jour de Sharma *et al.* (2016)

Le rapport production/intrants est le plus élevé pour l'agroforesterie à base de thé et le plus faible pour l'agroforesterie en zone de cultures. Ces résultats indiquent que le choix du système agroforestier peut affecter de manière significative à la fois les coûts et les bénéfices de la production. Par conséquent, une attention particulière doit être accordée au choix du système agroforestier le plus approprié. Ces résultats pourraient être utilisés pour éclairer la prise de décision des parties prenantes impliquées dans les systèmes agroforestiers, notamment les décideurs politiques, les agriculteurs et les chercheurs.

Fonctions et services de l'agroforesterie traditionnelle au Sikkim

Les systèmes cultivés proches du réseau d'aires protégées de la région orientale de l'Himalaya fournissent un corridor biologique vital pour le mouvement des animaux sauvages désignés comme espèces phares, le long de l'Himalaya en Inde et à travers la frontière vers le Bhoutan à l'est, la Région autonome tibétaine de Chine au nord et le Népal à l'ouest. Les paysages agricoles sont essentiels pour soutenir les espèces menacées et biologiquement restreintes à l'échelle mondiale, maintenant ainsi la connectivité biologique. Dans la région, la biodiversité sauvage et l'agroforesterie traditionnelle sont des

éléments paysagers continus caractérisés par une interaction étroite entre les populations humaines et les systèmes naturels.

Dans le bassin versant de l'Himalaya, l'agriculture conventionnelle est associée à un débit d'eau de surface élevé et à des pertes de sols et de nutriments. En revanche, les pratiques agroforestières traditionnelles préservent les sols et les nutriments, ce qui contribue à maintenir les services écosystémiques et la biodiversité (Pandey *et al.* 2013). Ces systèmes agroforestiers remplissent diverses fonctions qui favorisent la durabilité écologique : maintenir la fertilité des sols, conserver les ressources, améliorer la productivité et réduire l'érosion. Opérés par de petits exploitants, ils répondent aux demandes du marché grâce à une production durable. Ils conviennent aux terres marginales et soutiennent les populations pauvres et autochtones (Sharma *et al.* 2007). Ils

renforcent également la résilience, en fournissant un couvert forestier et des cultures de rente pérennes.

Les systèmes agroforestiers traditionnels présentent un niveau remarquable de diversité des cultures (Tableau 3), comprenant un nombre important de variétés de riz (88), de maïs (26) (Sharma et Pradhan 2023) ainsi que diverses légumineuses (34), entre autres.

En outre, ces systèmes soutiennent un large éventail d'espèces végétales, dont plus de 483 plantes médicinales et aromatiques, 216 adventices, plus de 250 cultures fourragères, 150 espèces de bois d'œuvre et plus de 290 espèces d'arbres à usages multiples, ainsi que 20 espèces de bambous. Ces paysages agroforestiers sont des systèmes du patrimoine agricole qui jouent un rôle essentiel dans la préservation des ressources génétiques et le maintien de l'agrobiodiversité.

Tableau 3. Richesse en espèces, à la ferme, des variétés cultivées couramment dans les systèmes agroforestiers de l'Himalaya oriental

Culture	Nom local	Nombre de variétés
Riz (<i>Oryza sativa</i>)	Dhan	88
Légumes	Sabjiharu	75
Fruits	Falharu	63
Chayote (<i>Sechium edule</i>)	Chayote	55
Épices	Masala	38
Légumes secs et haricots/légumineuses (<i>Phaseolus</i> spp., etc.)	Simbi-bori	34
Tubercules	Tarul	33
Mais (<i>Zea mays</i>)	Makai	26
Pseudo-céréales (cultures peu connues)	Geda-gudi	21
Moutarde (<i>Brassica</i> spp.) et autres graines oléagineuses	Tori/Rayo	18
Agrumes (<i>Citrus</i> spp.)	Suntola	13
Banane (<i>Musa</i> sp.)	Kera	9
Éleusine (<i>Eleucine coracana</i>)	Kodo	8
Citrouille (<i>Cucurbita</i> sp.)	Pharsi	8
Piment (<i>Capsicum</i> spp.)	Khorsani	8
Taro (<i>Colocasia</i> sp.)	Pindalu	6
Gingembre (<i>Zingiber officinale</i>)	Aaduwa	5
Sarrasin (<i>Fagopyrum tataricum</i>)	Phaper	4
Soja (<i>Glycine max</i>)	Bhatmas	3
Orge (<i>Hordeum</i> spp.)	Jau	3
Blé (<i>Triticum aestivum</i>)	Gehun	2
Total		520

Conclusion

Les systèmes agroforestiers traditionnels de l'Himalaya oriental offrent une approche durable pour équilibrer les besoins alimentaires et de subsistance à court terme avec la conservation de l'environnement à long terme. Ces systèmes illustrent comment l'agroforesterie peut améliorer la situation économique des populations rurales et renforcer les services écosystémiques dans les montagnes. La durabilité de l'agriculture conventionnelle souffre des interventions axées sur la production, qui marginalisent la maintenance des agro-écosystèmes et l'emploi des petits exploitants. Dans le nord-est de l'Himalaya, les systèmes de cultures pluviales mixtes à petite échelle sont ancrés dans la sagesse montagnarde traditionnelle. Les connaissances agroforestières autochtones déclinent avec les changements socio-économiques, à l'image d'autres pays en développement. Les tendances varient en raison de l'agroécologie, de la démographie et de l'accès au marché. La recherche doit évaluer les lacunes, notamment celles liées aux arbres polyvalents. Cela s'aligne sur les traditions productives, atténue le changement climatique et séquestre le carbone pour la résilience.

Références

- Kumar BM and Sikka AK. 2014. Agroforestry in South Asia: Glimpses from Vedic to present times. *Indian Farming* 63(11):2–5.
https://www.researchgate.net/publication/330212507_Agroforestry_in_South_Asia_Glimpses_from_Vedic_to_present_times.
- Pandey R, Meena D, Aretano R, Satpathy S, Semeraro T, Gupta AK, Rawat S and Zurlini G. 2013. Socio-ecological vulnerability of smallholders due to climate change in mountains: Agroforestry as an adaptation measure. *Change Adaptation in Socioecological Systems* 2:26–41. <https://doi.org/10.1515/cass-2015-0003>.
- Sharma G and Sharma E. 2017. Agroforestry systems as adaptation measures for sustainable livelihoods and socio-economic development in the Sikkim Himalaya. In: Dagar JC and Tewari VP. eds. *Agroforestry: Anecdotal to Modern Science*. Springer Nature Singapore Pte Ltd., pp. 217–243. http://doi.org/10.1007/978-981-10-7650-3_8.
- Sharma G, Honsdorff B and Singh KK. 2016. Comparative analysis on the socio-ecological and economic potentials of traditional agroforestry systems in the Sikkim Himalaya. *Tropical Ecology* 57(4):751–764. https://www.researchgate.net/publication/318912284_Comparative_analysis_on_the_socio-ecological_and_economic_potentials_of_traditional_agroforestry_systems_in_the_Sikkim_Himalaya.
- Sharma G, Sharma R and Sharma E. 2008. Influence of stand age on nutrient and energy release through decomposition in alder-cardamom agroforestry systems of the eastern Himalayas. *Ecological Research* 23:99–106. <https://doi.org/10.1007/s11284-007-0377-9>.
- Sharma G and Pradhan BK. 2023. *Exploring the Diversity of Maize (Zea mays L.) in the Khangchendzonga Landscapes of the Eastern Himalaya*. Intech Open, United Kingdom pp1-26. <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.112566>.
- Sharma R, Xu J and Sharma G. 2007. Traditional agroforestry in the eastern Himalayan region: Land management system supporting ecosystem services. *Tropical Ecology* 48(2): 1–12. https://kiran.nic.in/pdf/agri-info/jhum%20cultivation/Traditional_agroforestry.pdf.

Affiliation de l'auteur

Ghanashyam Sharma, The Mountain Institute India (banstolag@gmail.com)