

Services mutuels entre arbres, cultures et élevage dans les parcs agroforestiers de la zone sub-humide du Burkina Faso

Georges Serpantié ⁽¹⁾, Maud Loireau ⁽²⁾, Brigitte Bastide ⁽³⁾, Cathy Clermont-Dauphin ⁽⁴⁾, Abdraime Sawadogo ⁽⁵⁾, Manaka Douanio ⁽⁵⁾, Abdoul-Aziz Maiga ⁽⁶⁾

⁽¹⁾ IRD, SENS (IRD, CIRAD, UPVM, Univ. Montpellier). Université Paul-Valéry Montpellier 3 - Site St Charles, 71 Rue du Prof. Henri Serre, 34086 Montpellier (France). E-mail : georges.serpantie@ird.fr

⁽²⁾ IRD, ESPACE-DEV, IRD, Univ. Perpignan (UPVD), 52 avenue Paul Alduy, 66860 Perpignan cedex 9 (France).

⁽³⁾ INERA, DEF, Farako bâ, 01 BP 910, Bobo-Dioulasso 01 (Burkina Faso).

⁽⁴⁾ IRD, Éco & Sols, Univ. Montpellier, CIRAD, INRAE, IRD, Institut Agro, Montpellier (France).

⁽⁵⁾ IRD, BP182, Ouagadougou (Burkina Faso).

⁽⁶⁾ IRD/UJKZ, BP182, Ouagadougou (Burkina Faso).

Reçu le 13 février 2023, accepté le 29 août 2023, mis en ligne le 13 septembre 2023.

Cet article est distribué suivant les termes et les conditions de la licence CC-BY (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.fr>)

DOI: 10.25518/1780-4507.204445

Description du sujet. Les parcs agroforestiers de l'Afrique sub-humide connaissent des variations régionales de composition et de densité qui pourraient être liées à des facteurs naturels et aux savoirs et objectifs de leurs gestionnaires quant aux bénéfices et inconvénients des arbres.

Objectifs. Afin de vérifier cette dernière l'hypothèse, nous avons utilisé le cadre d'analyse des services et desservices écosystémiques (SE/DSE) en partant du point de vue des familles paysannes qui gèrent les parcs.

Méthode. Sur un transect sociétal en zone sud soudanienne du Burkina Faso, dans une zone au milieu suffisamment homogène, six villages divisés en deux groupes (Ouest, Est) selon des critères sociétaux ont fait l'objet de 67 entretiens auprès de familles exploitantes de champs inventoriés par ailleurs. Les enquêteurs ont employé des équivalents de l'idée de bénéfice ou avantage des arbres pour les cultures et l'élevage, et *vice versa*, dans les langues locales. La fréquence de citation d'un SE/DSE constitue un indicateur d'importance de ce dernier pour une population. Les SE/DSE reconnus par une majorité sont qualifiés « essentiels ».

Résultats. Avec huit SE importants pour seulement deux DSE, les avantages mutuels perçus entre composantes de l'association arbres-cultures-élevage dominant. Les SE des arbres aux cultures et au bétail et les SE inverses sont presque aussi nombreux, créant une synergie. À l'Est du transect (parc dense et diversifié sur cultures manuelles de sorgho), l'ensemble constitué de cette synergie, des cinq SE essentiels (fertilité du sol, alimentation bétail – feuilles et fruits –, ombrage du bétail, fertilisation de l'arbre par bétail) et des SE directs (approvisionnement en bois et fruits), est interprétable comme une nécessité perçue d'un peuplement arboré dense et varié, plus qu'un simple bénéfice. Dans l'Ouest en revanche (parc peu dense et pauvre en espèces sur cultures intensives mécanisées), il est perçu un DSE essentiel des arbres (ombrage et gêne des cultures), aussi le parc est pensé comme moins nécessaire et réduit à son minimum pour la seule production lucrative de karité.

Conclusions. Ces faisceaux de relations perçues qui dépendent des systèmes de culture et d'élevage menés sont donc à la base de l'arbitrage de densité et de composition. À l'Ouest, la réhabilitation du parc serait facilitée par des appuis et incitations provenant des filières coton et karité, responsables de l'appauvrissement du parc, pour y compenser l'arbitrage défavorable. Cette réhabilitation aurait pour but de rendre des SE spécifiques à la fois locaux (régénération du karité, fourrages, santé du sol) et globaux (biodiversité, carbone).

Mots-clés. Agroforesterie, karité, *Vitellaria paradoxa*, *Faidherbia albida*, services écosystémiques, climat, perceptions, arbitrage.

Mutual services of trees, crops, and livestock in agroforestry parks of a sub-humid zone of Burkina Faso

Description of the subject. Agroforestry parks in sub-humid Africa show regional variations in composition and density of trees, which may be linked to natural factors and to farmers' knowledge and opinions regarding the benefits and drawbacks of trees.

Objectives. In order to test the latter hypothesis, we used the Ecosystem Services/Disservices (ES/DES) framework, starting from the point of view of the farming families who manage the parks.

Method. On a societal transect in the sub-humid zone of Burkina Faso, in an area with a sufficiently homogeneous environment, six villages, divided into two groups (West, East) according to societal criteria, were the subject of 67 interviews with families operating inventoried fields. The interviewers used equivalents of the idea of benefit or advantage of trees for crops and livestock, and *vice versa*, in local languages. The frequency with which an ES/DES is cited is an indicator of its importance for a population. ES recognized by the majority were qualified as "essential ES".

Results. With eight important ES for only two DES, mutual benefits between components of the tree-crop-livestock association dominate. ES from trees to crops and livestock and inverse ES are almost equally numerous, creating synergy. In the eastern part of the transect (dense, diversified park on hand-cultivated sorghum), the combination of this synergy, the five essential ES (soil fertility, livestock feeding - leaves and fruit, cattle shading, tree fertilization by livestock), and the direct ES (wood and fruit supply) can be interpreted as a perceived need for a dense and diversified tree stand, rather than a simple benefit. In the western part, on the other hand (species-poor and sparse park on mechanized intensive crops), trees are perceived as an essential DES (shading and hindrance to crops). Here, the park is perceived as less necessary and is reduced to its minimum for the sole lucrative production of shea fruit.

Conclusions. These bundles of perceived relationships, which depend on the cropping and livestock production system, are therefore at the root of density and composition trade-offs. In the West, in addition to conformation pruning to reduce the shading factor, incentives for park rehabilitation by the cotton and shea sectors, which are responsible for park impoverishment, would counterbalance the unfavorable trade-off. They would target both specific local (shea regeneration, fodder, soil health) and global ES (biodiversity, carbon, etc.).

Keywords. Agroforestry, shea-tree, *Vitellaria paradoxa*, *Faidherbia albida*, ecosystem services, climate, perceptions, trade-offs.

1. INTRODUCTION

1.1. Services écosystémiques et desservices

Par service écosystémique (SE), on entend un bénéfice direct ou indirect que les sociétés retirent du fonctionnement des écosystèmes pour leur bien-être (MEA, 2005). Des classes de SE (approvisionnement, support, régulations, culture) sont mises en rapport avec autant de composantes du bien-être (santé, sécurité, relations sociales et liberté d'action). En agissant sur le capital naturel – protection, aménagement, intensification écologique –, un SE protégé au profit d'autrui est un service environnemental rendu à ce bénéficiaire (Méral et al., 2022). Bien que souvent critiquée, cette notion a apporté un argument pour des politiques forestières et de la biodiversité auquel les décideurs sont sensibles (Méral & Pesche, 2016). Elle a été aussi mobilisée par les disciplines préoccupées par la durabilité environnementale des systèmes socio-écologiques, comme les agro-écosystèmes : l'agroforesterie (Dupriez & De Leener, 1993 ; Rapidel et al., 2011 ; Seghieri & Harmand, 2019), l'agroécologie (Le Roux et al., 2008 ; Bommarco et al., 2013 ; Tibi & Thérond, 2018) ou encore l'élevage durable (Trilleras et al., 2015 ; Titttonnel et al., 2021), soit pour comprendre ou évaluer des systèmes existants, soit pour en concevoir de nouveaux plus « intensifs

écologiquement ». Les systèmes socio-écologiques demandent l'évaluation simultanée des multiples classes de SE et de connaître les différents points de vue au sein de la société à leur sujet (Lescouret et al., 2015). Outre les quatre classes de SE définies par MEA (2005), les agro-écosystèmes peuvent à la fois bénéficier de SE (services « from »), délivrer des SE (services « to ») créer des « effets en retour » (Swinton et al., 2007 ; Zhang et al., 2007).

Certains SE peuvent être locaux, globaux, internes ou externes et avoir un impact à court ou à long terme. Certains peuvent être convergents ou en conflit appelant, dans ce dernier cas, à des compromis (*trade-offs*) (Klappwijk et al., 2014). L'agriculture peut aussi générer ou subir des « mauvais services » ou « desservices » (DSE) du verbe desservir (*disservices* en anglais, Swinton et al., 2007 ; Zhang et al., 2007). En français, les termes de disservices (Neang & Méral, 2021) et dysservice (Loireau et al., 2023) sont aussi employés. Au départ, la notion SE était une métaphore héritée des antiques « services rendus par les forêts » servant à l'éducation et au plaidoyer pour des politiques de conservation de la biodiversité (Serpantié et al., 2012). Elle est devenue un concept scientifique représentant l'impact positif du fonctionnement écosystémique sur les sociétés qui doivent donc, en retour, gérer l'écosystème. Ajouter les DSE à l'analyse était nécessaire dans le cadre d'une application aux

agro-écosystèmes dans lesquels des processus naturels utiles et antagonistes, internes ou externes doivent être simultanément gérés (augmenter les SE, réduire les DSE). Même avec un effort de symétrisation, la notion SE reste connotée. Ainsi, les bénéficiaires de SE sont implicitement considérés comme des consommateurs et l'accès aux services de la nature devient affaire d'argent, ce qui tranche avec d'autres visions du monde dans certaines sociétés fondées sur la parité des humains et des non-humains, et un accès aux ressources naturelles gouverné par le sacré (Fournier, 2020). Il est donc nécessaire de prendre en compte les perceptions des populations qui gèrent les agro-écosystèmes.

1.2. La complexité des SE/DSE du parc agroforestier soudanien

En Afrique sub-humide, les cultures même mécanisées sont systématiquement parsemées d'arbres constituant des « parcs agroforestiers » (Chevallier, 1934 ; Péliissier, 1980 ; Seignobos, 1982 ; Bergeret & Ribot, 1990). Ces sociétés agro-pastorales vivent sur des terres pauvres et sous un climat à longue saison sèche. Ces arbres étaient jusqu'ici évalués sous l'angle de leurs « multi-usages » (services d'approvisionnement), de leurs fonctions symboliques, esthétiques et éducatives (services culturels) et de leurs rôles écologiques (services de support et de régulation). Dans les paysages agroforestiers, une harmonie existe entre services d'approvisionnement (fruits, bois, récoltes) et de régulation (infiltration de l'eau [Bargués-Tobella et al., 2014], séquestration de carbone [Lorenz & Lal, 2014], habitats et connectivité favorables à la biodiversité [Le Roux et al., 2008]), alors que ces deux classes de SE sont très inégales dans les cultures uni-étagées (Kuyah et al., 2019). L'harmonie peut être aussi sociale, puisque les produits forestiers non ligneux collectés par les femmes sur les arbres du parc favorisent une moindre dépendance financière, source d'équité entre genres (Malézieux et al., 2009). Ces harmonies plaident, dans le cadre d'une transition vers la durabilité, la cause de l'agroforesterie.

La productivité globale d'une association arbres-cultures bien choisie est le plus souvent supérieure à celle de peuplements purs d'arbres ou de cultures. Manifestant une forme de synergie, elle suggère des services mutuels (facilitation) entre les deux composantes de l'association et une meilleure utilisation des ressources (lumière, nutriments et eau) (Dupriez & De Leener, 1993 ; Malézieux et al., 2009).

L'accent scientifique jusqu'ici placé sur quelques types de parcs soudanais spécialisés (à *Faidherbia albida* [Delile] A.Chev., à *Vitellaria paraxoda* C.F.Gaertn. [karité]) et sur quelques SE mesurables par des naturalistes (fertilité, eau, séquestration du carbone, pollinisations, régulations de ravageurs, etc.), masque

la diversité des situations liée aux variations d'écologie, de systèmes de culture et de préférences des paysans : non seulement il peut exister une hiérarchie entre SE attendus des arbres, mais ces derniers ne rendent pas que des services. Par exemple, *F. albida* tant vanté depuis Chevallier (1934) n'est pas toujours bien vu des paysans Mossi : son apparition liée au passage de la culture temporaire à la culture permanente n'est pas toujours appréciée (Déverin-Kouanda, 1992), il attire les oiseaux granivores, est surtout émondé par les bergers de passage et sa régénération végétative épineuse peut être envahissante (Ouédraogo & Alexandre, 1994). En partant des savoirs locaux, il sera donc possible d'enrichir la connaissance sur les parcs agroforestiers.

Le focus mis sur les services de l'arbre tend à occulter les bénéfices et nuisances que l'arbre reçoit des cultures, du bétail et des actions de ses usagers, pour son exploitation ou son entretien. Ces bénéfices et nuisances rejaillissent sur les SE de l'arbre. Le parc arboré s'inscrit en effet dans un système agro-forestier soumis à la fois aux processus de la nature, aux interactions avec les autres activités (bétail, cultures) et aux objectifs, savoirs et pratiques des populations qui le construisent, le gèrent et l'exploitent. Une vision académique exclusivement écologique des relations arbres-sol (limitée aux processus naturels et aux flux de matière et d'énergie) dans un agro-écosystème conduit par l'humain serait donc réductrice. Une approche plus intégrée est nécessaire afin de prendre en compte les préférences du groupe gestionnaire du parc, à savoir ce qui est essentiel, important ou accessoire, dans son contexte. Il faudrait donc assimiler les avis positifs ou négatifs des paysans sur les relations mutuelles internes au système agro-forestier (arbres/cultures, arbres/élevage) à des indices de SE/DSE internes. On peut aussi les appeler « indirects » car ils participent indirectement aux productions animales et végétales qui contribuent au bien-être social (SE/DSE n° 1 et 2, **Figure 1**). D'autres SE/DSE des arbres sont directs, impactant directement le bien-être humain (n° 4 : fruits, bois, ombrage pour le repos, etc.), d'autres enfin profitent à la nature (n° 3 : alimentation et abris de la faune, etc. et n° 5 : effets climatiques locaux et globaux).

L'arbre est aussi le témoin paysager d'anciens systèmes agraires qui dépendaient beaucoup plus de lui (Seignobos, 1982 ; Hervouët, 1993). Les fonctions essentielles du parc peuvent donc être en déclin. D'ailleurs, des dégradations, la « crise », voire « la mort » de parcs sont signalées en divers lieux (Lericollais, 1989 ; Bidou et al. 2019) : vieillissements, éclaircies, absence de régénération, spécialisation, plantes invasives, conversions, etc. Elles révèlent soit des conditions écologiques dégradées, soit une utilité en recul des arbres conduisant à des coupes d'éclaircie, un

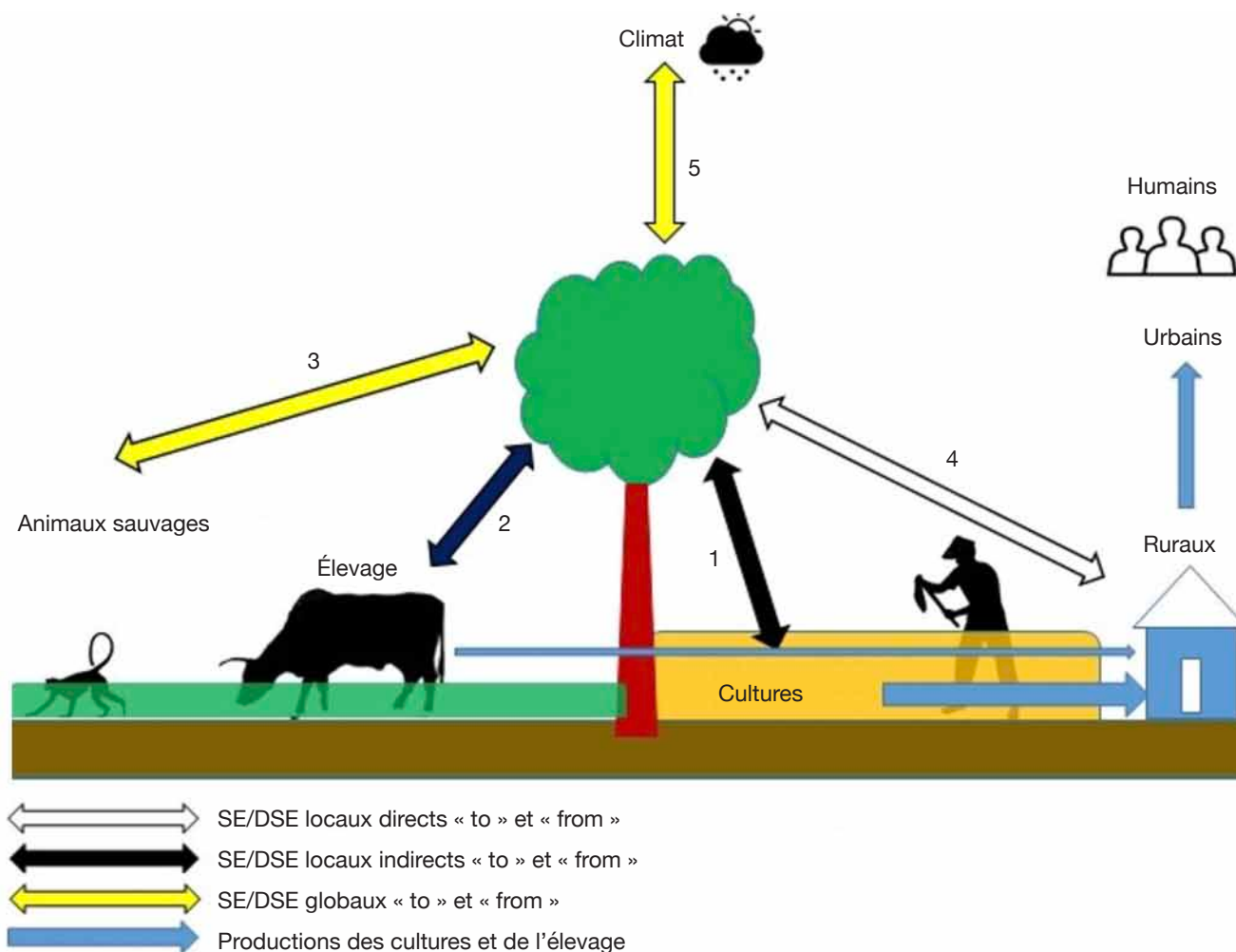


Figure 1. SE et DSE locaux et globaux, directs et indirects des arbres sur leur environnement et *vice versa*. Les services indirects s'appliquent aux activités (culture, élevage) et leur sol modulant leurs résultats — *Local and global direct and indirect ES and DES of trees on their environment and vice versa. Indirect services apply to activities and soils (farming, livestock breeding) that modulate their results.*

manque de soins ou une conversion en plantations. En contrepoint de ces pertes de fonctions internes, menant à l'obsolescence, de nouvelles opportunités pour le parc émergent à l'heure du changement climatique et des politiques de transition agroécologique. Elles créent de nouveaux besoins d'arbres diversifiés, délivrant des SE locaux mais aussi globaux (comme la séquestration de carbone, la connectivité écologique, etc.) et proposent des appuis à la régénération des parcs en déclin. Connaître les SE encore reconnus par les gestionnaires locaux aidera à préciser les objectifs, estimer les efforts à accomplir pour maintenir ou restaurer des parcs en crise, identifier des priorités et mieux en justifier les coûts.

Cet article vise donc à identifier une hiérarchie de SE/DSE, du point de vue des populations rurales, concernant l'influence des arbres sur leurs activités et l'influence de leurs activités sur les arbres, en vue de

mieux comprendre leurs arbitrages sur la densité et la diversité des espèces. Il s'agit par ce moyen d'affiner le diagnostic des facteurs d'évolution du système agro-forestier. On pourra alors mieux discuter avec les intéressés mais aussi avec leurs filières et organismes d'appuis, des options d'action pour développer certains SE et réduire certains DSE en agissant sur le capital naturel et sur l'exposition et la sensibilité des activités humaines à ces SE/DSE.

2. MÉTHODOLOGIE

L'hypothèse de l'existence de perceptions locales diversifiées sur les SE/DSE des arbres pouvant expliquer les arbitrages dans la gestion des parcs (densité, diversité) nous a guidés dans le choix d'un terrain d'étude hétérogène du point de vue sociétal (gradient

de densité de population, populations d'origine variée) dans un milieu physique aussi homogène que possible (climat et sols).

2.1. Terrain d'étude

Un transect ouest-est de six villages a été sélectionné dans une région sud-soudanienne du Burkina Faso entre Koumbia et Dano, présentant un gradient de densité de population humaine et différentes communautés ethniques (**Figure 2**). À l'Ouest, Koumbia est le chef-lieu d'une zone Bwa historiquement peu peuplée, destination de migrations Mossi depuis les années 1970 et faisant partie de la zone cotonnière. À l'Est, Dano est le chef-lieu d'une zone Dagara très peuplée, cultivant surtout du sorgho. Vers 1970, les Dagara de l'Est ont migré vers le centre du transect dans la zone Pougouli aménagée par une compagnie de développement, l'« Autorité de la Vallée des Voltas » (AVV) (**Figure 2**).

À l'Ouest, les parcelles sont plus grandes, souvent mécanisées en culture attelée ou motorisée, autour d'un système céréales-cotonnier intensifié (fumures organiques et minérales, variétés à haut rendement). À l'Est, le système de culture le plus répandu est une monoculture céréalière (sorgho rouge) cultivée

manuellement avec peu d'intrants. Les sols du terroir de Guéguéré sont les plus argileux.

2.2. Méthode

Dans les six villages, un inventaire agro-forestier sur 13 mini-transects de 2 km (264 placettes d'observation de 0,8 ha) a été réalisé.

Une enquête interdisciplinaire « pratiques et perceptions » a été menée auprès de la famille exploitant un « champ » échantillonné à partir des transects d'inventaires. Un champ est un ensemble de parcelles d'un seul tenant contenant une placette d'observation de parc arboré. Au total, 67 champs ont pu être ainsi enquêtés.

Pour interagir plus facilement avec les paysans qui ne comprennent pas les notions de SE/DSE et pour bien prendre en compte tous les types de relations, le dialogue s'est fait autour des effets positifs, bénéfiques, avantages, utilités mais aussi inconvénients des arbres selon le faisceau de relations de la **figure 1**. Les langues locales utilisées par les enquêteurs sont variées. Dans chacune d'entre elles, des termes équivalents à la notion de bénéfice, d'effets positifs et de services des arbres ont pu être trouvés (**Tableau 1**).

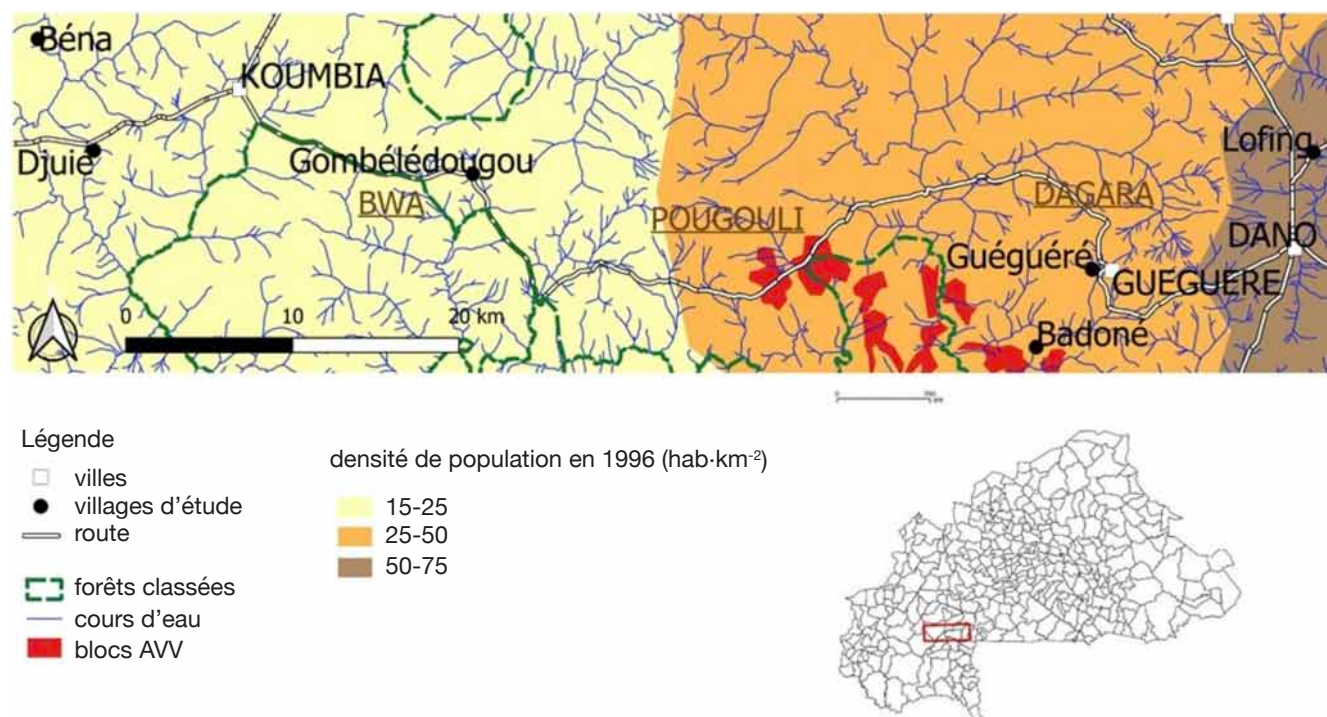


Figure 2. Transect Koumbia-Dano de divers contextes sociétaux (ethnies, densités de populations, zones de développement) et six villages d'étude (Bena, Djuie, GombéléDougou, Badoné, Guéguéré, Lofing) — *Koumbia-Dano transect crossing various societal contexts (ethnic groups, population density, development zones) and six study villages.*

Sources : BDOT (Base de Données d'Occupation des Terres), IGB (Institut Géographique du Burkina Faso).

Tableau 1. Enquête « champs ». Mots utilisés pour recueillir les avis locaux sur les SE/DSE des arbres et aux arbres et, en légende, les thèmes abordés dans l'entretien — « *Field* » survey. Words used to collect local advices on SE/DES from trees and to trees. Legend : survey themes.

Langue	Mot en langue locale	Signification
Mooré	<i>gnoondo</i>	bénéfices
	<i>songuerè</i>	contribution volontaire, service, coup de main, aide
	<i>nèèma</i>	effets positifs
	<i>yelsoomdé</i>	bienfaits
	<i>bongne nafa</i>	utilité
	<i>tiisa gnoondo</i>	effets bénéfiques des arbres, bienfaits des arbres
	<i>yèèla, zoulogneguea</i>	inconvenients, effets négatifs, nuisances
	<i>tiiga (plur. tiisa)</i>	arbre
	<i>kodo</i>	cultures
	<i>goulogon</i>	élevage
Dioula	<i>tonnon</i>	bénéfices
	<i>mou dèmain , séko</i>	contribution
	<i>kognouma</i>	effets positifs, bienfaits
	<i>yiiriu kà naafa, yiiriu kà tonnon</i>	effets bénéfiques des arbres, bienfaits des arbres
	<i>cassara, balawo</i>	inconvenients, effets négatifs, nuisance
	<i>yiiri (plur yiiriu)</i>	arbre
	<i>sinèkèfin</i>	cultures
	<i>beinguin mara, beinguin baalo</i>	élevage
Dagara	<i>tièfo</i>	contribution
	<i>vlamaalo</i>	bienfait, effet positif, service
	<i>songfo</i>	utilité
	<i>tonon</i>	bénéfices
	<i>tièyè vlamaalo</i>	effets bénéfiques des arbres, bienfaits des arbres
	<i>a boum ma vièlai, afa</i>	effet négatif, mauvais service
	<i>kouèrou</i>	inconvenients, nuisance
	<i>tièyè</i>	arbre
	<i>boumkôrie</i>	cultures
	<i>goulou</i>	élevage
Bwamu	<i>touanan</i>	bénéfices
	<i>siéri , sééni</i>	contribution
	<i>biténté, wéraka bio na si</i>	effets positifs
	<i>biwésséni</i>	bienfaits
	<i>bétété, tétémou</i>	utilité
	<i>vintian ba touanan, vintian ba biwésséni</i>	effets bénéfiques des arbres, bienfaits des arbres
	<i>biécora, bicoho, biyâni</i>	inconvenients, effets négatifs, nuisances

Tableau 1 (suite). Enquête « champs ». Mots utilisés pour recueillir les avis locaux sur les SE/DSE des arbres et aux arbres et, en légende, les thèmes abordés dans l'entretien — « *Field* » survey. Words used to collect local advices on SE/DES from trees and to trees. Legend : survey themes.

Langue	Mot en langue locale	Signification
Bwamu	vintian	arbre
	varo bio	cultures
	tâmou	élevage

Thèmes d'entretien : au champ : caractéristiques du champ ; identité sociale de l'acteur principal et histoire de la transmission ; caractéristiques de l'exploitation (structure de la famille, moyens de production, surfaces cultivées vivrières, rente, présence de jachère, bétail) en vue d'une typologie ; réseau d'acteurs sur le champ ; droits d'usage du champ ; pratiques culturelles ; pratiques liées aux animaux fréquentant le champ et aux prélèvements fourragers ; pratiques rituelles ; pratiques sur les arbres et arbustes. À la maison, la famille entière est enquêtée sur son ancrage à ce champ et sa perception des relations entre arbres et nature, bétail, cultures, humains (effet des arbres et effets sur les arbres) — *Interview themes: in the field: characteristics of the field; social identity of the principal actor and history of transmission; characteristics of the farm (family structure, means of production, surface area cultivated for food, cash crops, presence of fallow land, livestock) with a view to typology; network of actors in the field; rights of use of the field; cultivation practices; practices linked to animals frequenting the field and fodder harvesting; ritual practices; practices on trees and shrubs. At home, the entire family is surveyed about its attachment to the field, and its perception of the relationship between trees and nature, livestock, crops and people (effects of trees and effects on trees).*

L'enquête s'est déroulée en deux temps : d'abord, un entretien dirigé *in situ* en langue locale (l'enquêteur accompagnant l'exploitant dans son champ) et ensuite, un entretien semi-structuré en langue locale mené à la maison auprès de la famille propriétaire du champ. Les thèmes principaux des entretiens (**Tableau 1**) sont en partie appuyés sur les thèmes de l'enquête agronomique et forestière, en partie sur le cadre des SE/DSE et en partie sur un cadre analytique des relations « société-milieu » formalisé par Loireau et al. (2023).

Les effets déclarés par chaque famille sont regroupés par type. Deux groupes de familles ont été définis : les trois villages de l'Ouest (Bwa et Mossi) appartenant à la zone cotonnière « développée » et les trois villages Dagara de l'Est, situés en dehors de la zone cotonnière historique. Les SE et DSE codés sont dénombrés à l'échelle du groupe. L'indicateur de reconnaissance ou d'importance d'un SE est la fréquence de citation. Une fréquence de plus de 50 % des membres d'un groupe indique qu'une majorité reconnaît un service. Dès lors, il a été convenu de qualifier d'« essentiel » un service reconnu par 50 % des enquêtés ou plus, d'« important » par 25 % à 50 % et d'« accessoire » par moins de 25 %. Le service est qualifié de « transversal » s'il est essentiel dans les deux groupes.

Il a été procédé ensuite à une étude des profils de perception à travers une analyse des correspondances multiples ACM (logiciel XLSTAT) en vue d'identifier des liens de proximité entre le nombre de SE/DSE et les lieux, les types de parcs et les types d'exploitations, placés en variables supplémentaires.

Les résultats des enquêtes présentés ici se limiteront aux SE/DSE indirects des arbres et « aux arbres », c'est-à-dire sur les relations 1 (arbres-cultures) et 2 (arbres-élevage) de la **figure 1**.

3. RÉSULTATS

3.1 Caractéristiques du parc

L'inventaire agro-forestier révèle un contraste entre Est et Ouest en matière de densité et de composition du parc arboré (**Figure 3**) : environ 10 pieds·ha⁻¹ et trois espèces à l'Ouest, contre 20 pieds·ha⁻¹ et cinq espèces à l'Est. Outre cette tendance générale, certains villages ont aussi des spécificités de milieu ou de pratiques. Le parc le plus riche (environ 30 pieds·ha⁻¹, sept espèces) est celui de Guéguéré aux sols argileux en culture manuelle. Le parc le plus dégradé (environ 5 pieds·ha⁻¹, trois espèces) se situe dans le terroir de Gombélé Dougou en présence de fermes motorisées.

3.2 SE/DSE des arbres aux cultures herbacées

En matière d'effets des arbres sur les cultures, le regroupement des réponses similaires permet d'identifier huit types de SE et trois types de DSE (**Figure 4**). Les paysans sont partagés entre ceux qui ne voient que des effets négatifs (27 %), ceux qui ont une vision nuancée dépendant des espèces (effets négatifs + positifs) (24 %) et ceux qui ne connaissent que des effets positifs (49 %). Globalement, l'effet perçu de l'arbre sur les cultures est donc mitigé. Les paysans de la zone ouest (Bwa et Mossi) sont nombreux à trouver les arbres sans intérêt pour les cultures (45 %) et rares à ne pas leur trouver d'effets négatifs (31 %). L'arbre y est peu valorisé. C'est le contraire dans la zone est où les Dagara sont rares à ne pas trouver d'effets positifs (16 %) et majoritaires à ne leur trouver aucun inconvénient (63 %). L'arbre y est mieux intégré.

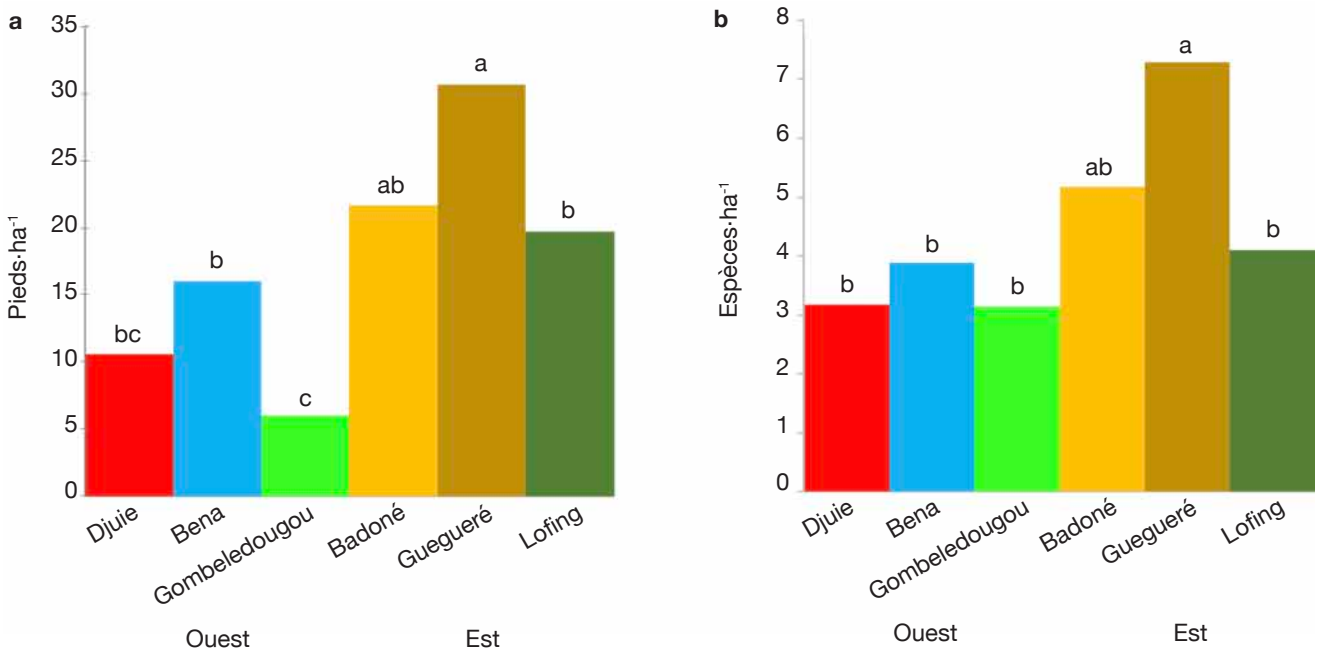


Figure 3. Variation ouest-est de densité (a) et diversité (b) d'arbres adultes (> 5 m) dans le parc agroforestier villageois. Deux lettres différentes expriment une différence significative — West-East variation of density (a) and diversity (b) of adult trees (> 5 m) in the village parkland. Two different letters mean a significant difference.

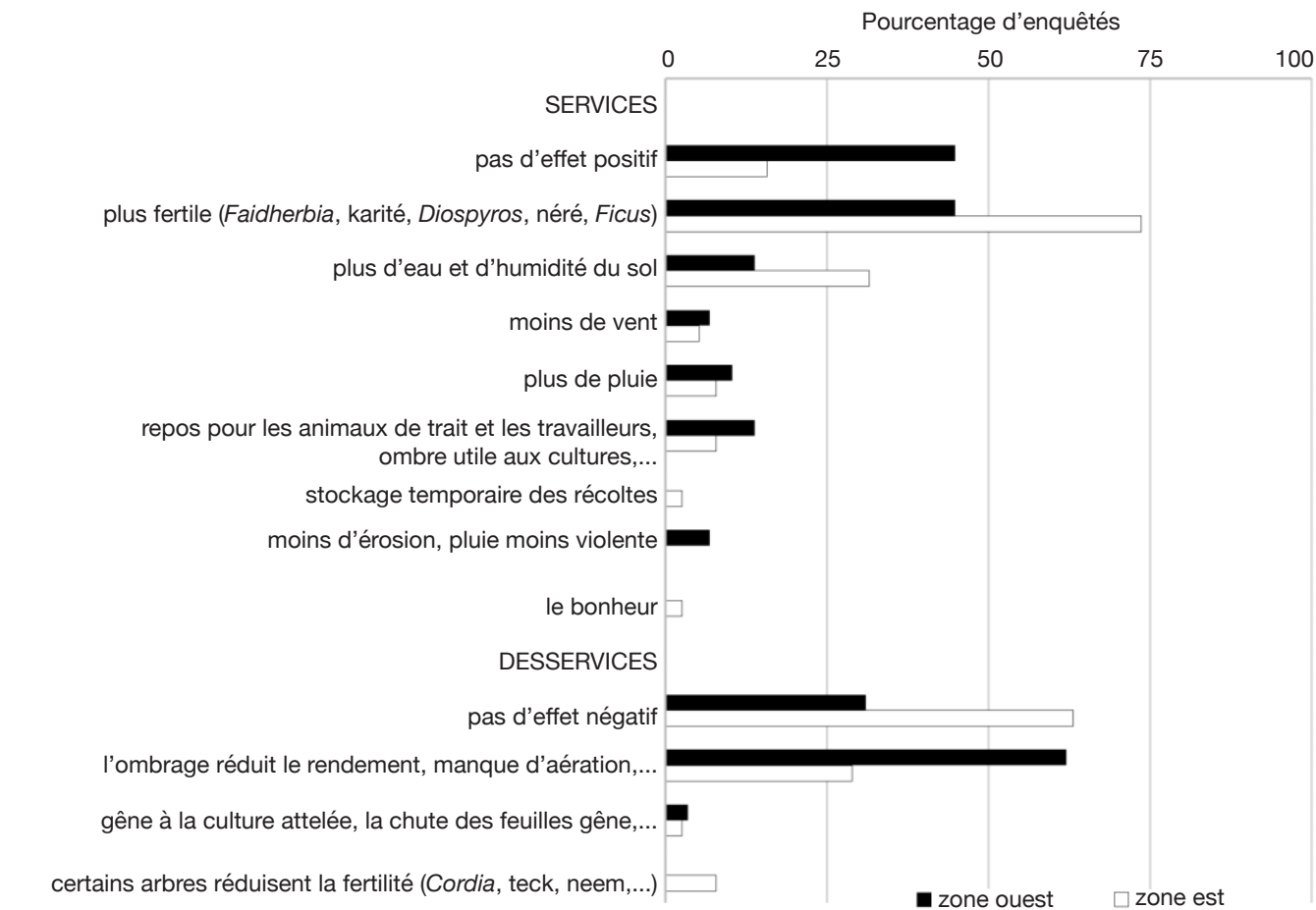


Figure 4. SE/DSE des arbres aux cultures — ES/DES from trees to crops.

Les familles citent partout un service essentiel, à savoir la fertilité du sol liée à l'apport de feuilles qui serait améliorée par des espèces spécifiques (*F. albida*, *V. paradoxa*, *Diospyros mespiliformis*, *Parkia biglobosa* ou néré, *Ficus* spp.). Le maintien de l'humidité vient en second car le sol sèche moins vite sous les arbres. Ce phénomène n'est important que dans la zone est caractérisée par un parc plus dense. Les autres effets importants cités sont micro-climatiques (moins de vent, appel de la pluie, ombrage bénéfique au sorgho en bordure de couronne et au repos des animaux de trait et travailleurs). Quelques-uns citent d'autres utilités : la possibilité d'y stocker des récoltes à l'abri des herbivores, réduction de la violence de la pluie et moins d'érosion. Un paysan (n° 59, 71 ans à Guéguéré) considère les arbres du champ comme une « source de bonheur » : « il n'y a pas de culture sans arbre ».

En ce qui concerne les effets négatifs des arbres sur les cultures (DSE), il est noté la réduction du rendement lié à l'ombrage ou « au manque d'aération » (du karité et du néré, notamment), excepté sous *F. albida* (défolié en saison de culture). C'est un DSE essentiel à l'Ouest et important à l'Est.

Entre les deux zones, la hiérarchie des SE est similaire mais il existe un contraste entre les fréquences. À l'Ouest, le DSE ombrage est beaucoup plus cité et les SE fertilité et humidification le sont moins. Un DSE, tel que la baisse de fertilité du sol sous certains arbres (neem, teck, *Cordia myxa*, *Lannea microcarpa*), apparaît seulement en zone est. Cette particularité de l'Est tient à la diversité des arbres de son parc, alors que l'Ouest a éliminé les espèces non lucratives ou antagonistes des cultures.

Le soin de l'arbre au sol (fertilisation organique par les feuilles, humidité) apparaît comme un service important partout mais plus cité à l'Est (sols argileux, cultures extensives, parc dense). L'arbre y apparaît donc essentiel non pas pour le rendement mais pour l'entretien du sol, que l'on associe à la durabilité, et pour la réduction des risques inhérents au climat, que l'on associe à la résilience.

L'Est reconnaît donc les arbres comme un atout pour la durabilité de leurs cultures extensives, tandis que l'Ouest, avec des cultures plus mécanisées et intensives, exigeantes en investissements, les perçoit plus comme une gêne et s'en tient à leur contribution directe aux revenus (karité, néré, anacarde, etc.).

3.3. SE/DSE des cultures aux arbres

Les cultures profitent aux arbres pour 75 % des exploitants (**Figure 5**). Elles ne présentent pas d'inconvénients pour 90 % des enquêtés. Il existe donc une rétroaction positive : la culture profite généralement aux arbres, ce qui crée une synergie arbre-culture dans

les cas où l'arbre profite aux cultures, notamment à l'Est.

L'avantage essentiel (75 % des citations à l'Ouest, 50 % à l'Est) est l'entretien de l'arbre à travers le travail du sol et le sarclage qui, selon plusieurs paysans, aère, favorise l'humidité, fait grossir les fruits. Un effet important (25 %) est la réduction du feu par les cultures, essentiel à l'épanouissement de l'arbre (notamment *F. albida*, arbre sans ombrage et fertilisant mais très sensible au feu) et à la production fruitière du karité. Les avantages des cultures pour les arbres sont particulièrement mis en avant à l'Ouest, où les investissements en fumure et travail mécanique sont les plus élevés et où le parc est spécialisé en karité et anacarde.

Mais il existe aussi de rares citations d'effets négatifs des cultures sur les arbres (5 %) qui portent principalement sur la régénération du parc. Les herbicides tuent les plantules, comme les cultures attelée et motorisée qui arrachent les arbrisseaux et coupent les racines des arbres. Ces témoignages rares expriment une conscience diffuse que la culture n'est pas seulement bénéfique à l'arbre.

Le SE rendu par la culture à l'arbre est une perception essentielle à l'Ouest où la production fruitière compense les DSE des arbres aux cultures intensives. Il faut chercher alors l'intérêt du parc à karité actuel de l'Ouest, bien que peu dense, dans une synergie dont l'arbre fruitier profite plus que la culture. À l'Est, la synergie profite plus à la durabilité des cultures extensives.

3.4. SE/DSE des arbres à l'élevage

À part les 8 % qui déclarent que l'arbre n'apporte pas d'avantages au bétail, les exploitants s'accordent sur trois SE essentiels : l'importance des arbres pour l'alimentation et le confort climatique du bétail (**Figure 6**). La majorité des citations porte sur le rôle fourrager des branches feuillées émondées par les bergers en saison sèche (*Khaya senegalensis*, *Ficus* sp., *Moringa*, *Azizelia africana*, *Tapinanthus* sp., un parasite du karité, *F. albida*, *C. myxa* L., *P. ericaneus*) et ensuite sur l'ombrage pour le repos et la digestion des animaux. Un troisième apport alimentaire essentiel des arbres, notamment *V. paradoxa*, *F. albida*, *C. myxa*, *P. biglobosa*, *Prosopis* sp., est constitué des organes de reproduction (fleurs, fruits) ingérés par les bœufs de trait pendant leur pause. Quelques répondants n'oublient pas le rôle de médicaments vétérinaires (écorce d'*Azizelia africana*). Il n'y a pas de contraste entre les deux zones et pas de DSE cités. Les multiples contributions à l'élevage apparaissent donc comme une nécessité transversale de maintenir un parc suffisamment diversifié à travers ses services climatiques et alimentaires en saison sèche, dont

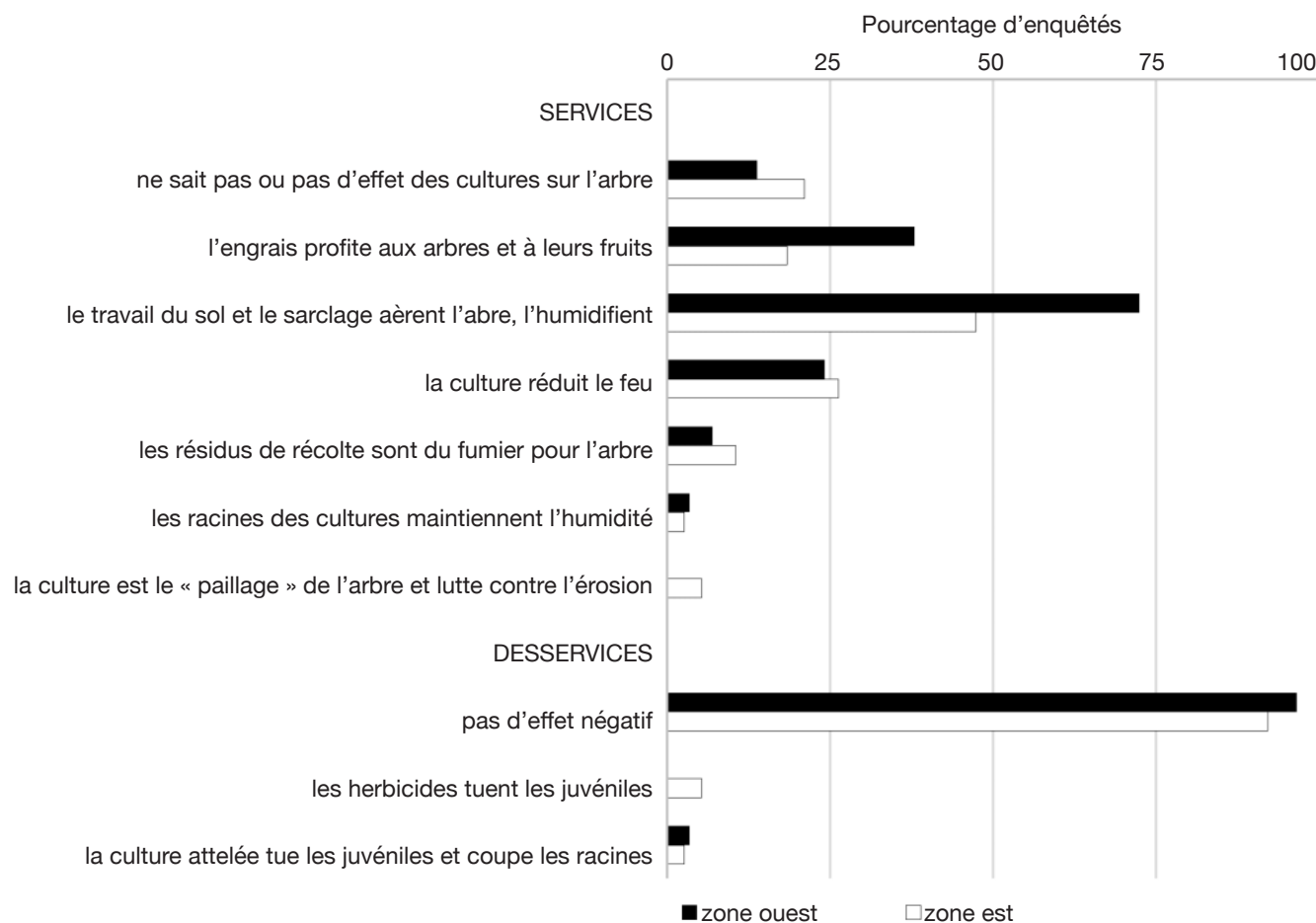


Figure 5. SE/DSE des cultures aux arbres — *ES/DES from crops to trees*.

profitent non seulement le bétail de l'exploitant mais ceux du village et des transhumants. L'arbre est vraiment l'allié indispensable de l'élevage pour les populations rurales soudanaises, qui associent très souvent l'élevage à leur système de production, sans pour autant être des purs éleveurs.

3.5. SE/DSE de l'élevage aux arbres

Les avis sont partagés puisqu'un tiers ne voit pas d'effets positifs des animaux sur les arbres, un tiers voit des effets positifs et négatifs, et un tiers ne voit que du positif.

Le seul avantage essentiel déclaré à l'Est et qui est important à l'Ouest, est l'apport de fèces et d'urines par les animaux au repos à l'ombre, qui glanent les fruits, broutent les branches accessibles et les émondes coupées par les bergers (Figure 7). Cet apport direct de fumure est reconnu profiter au feuillage et à la production du néré.

Quant aux inconvénients des animaux vis-à-vis de l'arbre, 50 % pensent qu'il n'y en a pas, 50 % constatent des dégâts sur la régénération, les arbres

ou le sol. Cet inconvénient est surtout cité à l'Est qui dépend beaucoup plus du parc, ainsi qu'à Djuié, village engagé avec l'INERA dans la régénération du karité. Par le piétinement, le bétail empêche les jachères de se régénérer correctement. Enfin, deux avis dénoncent la pollution du sol par les déjections qui empêcheraient la régénération du karité à Djuié.

Les déjections auraient alors un intérêt pour la fertilisation des arbres adultes et des cultures mais seraient nocives pour la régénération, en tenant compte de la confusion qui pourrait exister entre les effets du piétinement et les déjections.

Les SE/DSE du bétail à l'arbre sont surtout perçus à l'Est, où l'élevage est diversifié (petits ruminants, taurins, volailles), comme l'exemple d'un élevage de volaille sous karité de Guéguéré (Figure 8).

3.6. Analyse multivariée des services mutuels

Une analyse factorielle des correspondances multiples (ACM) a été effectuée sur le tableau des modalités des perceptions de SE des 67 champs (Figure 9). Des variables descriptives des familles enquêtées et des

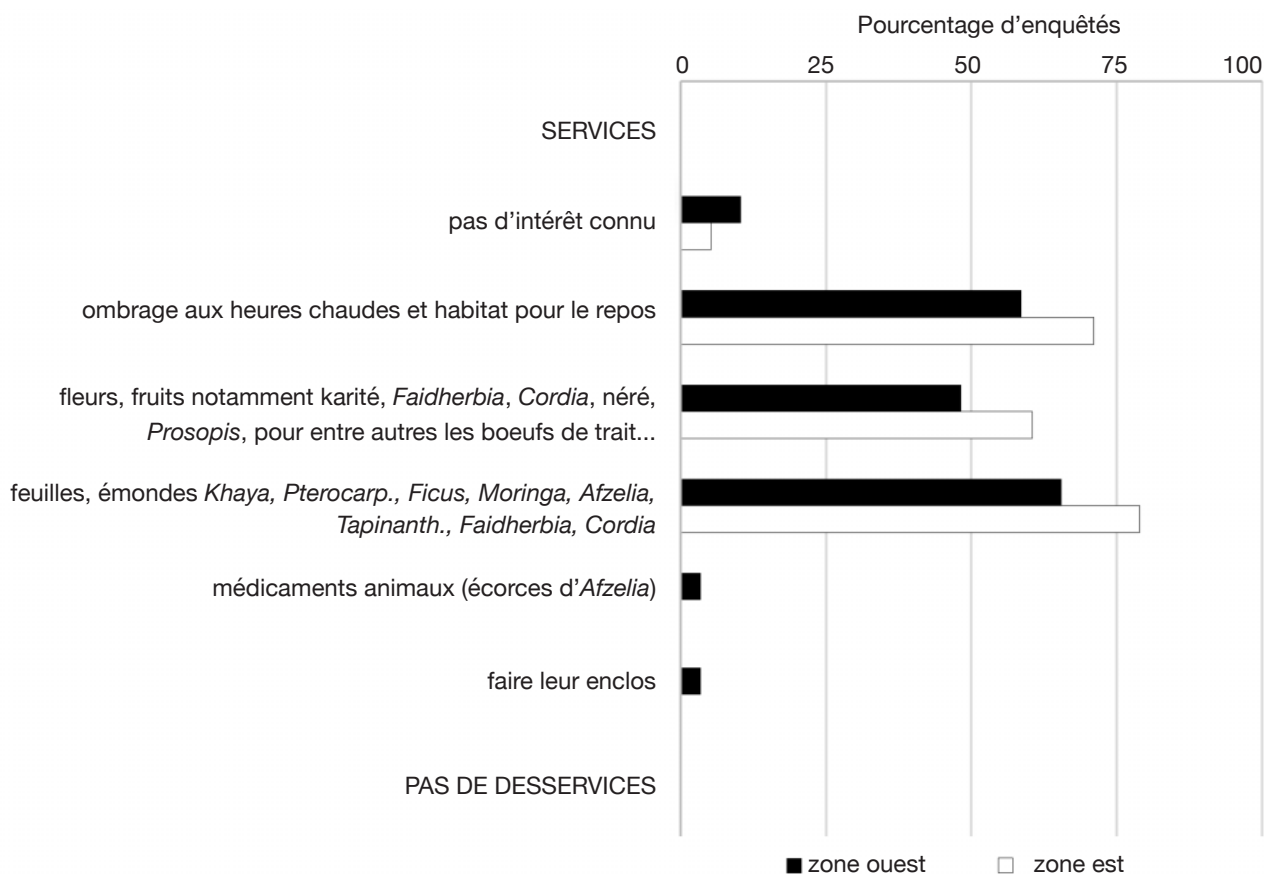


Figure 6. SE/DSE des arbres au bétail — ES/DES from trees to cattle.

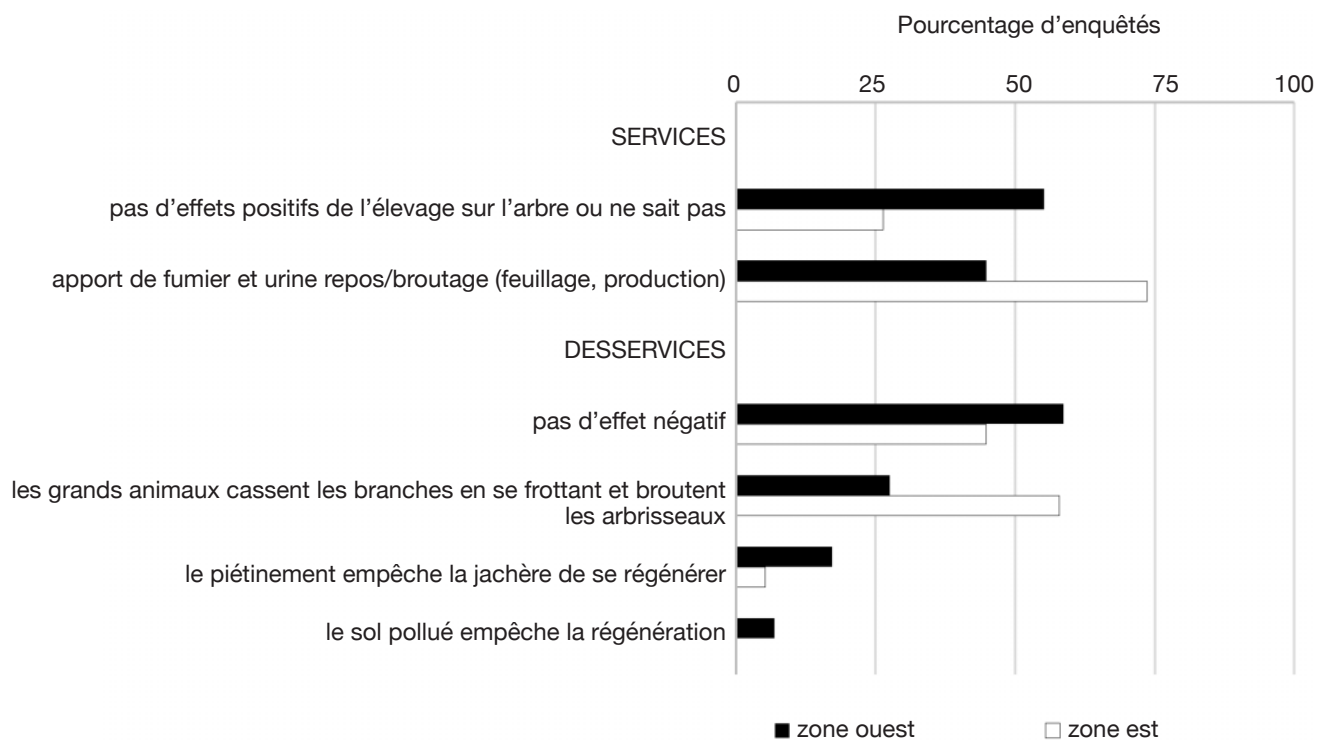


Figure 7. SE/DSE du bétail aux arbres — ES/DES from cattle to trees.



Figure 8. Un élevage de volailles sous karité dans le parc diversifié et dense de l'Est, illustration de la notion de SE/DSE mutuels — *Poultry under shea-tree in diversified dense eastern park. Illustration of the concept of mutual ES/DES* (photo G. Serpantié).

Taille en candélabre pour réduire le DSE ombrage sur culture ; SE fertilité (apports organiques, humidification, infiltration) ; élevage bénéficiant de SE ombrage, de l'isolement sanitaire et apportant SE fertilité au sorgho et à l'arbre ; SE stockage de fourrages supporté par le tronc et protégé du soleil. Culture extensive de sorgho tardif moins sensible au DSE ombrage, entretenant l'arbre (SE « from » anti-feu, anti-compétition, travail du sol) — *Candelabra pruning to reduce DES shading on crop ; SE fertility (organic inputs, humidification, infiltration); livestock benefiting from SE shading, sanitary isolation and bringing SE fertility to sorghum and tree; SE fodder storage supported by the trunk and protected from the sun. Extensive cultivation of late sorghum less sensitive to DES shade, maintaining the tree (SE «from» anti-fire, anti-competition, tillage).*

parcs ont été placées en variables supplémentaires. L'inertie totale (32 %) est faible, montrant la dispersion des déclarations.

Sur l'axe 1 qui représente 17 % de l'inertie totale du tableau de données actives (**Figure 9a**), les réponses informées et positives sur les relations entre arbres, bétail et cultures (à gauche) s'opposent aux réponses absentes ou essentiellement négatives (à droite).

Les villages donnant des perceptions « riches » sur les relations mutuelles arbres-culture-élevage (partie gauche) sont les villages à élevage VIL-4 Badoné et VIL5 Guéguéré en zone Dagara de l'Est, aux parcs denses et diversifiés mais aussi Djuié, village Bwa au parc de karité moins dense possédant du bétail et

sensibilisé à l'agroforesterie par l'INERA. Les exploitants concernés ont des élevages (EA2, EA3) (**Figure 9b**).

Pour la partie droite, les villages VIL-1 Béna et VIL3- Gombélédougou aux parcs Bwa-Mossi éclaircis et spécialisés en karité et jeunes anacardes, en culture mécanisée, sont associés aux avis négatifs sur les relations arbres-cultures-élevages (EA4 et EA5, sans élevage).

L'axe 2 (14 % de l'inertie) isole VIL2, le village Bwa de Djuié aux grandes exploitations mécanisées (EA1 et EA2 mécanisées, EA2 avec élevage). Les familles enquêtées ont beaucoup d'avis (NSET3, NERC3, NENA2) sur les interactions arbres-cultures

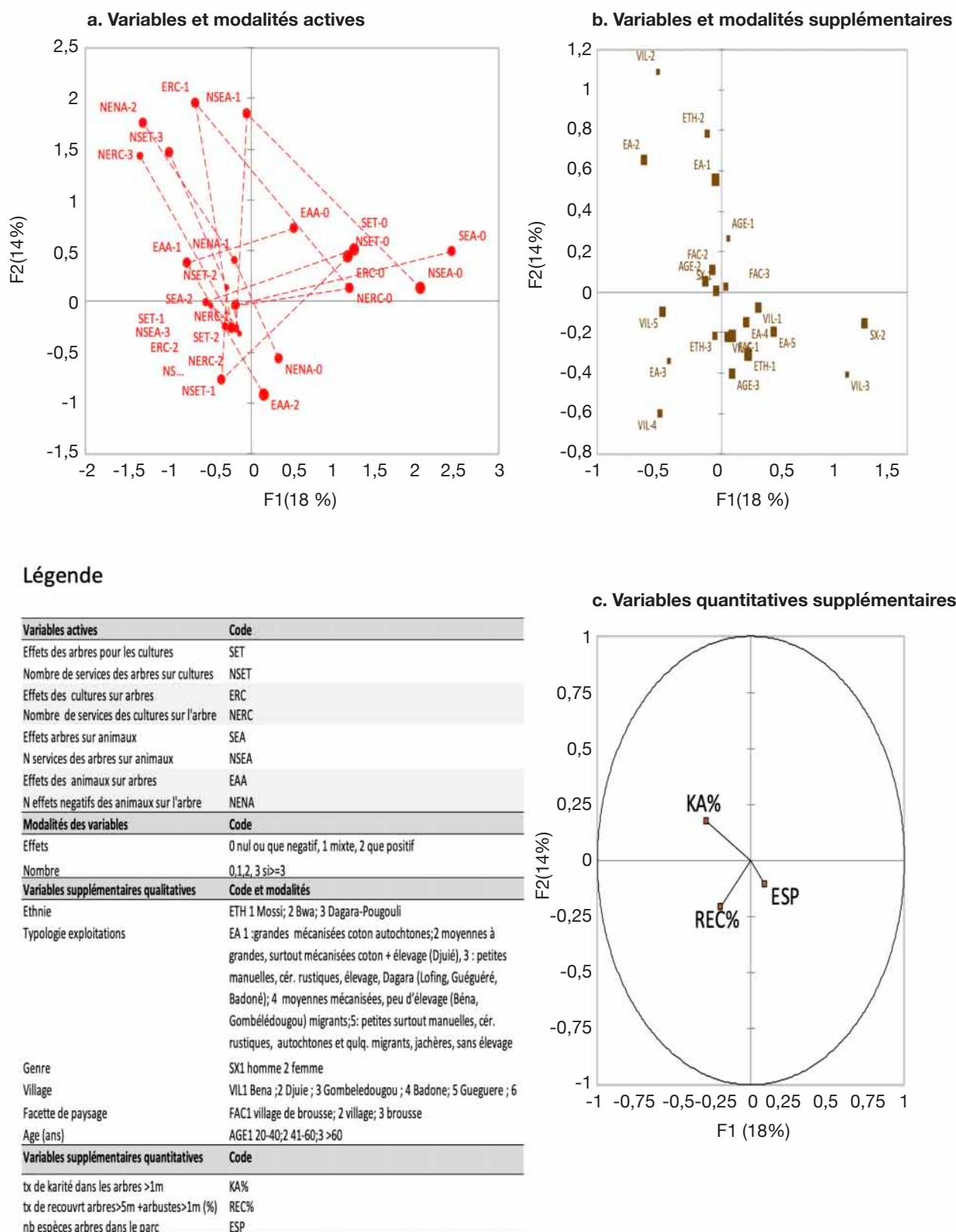


Figure 9. **a.** Carte factorielle des variables actives (effets arbres sur culture et sur bétail, effets retour) ; **b.** Variables supplémentaires ; **c.** Variables supplémentaires quantitatives. Les modalités relient les modalités de chaque variable. La taille des points varie avec le $\cos^2$ — **a.** Factorial maps of active variables (tree effects on crops and livestock, feed-backs) ; **b.** additional variables ; **c.** additional quantitative variables. The dotted lines connect the modalities of each variable. The size of the points varies with the $\cos^2$.

et sur les rapports arbres-bétail. Ce village très « savant » (sensibilisé à la régénération du parc), riche en karité s'oppose à Badoné (VIL4), un village AVV sans karité, au parc dense, diversifié mais non associé aux cultures (arbres disposées en clôture, liés à des réserves de défrichement) et où le bétail pose un problème de piétinement (NENA 0).

4. DISCUSSION

Plusieurs articles et mémoires récents inventorient les usages et les SE du parc arboré soudanien tels que la diversification des productions, l'amélioration du microclimat, la qualité et la santé des sols, le stockage de carbone, la régulation des bio-agresseurs et la conservation des espèces (Boffa, 2000 ; Yameogo et al., 2005 ; Traoré et al., 2011 ; Bengali, 2018 ; Seghieri & Harmand, 2019). Mais un défaut du cadre des SE est sa dissymétrie puisqu'il vise à mettre en avant, magnifier et promouvoir des avantages (Serpantié et al., 2012). De plus, les inventaires de SE, du point de vue de la recherche naturaliste, ne sont pas hiérarchisés et informent peu sur les savoirs et attentes locales en la matière. Dans le but de saisir certains facteurs humains de l'évolution des parcs, il fallait non seulement recueillir les points de vue locaux, hiérarchiser les SE des arbres mais aussi ceux des cultures et du bétail aux arbres et prendre en compte les DSE, dans une démarche aussi complète et symétrique que possible.

4.1. La synergie arbres-cultures-élevage

Les perceptions des familles exploitantes sur les principaux liens des arbres des champs à leur environnement, selon la classification hiérarchisée de SE convenue (essentiels, importants, accessoires) sont résumées dans le **tableau 2**.

Les inconvénients perçus des arbres sur les activités et ceux des activités sur les arbres sont mineurs, comme nous le montrent les résultats (8 SE essentiels et seulement 2 DSE), ce qui confirme l'importance de l'agroforesterie pour les paysans du transect Koumbia-Dano.

En reconnaissant 5 SE « des » arbres et 3 SE « aux » arbres, la perception paysanne témoigne de la grande synergie entre arbres, cultures et élevage, échangeant des services : le bétail et la culture font presque autant de bien à l'arbre que l'inverse, au profit d'un système plus efficace. On trouvait déjà cette notion de synergie chez Dupriez & de Leener (1993) ou Le Roux et al. (2008) mais aussi dans les études sur le *Land Equivalent Ratio* des systèmes de cultures associées (Malézieux et al., 2009).

Cette synergie peut toutefois être amoindrie par des DSE. À l'Ouest, 1 DSE essentiel (ombrage sur des cultures intensives) et 2 SE essentiels de moins qu'à l'Est brident cette synergie, ce qui conduit à un arbitrage défavorable au parc menant à une faible densité d'arbres et à une spécialisation.

Avec 4 SE essentiels dont deux transversaux et un seul DSE (impact du bétail sur la régénération), l'arbre des champs et le bétail apparaissent dans les deux zones comme des alliés. Cette complémentarité implique un travail de protection des plantules. L'arbre fourrager serait donc une porte d'entrée pour une densification participative du parc. *Faidherbia albida* est déjà un bon candidat (feuilles, fruit, fertilité, pas de DSE ombrage des cultures, SE ombrage de bétail) mais il est sensible au feu et attire les oiseaux granivores. Il faudrait donc apporter de la diversification avec d'autres légumineuses fourragères (*Azelia africana* Sm., *Pterocarpus erinaceus* Poir.) mais aussi des fourragères non légumineuses comme *Khaya senegalensis* (Desv.) A.Juss., *Ficus* spp. et *Cordia myxa*.

Avec 2 SE essentiels, 3 SE importants et un seul DSE reconnus, le parc arboré apparaît également comme un allié des cultures sur le plan durabilité (fertilité, réduction d'érosion) et résilience (réduction du risque hydrique) mais pas forcément sur le plan du rendement (arbres souvent antagonistes ou neutres, à part *F. albida*) ni sur la totalité du transect Koumbia Dano (aucun SE transversal).

Il existe une relativité des SE perçus selon le système de culture (plus de SE essentiels en systèmes extensifs Dagara à base de sorgho manuel, plus de DSE essentiels en culture intensive mécanisée Bwa et Mossi à base de maïs et de cotonnier).

Les SE/DSE de l'arbre intégré à un agro-écosystème ont donc une double origine, naturelle et humaine : certains parlent de SE travaillés (David et al., 2012), manipulés (Fargette et al., 2019), services agro-écosystémiques (Lescourret et al., 2015) ou encore « co-production de SE » (Resque et al., 2021). Cette dernière expression reconnaît le paysan comme partie intégrante de l'agro-écosystème.

À l'Ouest, il existe un risque d'y voir le parc, déjà clairsemé, entrer en crise si la filière karité s'avérait moins payante. La filière cotonnière profite à court terme de cet éclaircissement (moins de DSE).

La filière karité a le pouvoir économique de « compenser » le DSE du karité aux cultures intensives à travers les prix élevés des amandes ou du beurre. Mais un effet pervers est de favoriser le caractère monospécifique du parc, défavorable à la biodiversité.

Cette enquête a donc permis de mettre en évidence trois types de nécessités du parc impliquant agriculture et élevage dans la zone est : la régulation climatique (ombrage et humidité), la fertilité (dans les deux sens) et l'alimentation du bétail. Ces nécessités différenciées

Tableau 2. Nombre de SE/DSE essentiels (en gras, E) et importants (en italique, I) perçus — *Summary of essential (in bold, E) and important (in italics, I) perceived ES/DES.*

Sens des SE/DSE	SE (Tr = transversal)	Ouest	Est	DSE	Ouest	Est
Arbres / cultures	Amélioration de la fertilité	I	E	Ombrage	E	I
	<i>Maintien de l'humidité</i>	-	I			
Cultures / arbres	<i>Fumure de l'arbre</i>	I	-			
	Entretien du sol	E	I			
	<i>Réduction du feu</i>	-	I			
Arbres / bétail	Alimentation feuilles (Tr)	E	E	Obstacle régénération	I	E
	Alimentation fleurs et fruits	I	E			
	Ombrage (Tr)	E	E			
Bétail / arbres	Fertilisation de l'arbre	I	E			
SE/DSE importants ou essentiels des arbres	5	4	5	1	1	1
SE/DSE importants ou essentiels aux arbres	3	3	3	1	1	1
Total SE/DSE mutuels importants et essentiels	8	7	8	2	2	2
Total SE/DSE mutuels essentiels	6	3	5	2	1	1

entre Est et Ouest expliquent l'état des parcs plus denses et diversifiés dans la zone est que dans la zone ouest.

4.2. Nécessité climatique du parc

La régulation climatique revient souvent dans les avis des paysans concernant les contributions des arbres envers le bétail (ombrage) et les cultures (humidité, vent, force des pluies) mais aussi l'humain (ombrage pour le repos) et la nature (les arbres appellent la pluie), ces deux derniers bénéficiaires n'ayant pas pu être traités dans cet article court.

Sur le transect étudié, les sociétés rurales sont variées mais toutes subissent le même climat « soudanien » : variable, avec un risque de sécheresse persistant, une longue saison sèche et une chaleur augmentant avec le changement climatique. Le manque d'arbres est la cause de l'irrégularité des pluies en début de saison selon les paysans. Cette intuition est convergente avec les théories climatiques attribuant aux déforestations côtières un moindre recyclage atmosphérique des pluies en début de remontée du front intertropical vers le Nord (Monteny & Casenave, 1989). La radiation solaire directe et le vent desséchant sont réduits dans un parc dense. L'arbre climatise et humidifie, permet le repos. C'est une perception importante de la plupart des familles et un « vide » dans le paysage arboré est perçu comme un manque qui doit être comblé par une plantation ou la protection d'un jeune arbre.

Un autre SE transversal aussi lié au climat saisonnier contrasté est le SE alimentaire des arbres en saison sèche, après un renouvellement des feuilles et un développement des fruits de saison sèche, qu'il soit direct (pour l'humain) ou indirect (pour son bétail et les animaux sauvages) : fruits du manguier, du karité, farine et graines de néré, feuilles et fruit du baobab, fruits de *L. microcarpa* et *D. mespiliformis*, jeunes feuilles de *Balanites aegyptiaca*, etc. À l'exception du maraîchage (circonscrit au début de la saison sèche sur des sites restreints), l'arbre est le seul apte à élaborer des ressources primaires fraîches en saison sèche, en tout lieu, variant l'alimentation du bétail et de la famille à la soudure et générant des revenus aux femmes en cette saison « morte ».

Le rôle climatique de l'arbre est aussi important à une échelle globale comme puits de carbone (Lorenz & Lal, 2014) et des mécanismes financiers d'appui au reboisement peuvent être mobilisés en liaison avec ce rôle : programme REDD+, projet Grande Muraille Verte, compensation des impacts carbone des filières karité et coton, etc. à condition, bien sûr, que ces financements ne soient pas la contrepartie d'une absence d'efforts à réduire les émissions de gaz à effets de serre des pays et industries mécènes.

4.3. Retour sur le cadre d'analyse

Faire participer des paysans de culture africaine à une réflexion sur les SE/DSE, notion d'origine scientifique, voire occidentale, n'allait pas de soi (Fournier, 2020). Les enquêtes en quatre langues locales n'ont pas

rencontré de problème d'intercompréhension. Les conceptions locales sur les rapports mutuels des arbres vis-à-vis des autres activités rurales nous ont paru compatibles avec la notion de SE/DSE mutuels, ce qui encourage à tester notre approche dans d'autres situations.

Afin de mobiliser les points de vues propres aux sociétés locales sur leur rapport au monde, il existe une nouvelle approche dite *Nature Contributions to People* (NCP) (Díaz et al., 2018 ; IPBES, 2019 ; Collof et al., 2020). Elle aussi prend en compte des contributions « négatives », matérielles et immatérielles, de la nature et propose une classification proche de celle des SE « NCP conceptualizes (both positive and negative) contributions from nature to people's quality of life as 'Material', 'non-Material' and 'Regulating' » (Ellis et al., 2019). La plus-value de cette nouvelle approche, qui reste anthropocentrée, donc toujours asymétrique, est à étudier.

5. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Les SE/DSE mutuels indirects « perçus » (reconnus, attendus) sont à la base des arbitrages de densité du parc par les familles d'exploitants, dépendent des systèmes de culture et d'élevage adoptés et varient entre les différentes zones et familles. Il n'y a donc pas de SE/DSE internes « universels » des arbres. Cette recherche fait entrevoir de nouvelles perspectives dans l'emploi de la notion de SE/DSE dans les deux sens : de l'arbre vers son environnement et *vice versa*. Les notions de SE sont souvent utilisées à sens unique et seulement positivement, ce qui a pour effet d'idéaliser la nature (Serpantié et al., 2012). En s'exprimant non seulement sur les SE et DSE des arbres et des effets des cultures ou de l'élevage sur les arbres, les paysans, bons connaisseurs de leur système agro-forestier, explicitent un faisceau de relations à double sens valable dans leur contexte. Ces relations mutuelles invitent à concevoir des systèmes plus diversifiés en espèces, en fonctions écologiques utiles intensifiées, mais aussi en synergies entre activités agro-pastorales et fonctions écologiques, sans réduire les fonctions globales. Par exemple, il s'agirait de rechercher le système de culture, la taille d'arbre, le mode d'élevage qui améliorerait à la fois le SE d'approvisionnement de l'arbre, le SE d'ombrage du bétail et réduirait le DSE d'ombrage aux cultures. Ce serait une clé de l'intensification agro-écologique, qui ne doit pas se contenter d'accroître la biodiversité dans l'agro-écosystème. Des paysans accroissent déjà les bénéfices de l'association par des tailles de conformation en candélabre pour élever la couronne et réduire l'ombrage dense aux cultures. À cela s'ajoute une possibilité de hiérarchiser les SE/DSE (essentiels,

importants, accessoires) et d'entrevoir la synergie entre activités agro-pastorales et arbres.

En dépit de quelques DSE, la combinaison de multiples SE mutuels essentiels et de cette synergie en présence de systèmes de culture extensifs renvoient plus à une nécessité du parc qu'à un simple bénéfice. Ce sont ces nécessités qui obligent (plutôt qu'incitent) les paysans de l'Est à construire, protéger et entretenir un parc arboré diversifié dans leurs terroirs, indépendamment des lois de protection de certaines essences de parc ou des programmes de sensibilisation.

L'acteur principal de maintien du parc est donc celui à qui il est le plus nécessaire et qui a le pouvoir de planter, de couper, de protéger mais aussi d'exploiter : c'est la famille exploitante, représentée d'abord par son chef, propriétaire des arbres et du bétail et chef des cultures ; puis par les mères, responsables des activités de cueillette. Les deux doivent transmettre un capital de jeunes arbres et une éducation à l'importance de l'arbre aux enfants. Mais ils ne sont pas les seuls concernés. Le lignage, la communauté locale, l'école, l'État à travers ses Ministères (Environnement, Agriculture), les Communes et les ONG le sont aussi. Non seulement ils peuvent introduire des régulations contraignantes ou incitatives mais leur pérennité est de loin supérieure à celle du ménage, donc plus compatible aux besoins de gestion de l'arbre sur le long terme. Ainsi, par exemple, un karité a une durée de production de 200 ans.

Des appuis économiques des filières de valorisation des produits sont nécessaires puisque l'arbitrage sur la place laissée à l'arbre et le bilan de SE et DSE dépendent des systèmes de cultures et de leur logique économique, en partie liée à celle de la filière.

La FAO (2007) a théorisé le soutien aux agriculteurs qui rendent des services environnementaux. Nous pensons aux filières coton, maïs et karité et aussi à la filière riz, responsable de dégradations sévères d'espèces de milieux humides dans les bas-fonds aménagés (Zampaligré, 2021). Du côté des filières d'approvisionnement, celles du machinisme et des herbicides ont aussi une responsabilité dans l'éclaircie des arbres et les difficultés de régénération des parcs. Ces appuis pour la densification de parcs dégradés viseraient des SE spécifiques à la fois locaux (régénération du karité, fourrages, santé du sol) et globaux (biodiversité, carbone) dans l'intérêt de la durabilité des filières et au nom de leur responsabilité environnementale.

Avec la monétarisation croissante en zone ouest « coton/karité », la relation culturelle des paysans à l'arbre s'affaiblit mais peut être revivifiée par de la sensibilisation, comme le montre le changement de perceptions constaté dans le village de Djuié, après des formations INERA à la taille sanitaire, la régénération assistée du karité et son semis direct dans les buissons (Ouoba et al., 2020).

Remerciements

Nous remercions les communautés des villages qui ont bien voulu se prêter aux entretiens.

Ce travail a bénéficié du support financier de UE Eranet LEAP Agri-215 project *Roles of Agroforestry in sustainable intensification of small farMs and food SEcurity for SocIetles in West Africa* (RAMSES II), <https://www.ramsesiagroforesterie.com/>

Bibliographie

- Bargués Tobella A. et al., 2014. The effect of trees on preferential flow and soil infiltrability in an agroforestry parkland in semiarid Burkina Faso. *Water Resour. Res.*, **50**(4), 3342-3354, doi.org/10.1002/2013wr015197
- Bengali M.M., 2018. *Perceptions de l'agroforesterie par les paysans et paysannes du groupement mixte de Bissiga, dans la région du Plateau Central, au Burkina Faso*. Mémoire de maîtrise : Université Laval, Québec (Canada).
- Bergeret A. & Ribot J., 1990. *L'arbre nourricier en pays sahélien*. Paris : Éditions de la Maison des sciences de l'homme.
- Bidou J.E., Koukpepe A. & Droy I., 2019. L'évolution des parcs à karité au Bénin : inégalités de genre et désenchantement du monde. *Espace Géogr.*, **48**(2), 138-152, doi.org/10.3917/eg.482.0138
- Boffa J.M., 2000. *Les parcs agroforestiers en Afrique subsaharienne*. Cahier conservation 34. Rome : FAO.
- Bommarco R., Kleijn D. & Potts S.G., 2013. Ecological intensification: harnessing ecosystem services for food security. *Trends Ecol. Evol.*, **28**(4), 230-238, doi.org/10.1016/j.tree.2012.10.012.
- Chevallier A., 1934. Nouvelles observations sur quelques acacias d'Afrique occidentale. *Rev. Bot. Appl. Agric. Coloniale*, **158**, 875-884.
- Colloff M.J. et al., 2020. Nature's contribution to adaptation: insights from examples of the transformation of social-ecological systems. *Ecosyst. People*, **16**(1), 137-150. doi.org/10.1080/26395916.2020.1754919
- David G., Mirault E., Pennober G. & Révillion C., 2012. Unités paysagères et services écosystémiques, l'exemple des récifs coralliens. *VertigO*, **HS14**, doi.org/10.4000/vertigo.12570
- Déverin-Kouanda Y., 1992. *Le corps de la terre. Moose de la région de Ouagadougou : représentations et gestion de l'environnement*. Thèse de doctorat : Université Paris I Panthéon-Sorbonne (France), vol 1.
- Díaz S. et al., 2018. Assessing nature's contributions to people. *Science*, **359**(6373), 270-272, doi.org/10.1126/science.aap8826
- Dupriez H. & De Leener P., 1993. *Arbres et agricultures multi étagées d'Afrique*. Wageningen, The Netherlands : CTA.
- Ellis E.C., Pascual U. & Mertz O., 2019. Ecosystem services and nature's contribution to people: negotiating diverse values and trade-offs in land systems. *Curr. Opin. Environ. Sustainability*, **38**, 86-94, doi.org/10.1016/j.cosust.2019.05.001
- FAO, 2007. *The state of food and agriculture 2007: paying farmers for environmental services*. Roma: FAO.
- Fargette M., Loireau M. & Libourel T., 2019. The relationships between man and his environment: a systemic approach of system earth viability. In: Barrière O. et al. (eds). *Coviability of social and ecological systems: reconnecting mankind and biosphere in an era of global change. Vol 1: The foundations of a new paradigm*. Dordrecht, Springer Nature, 105-150.
- Fournier A., 2020. L'agroécosystème et les génies chez les Sèmè du Burkina Faso. Réflexion sur la notion de services écosystémiques culturels. *Cah Agric.*, **29**, 25, doi.org/10.1051/cagri/2020024
- Hervouët J.P., 1993. *Faidherbia albida* : un témoin des mutations agraires. In : Vandenbeldt R.J. & Renard C., eds. *Faidherbia albida dans les zones tropicales semi-arides d'Afrique de l'Ouest*. Patancheru (IND) ; Nairobi : ICRISAT ; ICRAF, 165-169.
- IPBES, 2019. *Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. Bonn, Germany: IPBES secretariat, doi.org/10.5281/zenodo.3831673
- Klapwijk C.J. et al., 2014. Analysis of trade-offs in agricultural systems: current status and way forward. *Curr. Opin. Environ. Sustainability*, **6**, 110-115, doi.org/10.1016/j.cosust.2013.11.012
- Kuyah et al., 2019. Agroforestry delivers a win-win solution for ecosystem services in sub-Saharan Africa. A meta-analysis. *Agron. Sustainable Dev.*, **39**, 47, doi.org/10.1007/s13593-019-0589-8
- Le Roux X. et al., 2008. *Agriculture et biodiversité : des synergies à valoriser. Rapport d'expertise*. France : INRA.
- Lericollais A., 1989. La mort des arbres à Sob, en pays Sereer (Sénégal). In : *L'arbre, la fonction et le signe*. IRD, 187-197.
- Lescouret F. et al., 2015. A social-ecological approach to managing multiple agro-ecosystem services. *Curr. Opin. Environ. Sustainability*, **14**, 68-75, doi.org/10.1016/j.cosust.2015.04.001
- Loireau M., Fargette M., Dieng M. & Sall M., 2023. Cadre conceptuel pour l'étude de la relation société-milieu : attache et insertion au monde. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, **27**(3), doi.org/10.25518/1780-4507.20308
- Lorenz K. & Lal R., 2014. Soil organic carbon sequestration in agroforestry systems. A review. *Agron. Sustainable Dev.*, **34**(2), 443-454, doi.org/10.1007/s13593-014-0212-y
- Malézieux E. et al., 2009. Mixing plant species in cropping systems: concepts, tools and models. A review.

- Agron. Sustainable Dev.*, **29**, 43-62, doi.org/10.1051/agro:2007057
- MEA (Millennium Ecosystem Assessment), 2005. *Ecosystems and human well-being: synthesis*. Washington, DC: Island Press.
- Méral P. & Pesche D., 2016. *Les services écosystémiques : repenser les relations nature et société*. Versailles, France : Éditions Quæ, doi.org/10.35690/978-2-7592-2470-8
- Méral P. et al., 2022. Intégrer la notion de service écosystémique dans les politiques et les pratiques agricoles des pays du Sud. *Cah. Agric.*, **31**, 9, doi.org/10.1051/cagri/2022005
- Monteny B.A. & Casenave A., 1989. The forest contribution to the hydrological budget in tropical West Africa. *Ann. Geophysicae*, **7**(4), 427-436.
- Neang M. & Méral P., 2021. Services écosystémiques et riziculture autour du lac de Tonle Sap, Cambodge. *Cah. Agric.*, **30**, 44, doi.org/10.1051/cagri/2021030
- Ouedraogo S.J. & Alexandre D.Y., 1994. Distribution des principales espèces agroforestières à Watinoma, terroir du plateau central burkinabé, une résultante de contraintes écologiques et anthropiques. *JATBA*, **36**(1), 101-111, doi.org/10.3406/jatba.1994.3536
- Ouoba Y.H. et al., 2020. Régénération assistée du karité (*Vitellaria paradoxa* C.F. Gaertn.) dans les parcs agroforestiers au Burkina Faso. *Eur. Sci. J.*, **16**(40), 23, doi.org/10.19044/esj.2020.v16n40p23
- Pelissier P., ed., 1980. *L'arbre en Afrique tropicale, la fonction et le signe* (Vol. XVII). Paris : Cahier ORSTOM, série science humaine.
- Rapidel B., De Clerck F., Le-Coq J.F. & Beer J., 2011. *Ecosystem services from agriculture and agroforestry: measurement and payment*. London: Earthscan, doi.org/10.4324/9781849775656.
- Resque A.G.L. et al., 2021. Co-production of ecosystem services through agricultural practices: perception of stakeholders supporting smallholders in the Brazilian Amazon. *Cah. Agric.*, **30**, 20, doi.org/10.1051/cagri/2021006
- Seghieri J. & Harmand J.M., 2019. *Agroforesterie et services écosystémiques en zone tropicale*. Versailles, France : Éditions Quæ, doi.org/10.35690/978-2-7592-3059-4
- Seignobos C., 1982. Végétations anthropiques dans la zone soudano-sahélienne : la problématique des parcs. *Rev. Géogr. Cameroun*, **3**, 1-23.
- Serpantié G., Méral P. & Bidaud C., 2012. Des bienfaits de la nature aux services écosystémiques. *VertigO*, **12**(3), doi.org/10.4000/vertigo.12924
- Swinton M., Lupi F., Robertson G.P. & Hamilton S.K., 2007. Ecosystem services and agriculture: cultivating agricultural ecosystems for diverse benefits. *Ecol. Econ.*, **64**, 245-252, doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.09.020
- Tibi A. & Therond O., 2018. *Services écosystémiques fournis par les espaces agricoles*. Versailles, France : Éditions Quæ, doi.org/10.35690/978-2-7592-2917-8
- Tittonnel P. et al., 2021. Ecosystem services and disservices associated with pastoral systems from Patagonia, Argentina – A review. *Cah Agric.*, **30**, 43, doi.org/10.1051/cagri/2021029
- Traore L., Ouedraogo I., Ouedraogo A. & Thiombiano A., 2011. Perceptions, usages et vulnérabilité des ressources végétales ligneuses dans le Sud-Ouest du Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **5**, 259-278, doi.org/10.4314/ijbcs.v5i1.68103
- Trilleras J.M., Jaramillo V.J., Vega E.V. & Balvanera P., 2015. Effects of livestock management on the supply of ecosystem services in pastures in a tropical dry region of western Mexico. *Agric. Ecosyst. Environ.*, **211**, 133-144, doi.org/10.1016/j.agee.2015.06.011
- Yameogo G., Yelemou B. & Traore D., 2005. Pratique et perceptions paysannes dans la création de parc agroforestier dans le terroir de Vipalogo (Burkina Faso). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, **9**, 241-248.
- Zampaligre M., 2022. *Conservation et réhabilitation de parcs agro-forestiers dans les bas-fonds soudaniens*. Mémoire de stage, Contrôleur ENEF.
- Zhang W. et al., 2007. Ecosystem services and dis-services to agriculture. *Ecol. Econ.*, **64**(2), 253-260, doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.02.024

(47 réf.)