

# CSEFD

Les dossiers  
thématiques

Numéro 11

## L'INGÉNIERIE ÉCOLOGIQUE POUR UNE AGRICULTURE DURABLE DANS LES ZONES ARIDES ET SEMI-ARIDES D'AFRIQUE DE L'OUEST



**AGROPOLIS**  
INTERNATIONAL



Comité Scientifique Français de la Désertification  
French Scientific Committee on Desertification

# Maîtriser les paysages et les processus écologiques propres à cette échelle

Les modifications profondes de l'environnement, dues en particulier au changement climatique et à l'accroissement de la pression anthropique sur les ressources, constituent une menace pour la biodiversité et les services qu'elle fournit aux sociétés humaines, notamment pour la production agricole. La diminution des précipitations et l'intensification de l'usage des terres (disparition des jachères, déboisement, feux de brousse) ont déjà entraîné une forte érosion de la couverture végétale naturelle, qui ne subsiste plus que, parfois, sous la forme d'arbres isolés et de parcours pour l'élevage.

## L'ÉCOLOGIE DES PAYSAGES AU SERVICE DES AGROSYSTÈMES : EXEMPLE DU CONTRÔLE DES RAVAGEURS DE CULTURE

L'effet de ces perturbations sur les services rendus par les écosystèmes, comme la régulation écologique des bio-agresseurs des cultures par leurs ennemis naturels, est mal connu. Les espaces non cultivés, en effet, constituent souvent des habitats pour une grande diversité d'ennemis naturels des insectes ravageurs des cultures. En Afrique sahélienne, le recours aux pesticides pour protéger les cultures vivrières est peu répandu, ce qui soumet la production agricole à la pression des bio-agresseurs. Dans ce contexte, la simplification des paysages agricoles pourrait favoriser les pullulations d'insectes ravageurs, avec des conséquences dramatiques pour la sécurité alimentaire des populations rurales. Conserver, amplifier ou restaurer la régulation écologique des insectes ravageurs des cultures est un des défis à relever pour adapter les systèmes de production agricole aux changements environnementaux. L'identification et la mobilisation des leviers d'action reposent sur une meilleure connaissance des conditions tant écologiques que sociales du milieu considéré (*cf. ci-contre*).

Le champ cultivé est l'échelle généralement privilégiée pour aborder la protection des cultures contre les bio-agresseurs. Dans un contexte d'ingénierie écologique, il n'est pas pertinent de considérer la régulation biologique à cette seule échelle. Le paysage, en tant que mosaïque d'habitats façonnée par la diversité des champs cultivés et des pratiques culturelles, est l'échelle privilégiée pour observer la dynamique des populations du ravageur ciblé, et pour concevoir et évaluer les stratégies de régulation et de contrôle.

À l'échelle du paysage agro-sylvo-pastoral, la gestion des espaces non cultivés est un levier potentiel pour limiter la colonisation des cultures par les insectes ravageurs et favoriser les services de régulation écologique. À ce titre, les parcs agroforestiers tiennent une place importante.

▼ Mosaïque de parcelles d'arachide et de mil sous un parc à acacias (Bambey, Sénégal).

© T. Brévault





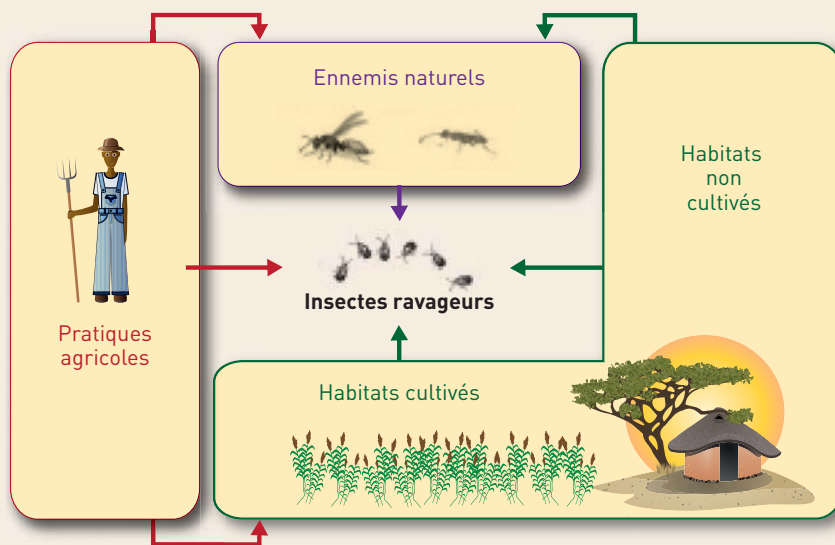
## → ZOOM | Processus et leviers d'action pour lutter contre les ravageurs des cultures

La régulation écologique des bio-agresseurs des cultures est un des services écosystémiques fournis par la biodiversité (Crowder & Jabbour, 2014). Cette régulation s'exerce au travers des ressources utilisées par le bio-agresseur dans son habitat (régulation bottom-up) ainsi qu'au travers de ses ennemis naturels (régulation top-down) tels que les prédateurs et parasitoïdes :

- à l'échelle du champ cultivé, les caractéristiques variétales et les pratiques culturales (par exemple l'association d'espèces cultivées) constituent des leviers d'action mobilisables par l'agriculteur (Ratnadass *et al.*, 2012) ;
- à l'échelle du paysage agro-sylvo-pastoral, les espaces non cultivés peuvent aussi constituer des habitats pour différentes espèces d'ennemis naturels et donc être des supports de régulation écologique des insectes ravageurs des cultures (Rusch *et al.*, 2011). De manière générale, la régulation écologique des bio-agresseurs augmente avec la complexité du paysage (Bianchi *et al.*, 2006 ; Chaplin-Kramer

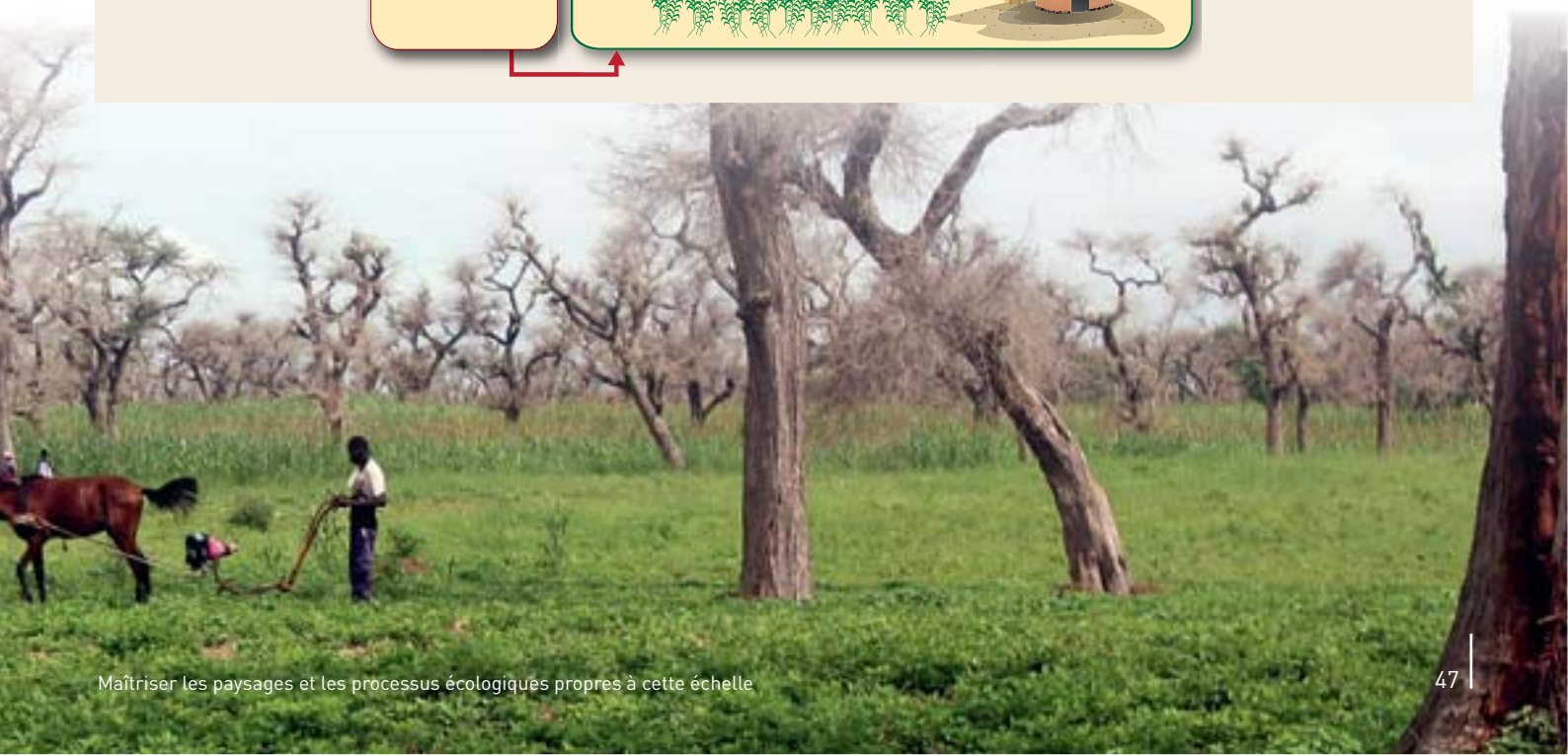
*et al.*, 2011). En effet, la composition et la configuration des paysages déterminent non seulement la quantité et la qualité des ressources, mais aussi leur accessibilité aux bio-agresseurs en agissant comme des corridors biologiques ou, au contraire, comme des barrières limitant ou retardant la colonisation des cultures par ces bio-agresseurs (Mazzi & Dorn, 2012). La composition et la configuration des paysages jouent également un rôle fondamental sur l'abondance et la diversité des communautés d'ennemis naturels, par la nature des ressources (refuges, sources de nourriture, hôtes alternatifs, etc.) que confèrent les habitats cultivés et non cultivés (Tscharntke *et al.*, 2008 ; Rusch *et al.*, 2012).

L'érosion de la biodiversité et la perte de fonction de régulation écologique qui l'accompagne, qu'elles soient liées à la disparition des habitats naturels ou à l'utilisation incontrôlée de pesticides, accroissent la sensibilité des écosystèmes cultivés aux bio-agresseurs.



◀ Leviers de régulation des populations d'insectes ravageurs des cultures.

D'après Clouvel *et al.*, 2015.



## LES PARCS AGROFORESTIERS : QUEL RÔLE DANS LE CONTRÔLE DES RAVAGEURS ?

Il existe un fort regain d'intérêt et un véritable enjeu de développement pour les systèmes agroforestiers dans les zones sèches tropicales de l'Afrique de l'Ouest. Les parcs agroforestiers, tels que, par exemple, les parcs à *Faidherbia albida* associé à des cultures, contribuent aux cycles des nutriments et produisent une biomasse dans les agrosystèmes. Bien que ces impacts soient relativement bien illustrés, certains services de régulation, comme le contrôle des bio-agresseurs, ont été, quant à eux, très peu étudiés.

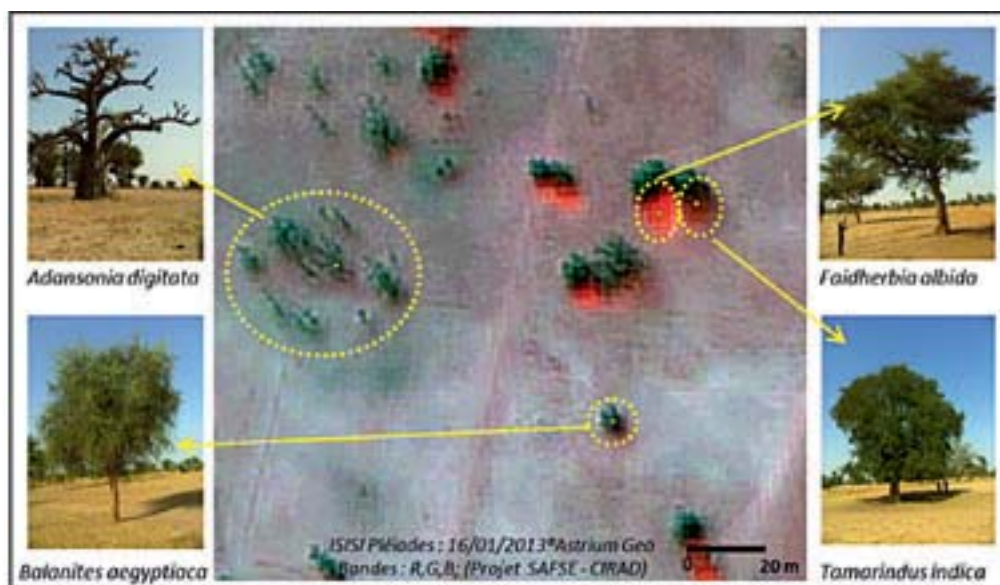
Pourtant, les systèmes agroforestiers — associations de cultures et de ligneux dans un mélange biodiverse — présentent une hétérogénéité de structure — multi-strate et semblable à celle des forêts — offrant ainsi aux insectes ravageurs une plus grande diversité d'habitats qu'une simple mosaïque de cultures annuelles. Ces systèmes agroforestiers jouent alors un rôle de « source » ou de « relais » pour les populations d'insectes ravageurs qui vont coloniser les cultures. En effet, les systèmes agroforestiers peuvent offrir un milieu propice au développement de ces insectes ravageurs qui pourront coloniser les cultures.

Mais les systèmes agroforestiers peuvent également permettre aux ennemis naturels de ces ravageurs de culture de proliférer. Ainsi, ils participent à la régulation écologique des populations de ces bio-agresseurs en offrant à leurs ennemis naturels le « gîte et le couvert » (hôtes ou proies alternatifs, nourriture, refuges), en particulier pendant la saison sèche. Ces systèmes agroforestiers jouent ainsi un rôle de régulation écologique des insectes ravageurs.

À l'échelle du paysage, la densité, la diversité et la distribution des arbres (ou des arbustes) dans l'espace, en constituant des corridors, déterminent le déplacement des populations des arthropodes ravageurs, en permettant la connectivité entre habitats. La gestion de ces habitats est alors un levier potentiel pour limiter la colonisation des cultures par les insectes ravageurs et favoriser les services de régulation écologique.

La densité des arbres et leur répartition spatiale dans un parc agroforestier dépendent des pratiques paysannes. Le développement de certaines pratiques peut agir sur cette densité comme, par exemple, la traction animale qui implique des coupes non contrôlées des jeunes pousses d'arbres. L'histoire du parc et les pratiques qu'il subit, modifient alors les habitats des insectes ravageurs et de leurs ennemis naturels (comme c'est le cas de la mineuse de l'épi de mil, cf. *ci-contre*).

L'augmentation de la **biodiversité fonctionnelle** (ici les ennemis naturels) est ainsi vue comme un facteur de résilience de l'écosystème face à des perturbations environnementales (climat, occupation du sol, invasions biologiques, etc.). Il est à noter que la pluralité d'échelles spatiales et temporelles à considérer suppose la mise en œuvre d'outils d'acquisition, de gestion et d'analyse de données spatiales combinant la télédétection, le traitement d'images satellitaires à très haute résolution et les systèmes d'information géographique.



▲ Détermination d'arbres à partir d'images satellitaires à très haute résolution de type Pléiades, Sénégal. D'après Soti, 2013.



## → EXEMPLE | Cas de la mineuse de l'épi de mil au Sénégal

Au Sénégal, la mineuse de l'épi, *Heliocheilus albipunctella* de Joannis (Lepidoptera, Noctuidae), représente une contrainte majeure à l'intensification de la production de mil (Youm & Owusu, 1998 ; Ba *et al.*, 2013), une des céréales les plus consommées en milieu rural. La mineuse a commencé à causer des dégâts dans les cultures de mil (jusqu'à 85 % de pertes de rendement en grains) suite à une longue période de sécheresse au début des années 1970 (Vercambre, 1978 ; Gahukar, 1990).

Les adultes émergent du sol un à deux mois après le début de la saison des pluies. Après accouplement, les femelles pondent sur les épis au stade de la floraison. Après éclosion, les jeunes larves perforent les glumes et dévorent l'intérieur des fleurs, tandis que celles plus âgées coupent les pédoncules floraux, formant ainsi des galeries sur l'épi selon un tracé en spirale caractéristique. Au terme de leur développement, les larves se nymphosent dans le sol (chrysalides) où elles restent en diapause pendant toute la saison sèche (Bal, 1992). En l'absence de traitements insecticides, l'intervention des

ennemis naturels (comme le parasitoïde *Habrobracon hebetor*) est une composante majeure de la régulation des populations de ce ravageur.

Il existe différents leviers d'action pour mieux gérer, activer et renforcer les processus de régulation de ce ravageur :

- à l'échelle du système de culture : facilitation entre espèces grâce à l'association du mil avec d'autres espèces (endogènes ou introduites) ;
- à l'échelle de l'exploitation agricole : stratégies d'évitement par le jeu des dates de semis et la durée de cycle des variétés cultivées ;
- à l'échelle du territoire : régulation naturelle des populations locales de *H. albipunctella* par leurs ennemis naturels.

À terme, il s'agit de construire avec les acteurs du territoire considéré, des stratégies d'action individuelles et collectives comprenant l'ensemble des leviers socialement mobilisables pour réguler les populations de ravageurs de cette culture.



▲ **En haut** : larves du parasitoïde *Habrobracon hebetor*, en train de dévorer une chenille d'*Heliocheilus albipunctella*.

▲ **En bas** : chenille d'*Heliocheilus albipunctella* sur un épi de mil.



▲ **À droite** : parasitoïde femelle à la recherche d'une jeune chenille pour y déposer ses œufs.

© T. Brevault