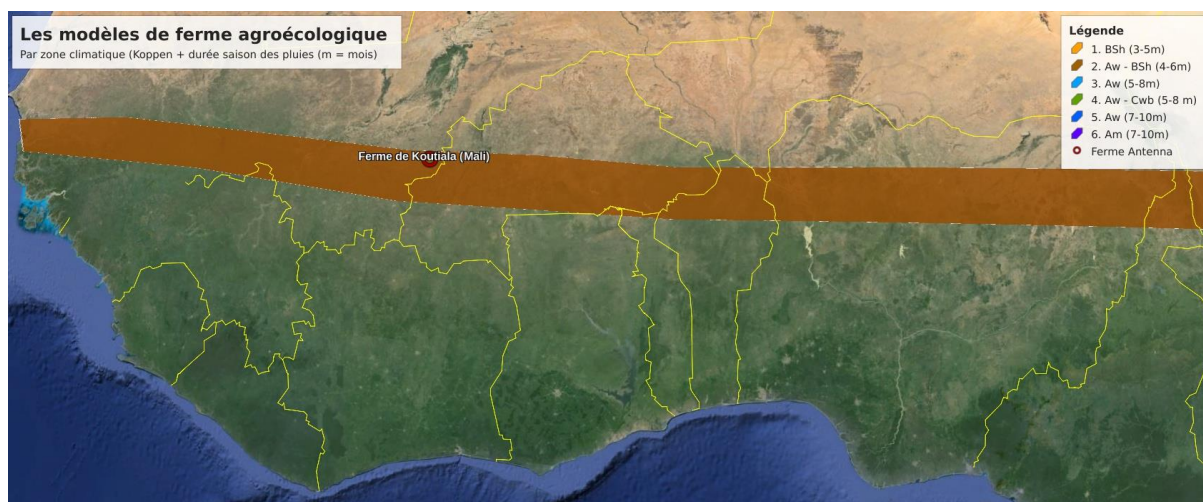


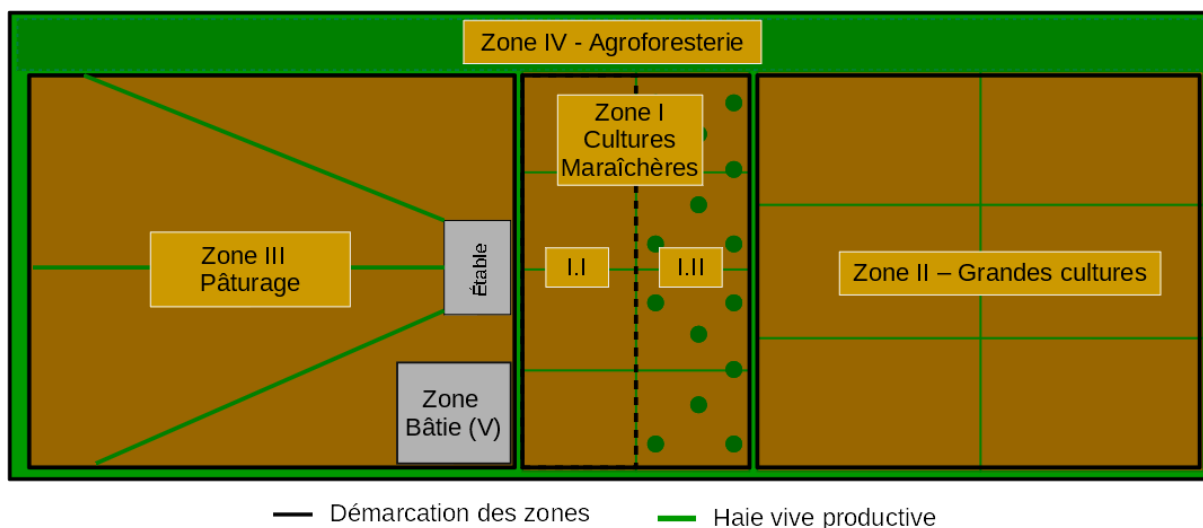
1. Zone cible

Ce modèle agroécosystémique vise à produire les aliments habituellement consommés et cultivés dans la zone de savane sèche des pays d'Afrique de l'Ouest (Mali, Burkina Faso, Niger, nord du Nigeria et dans une moindre mesure Tchad, Sénégal et Gambie). Le modèle est adapté à la production sur une surface de 4 hectares (ha) sous un climat de transition entre tropical de savane avec hiver sec et semi-aride chaud, avec une saison pluvieuse de 4 à 6 mois.



2. Description de l'agroécosystème

L'agroécosystème est composé de quatre zones principales distinctes : une zone de cultures maraîchères et tubercules (I), une zone de grandes cultures (II), une zone de pâturage avec un enclos pour les animaux (III), une zone d'agroforesterie (IV), ainsi qu'une zone bâtie (V) contenant un forage, une maison et une pépinière. L'agroécosystème entier est entouré d'une haie vive productive (VI), qui sépare également les différentes zones.



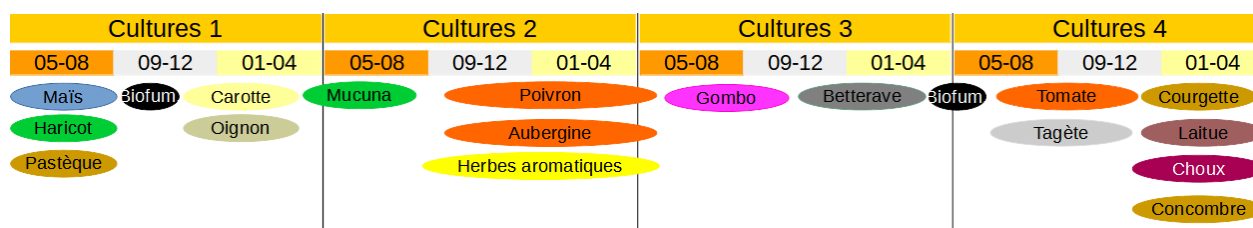
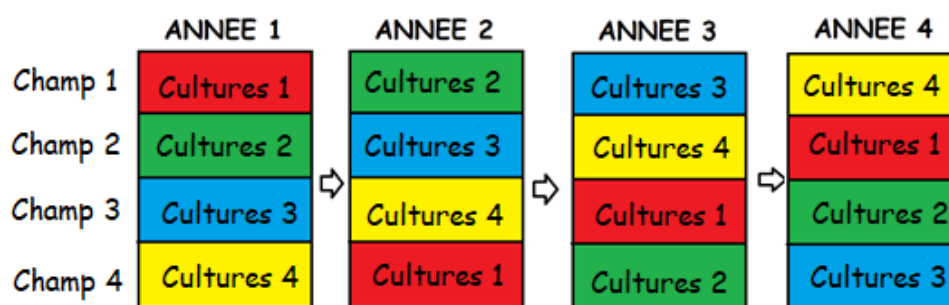
Zone I : cultures maraichères et tubercules : 6'800 m², 8 parcelles de 800 m² + séparations (400 m²)

Figure 1 : Rotation dans le sous-dispositif I.I. Les différentes couleurs indiquent les différentes familles de légumes

La zone I est séparée en 8 champs de 800 m². Les champs sont séparés par des double-rangées d'ananas, qui permettent de limiter l'érosion. La zone I est divisée en deux sous-dispositifs de 4 parcelles. Le premier sous-dispositif permet de produire des légumes de manière intensive. Les quatre parcelles sont irriguées avec le système goutte à goutte et cultivées en permanence. Des cultures exigeantes ou moins exigeantes, ainsi que des légumes de différentes familles sont cultivés en alternance pour limiter les risques d'épuisement du sol et de forte pression de ravageurs et maladies. Un engrais vert (mucuna) au sein de la rotation permet de régénérer le sol. Une biofumigation (crotalaria) permet de stériliser le sol.

La rotation dans le sous-dispositif I.I dure 4 ans, débutant sur chacun des 4 champs avec une culture différente, puis en continuant chronologiquement (voir schéma ci-dessous). Après 4 ans, les 4 parcelles de I.I passent en I.II et vice versa.



Le sous-dispositif I.II allie des cultures pérennes (moringa, pois cajan) à une rotation de cultures annuelles dans un système de semi-agroforesterie. Les cultures annuelles sont des plantes tubercules souvent exigeantes et destructives pour le sol. Pour cette raison, elles sont associées aux cultures pérennes qui vont limiter les dégâts de l'érosion en protégeant le sol de la pluie et du vent. Des cultures exigeantes sont alternées avec des cultures peu exigeantes (patate douce) ou régénératrices (stylosanthes). La rotation dure également 4 ans, période après laquelle les parcelles passent dans le sous-dispositif I.I.

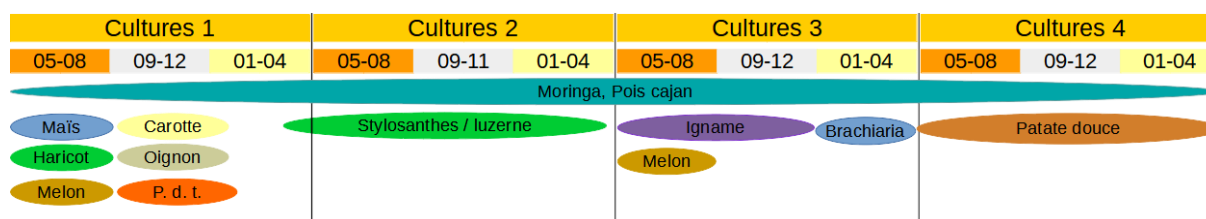


Figure 2 : Rotation dans le sous-dispositif I.II. Les couleurs indiquent les différentes familles de plantes.

Zone II : grandes cultures : 12'700 m², 6 parcelles de 2000 m² + séparations (700 m²)

La zone II permet la production de denrées calorifiques. Il s'agit de grandes cultures peu sensibles (ravageurs, maladies, sécheresse) nécessitant peu d'entretien et d'eau. Ces cultures sont cultivées en saison pluvieuse uniquement et ne sont pas irriguées. La zone II est séparée en 6 champs de 2'000 m². Les champs sont séparés par des double-rangées de brachiaria, qui permettent de limiter l'érosion, de produire du fourrage et de combattre les ravageurs des céréales (voir contrôle des ravageurs). Une rangée de brachiaria est également plantée sur les côtés externes des champs (au pied des haies externes). Il est en effet nécessaire que les champs soient entourés de brachiaria pour l'efficacité du contrôle des ravageurs avec le système push-pull.

Cultures 1		Cultures 2		Cultures 3		Cultures 4		Cultures 5		Cultures 6	
05-08	09-04	05-08	09-04	05-08	09-04	05-08	09-04	05-08	09-04	05-08	09-04
Riz		Sorgo		Bissap		Maïs		Légumes	Biofum	Niébé	
Stylosanthes		Arachide				Desmodium					

Figure 3 : Rotation dans la zone II. Les couleurs indiquent les différentes familles de plantes.

Une rotation sur 6 ans est installée, en commençant sur chacun des 6 champs avec une culture différente (même principe qu'en zone I). Des céréales et des légumineuses à grains sont majoritairement cultivées. Des engrais verts (stylosanthes, desmodium) permettent de régénérer le sol et la biofumigation de le stériliser. Pour limiter les risques de ravageurs et de maladies de ces deux familles de plantes, des cultures différentes sont cultivées tous les 3 ans (sésame et légumes). Le champ de légumes est divisé en 4 sous-parcelles : piment+gombo, choux+laitue, tomate+basilic et courgette+celéri. Ceci permet donc une production de légumes en saison pluvieuse. La rotation en zone II ne contient que des cultures ne nécessitant pas de retournement du sol pour la plantation et la récolte. Un travail minimal du sol est donc possible. Cette zone est cultivée en semis direct avec couverture végétale permanente (voir chapitre travail du sol). Le sol n'est jamais labouré et est toujours recouvert : soit par une culture vivante (stylosanthes, desmodium, niébé), soit par un paillage de la culture précédente (arachide/sorgo, sésame, légumes).

Zone de pâturage pour animaux (III) : 15'400 m² : Surface servant de pâturage pour les animaux, séparée en 4 parcelles clôturées (3'850 m²) et séparée par des haies de pois cajan. Les animaux pâturent sur une parcelle pendant que les autres parcelles sont protégées, de manière à ce que la végétation repousse. L'enclos des animaux (240 m²) contient une étable (120 m²) et une zone de sortie permanente autour de l'étable (120 m²). Des arbres sont plantés dans la zone d'exercice pour fournir de l'ombre aux animaux.

Zone d'agroforesterie (IV) : 3'000 m² : Dans cette zone, on cultive des arbres de différentes tailles pour optimiser l'espace et l'ombrage. Des arbres fourragers sont plantés pour nourrir les animaux, ainsi que des arbres fruitiers et des arbres dont on utilisera le bois. Au début, les arbres doivent être protégés des animaux. Une fois les arbres installés, on laisse les animaux pâturer à l'ombre des arbres et se nourrir sur ceux-ci. Une rotation de plantes annuelles est installée une fois le système mis en place.

Zone bâtie (V) : 1000 m² : Cabane pour stockage outils et semences, forage et château d'eau (15-20'000 L), pépinière, cabanon WC. La pépinière est utilisée pour la préparation des plants de légumes et des plants de fruitiers. Quelques arbres sont plantés sur cette surface pour fournir de l'ombre.

Haie vive productive (VI) : 1500 m² : Les haies servent à protéger les cultures du vent, des ravageurs et maladies. Elles sont plantées tout autour de la parcelle sur 1.5 m de large. Elles séparent également les zones I, II et III. Idéalement, elles sont plantées perpendiculairement à la pente en suivant les courbes de niveau (aménagement en courbes de niveau). Elles limitent de ce fait l'érosion du sol et contribuent à retenir l'eau dans les cultures tout en permettant l'eau s'infiltrant dans des horizons plus profonds du sol. Elles sont constituées principalement d'arbres fourragers légumineux et de quelques fruitiers.

3. Gestion de l'eau

Forage et irrigation : Un accès à de l'eau en quantité est important pour la productivité du système. Un forage avec pompe solaire et château d'eau sont donc construits dans la zone bâtie. Un deuxième réservoir est placé à côté de l'étable pour fournir l'abreuvoir en eau de manière constante. Un système d'irrigation goutte à goutte est installé sur les 4 parcelles du sous dispositif I.I. La culture 1.2 (carotte, oignon, pomme de terre) de la zone I.II est arrosée au tuyau. Les autres cultures de la zone I ne sont arrosées qu'en cas de nécessité à l'aide de tuyaux. Les cultures des zones II, III, IV et les haies ne sont jamais arrosées une fois le système installé. Les jeunes plants de ces zones doivent par contre être arrosés les 2 premières années.

Récupération de l'eau ruisselante : Des drains sont aménagés pour empêcher l'eau ruisselante d'emporter le sol de la parcelle. L'eau ruisselante est collectée grâce à ces drains dans une piscine, où les animaux peuvent s'abreuver, les canards nager et des poissons être élevés.

Culture dans des petits trous zaïs : Le maïs et le sorgho sont cultivés dans des petits trous zaïs. Des trous de 10 cm de profondeur et 15 cm de largeur sont creusés et remplis d'un mélange fumier-compost-sol. La terre restante forme des billons autour des trous pour que l'eau se concentre dans les trous. Les céréales sont ensuite semées en poquet dans les trous où les nutriments et l'eau sont concentrés. Les trous zaïs sont disposés en quinconce.

Culture sur billons cloisonnés : Certaines cultures (patate douce, pomme de terre, arachide) sont cultivées sur des billons de 30 à 40 cm de hauteur. L'eau est ainsi retenue aux pieds des billons et peut être puisée par les cultures se trouvant soit sur ou soit au pied du billon. Les cultures produisant sous terre sont systématiquement plantées sur les billons pour éviter le pourrissement des organes souterrains en cas de stagnation.

Culture sur planches d'hivernage et de contre saison : Alternativement, durant l'hivernage, les cultures sont plantées sur des planches surélevées pour éviter la stagnation de l'eau. Durant la saison sèche, les planches peuvent être creusées pour retenir l'eau aux pieds des cultures.

Aménagement en courbe de niveau : Des billons de grosse taille (50 cm de large, 40 cm de hauteur) sont créés sur les courbes de niveau dans les zones II et III. Ces billons sont créés sur les courbes de niveau chaque 80 cm vertical. De cette manière, plus la pente est raide plus ces billons seront nombreux. Des moringas sont plantés sur le billon chaque 3 m. Les billons des cultures suivent par la suite les courbes de niveau.

Variétés résistantes à la sécheresse : Il est important de choisir des variétés résistantes à la sécheresse, soit en utilisant des variétés améliorées (par exemple NERICA pour le riz), soit en utilisant des variétés locales parfaitement adaptées au climat (par exemple Nyù pour l'igname dans la région de Yako au Burkina Faso).

Cordons pierreux : Aux abords de la ferme, sur le bord extérieur de la haie, une barrière de pierre est construite pour retenir l'eau et limiter le ruissellement de surface. Un sillon de 15 cm de profondeur et de large est creusé et rempli de pierres jusqu'à une hauteur de 15 cm.

4. Travail du sol

Le retournement intensif du sol, de même que l'exposition du sol sans couverture, sont des pratiques néfastes responsables d'une dégradation de la fertilité du sol à travers une forte érosion et décomposition de la matière organique. Dès lors, le semis direct avec couverture végétale permanente est conseillé. En semis direct, le sol n'est travaillé que superficiellement et localement à l'endroit où sera planté la graine ou le planton, par exemple à l'emplacement des trous zaïs. A noter que ceci nécessite un sol sans croûte durcie. Une couverture permanente du sol, soit par une culture soit par un paillage déposé sur le sol, est donc essentielle pour prévenir la création de la croûte, tout en protégeant le sol de l'érosion.

En première année, la parcelle est défrichée à la machette, puis le sol labouré superficiellement. Une partie de la biomasse récoltée est déposée sur le sol pour le recouvrir, l'excédent sert de nourriture aux animaux. Ce procédé ne sera pas réalisé les années suivantes. En effet, la culture semée pendant la saison sèche sera fauchée au plus tard 1 mois avant le semis, si elle n'est pas morte durant la sécheresse. La biomasse est laissée sur le sol (les excédents nourrissent les animaux) et le semis se fait sous la couverture en ouvrant le sol localement à l'aide de daba ou de machettes. Pour la culture des tubercules et racines, un retournement de la terre à l'aide de daba est nécessaire, mais ne doit être effectué que localement. Le désherbage s'effectue en arrachant les plantes, sans déranger le sol, mis à part dans les cultures en buttes et billons, où la terre est ramenée pour consolider la butte.

Le paillage sous lequel sont semées les cultures sert également à mieux conserver l'humidité et donc à optimiser l'utilisation d'eau douce. Le paillage est à privilégier sur les cultures à faible couverture et/ou impliquant une forte perturbation du sol, ainsi que sur les cultures gourmandes en eau (légumes). Le paillage est déposé dans les trous Zaïs et entre les billons, afin de limiter l'évaporation de l'eau accumulée. Sur les cultures d'igname, le paillage est déposé sur le billon. Les excédents de paillage sont toujours utilisés comme fourrage. Le paillage de la culture précédente est systématiquement utilisé sur la culture suivante, après avoir prélevé la quantité nécessaire pour le fourrage ou la litière (paille de riz) des animaux. En cas de problèmes avec les termites, il est conseillé de limiter le paillage sec et de privilégier le paillage frais.

5. Gestion des nutriments

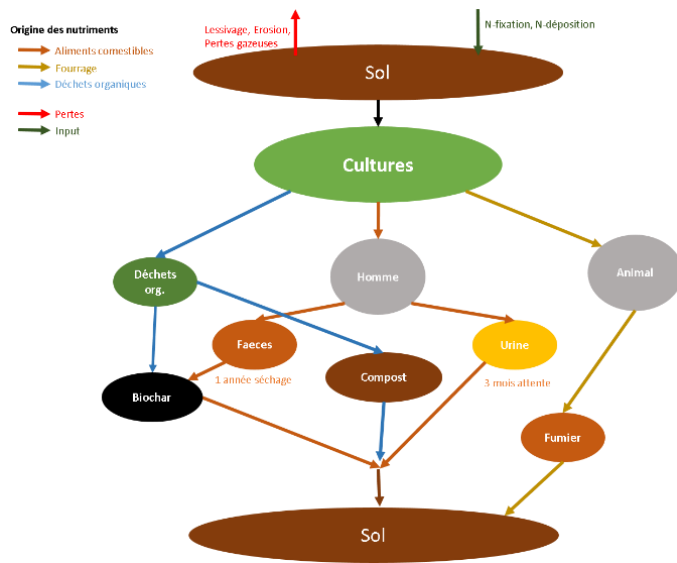


Figure 4: Cycle des nutriments dans l'agroécosystème

Gestion des excréments humains : L'urine et les fèces sont séparées dès le début, soit à l'aide de toilettes sèches à séparation d'urines, soit à l'aide de 2 toilettes séparées. Deux fosses à fèces sont nécessaires. Les fèces doivent être préservées de tout apport d'eau et des cendres doivent être appliquées après chaque utilisation. Quand une fosse est pleine, les fèces doivent y être séchées pour une durée minimale d'une année. Elles peuvent ensuite être appliquées dans la zone IV. Les urines sont collectées et stockées dans des jerrycans pendant 3 mois. Elles sont ensuite mélangées au compost pour améliorer sa teneur en nutriments.

Gestion des excréments animaux : Les animaux se trouvent soit dans les différentes zones de culture (I, II, principalement III, IV) soit dans leur zone d'exercice permanente suivant la saison et leur utilité dans les cultures. Quand ils se trouvent dans les cultures, leurs excréments sont répartis sur la parcelle si besoin est, mais ne sont pas ramassés. Dans leur étable et la zone d'exercice, un système de collecte est organisé. Le fumier est ensuite stocké dans une fosse en béton/briques étanche à l'abri de la pluie et recouverte d'une bâche pour limiter les contacts avec l'air, de façon à éviter les pertes de nutriments par lessivage ou volatilisation.

Gestion des déchets organiques : Les déchets organiques non comestibles, ni pour l'homme, ni pour l'animal, sont compostés avant d'être appliqué comme fumure. Les déchets organiques, tels rachis ou coque de noix, sont transformés en biochar. Les déchets boiseux peuvent aussi être transformés en biochar.

Fertilisation: Le compost et l'urine doivent être mélangé quelques semaines avant l'application. Ce mélange, ainsi que le fumier de ruminant sont amendés pendant la préparation du sol avant le semis en l'incorporant dans le sol pour limiter la volatilisation. Le fumier de poulet est appliqué à l'épiaison des céréales et à l'initiation des tubercules/racines/bulbes. Pour les autres légumes, le fumier de poulet est appliqué au pied des cultures en 3 amendements: 30% à la floraison, 50% à la fructification et 30% après la première récolte. Les détails pour la fertilisation de chaque culture spécifique sont donnés sur les tableaux (demande des cultures en nutriments + avis de fertilisation). Les conseils de fertilisation sont donnés en kg/ha pour l'ensemble des parcelles, ainsi qu'en g/m linéaire pour les légumes. Les quantités de fumure nécessaires sont 2'155 kg de compost, 5'540 kg de fumier caprin et ovin, 6'090 kg de fumier bovin, ainsi que 2'000 kg de fiente de poulet. Pour produire suffisamment de fumier pour l'ensemble de la récolte, on estime qu'il faut 20 moutons, 20 chèvres, 5 bœufs et 103 volailles. On estime que 80% des ruminants respectivement 90% des excréments de volaille peuvent être récoltés et utilisés. Les quantités restantes sont laissées sur le pâturage pour fertiliser ces parcelles. Les tableaux suivants résument les besoins annuels en fumier des différentes zones, ainsi que le nombre d'animaux nécessaires et la quantité de fumier qu'ils produisent. Le compost et l'urine sont utilisés comme fertilisation supplémentaire en plus des quantités nécessaires de fumier.

Tableau 1 : Nombre d'animaux par type, et quantité de fumure récoltable par type d'animaux.

	Type d'animal	Têtes	Fumure [kg]
Volailles	Poules	41	1235
	Poulets	62	1235
	Total	103	2470
Ruminants	Chèvres	20	2304
	Moutons	20	2621
	Bœufs	5	3019
	Total	45	7944

Tableau 2 : Quantité de fumure nécessaire pour les différentes zones de l'agroécosystème, en kg et en t/ha.

Besoin en fumure [kg]	I.I	I.II	II	IV	Total
Fumier de ruminants	1 689	2 430	3 771	54	7 944
Fiente de volailles	509	480	1 427	54	2 470
Besoin en fumure [t/ha]	I.I	I.II	II	IV	
Fumier de ruminants	5,0	7,1	3,0	0,2	15,3
Fiente de volailles	1,5	1,4	1,1	0,2	4,2

6. Contrôle des ravageurs et maladies

Haute Biodiversité : Le contrôle des maladies et des ravageurs dans cet agroécosystème se base sur une haute biodiversité, tant par un nombre maximum de variétés différentes de la même espèce, que par un nombre maximum d'espèces. Ceci devrait permettre la limitation de l'expansion des ravageurs par une discontinuité des ressources et par des effets répulsifs dans certains cas (voir ci-dessous). Une haute biodiversité favorise la présence d'insectes pollinisateurs ou auxiliaires (prédateurs ou parasitoïdes) qui se nourrissent des ravageurs et limitent de ce fait leurs populations. Cette approche diversifiée limite également les risques de récolte catastrophique, une mauvaise récolte d'une espèce pouvant être compensée par une bonne récolte d'une autre.

Bonne nutrition des plantes : Le sol est maintenu fertile avec des apports d'engrais organiques (voir gestion des nutriments), ce qui soutient la bonne santé des cultures et leur résistance aux ravageurs et maladies.

Rotation des cultures: Des cultures de différentes familles botaniques sont cultivées chaque année pour éviter la transmission de maladies et de ravageurs dans le temps.

Choix des semences : Dans l'idéal, des semences de variétés locales, connues pour résister aux maladies et aux ravageurs, sont utilisées. Si les variétés locales sont susceptibles aux maladies, des variétés résistantes provenant d'institut de recherche agronomique peuvent être utilisées. Les semences hybrides ne sont pas adéquates, car le système aspirant à être autonome, une partie de la production doit pouvoir être utilisée comme semence la deuxième année.

Traitement des semences : Tout d'abord, les semences tubercules doivent être choisies parmi des gros tubercules sans signe de pourriture, dégâts d'insecte ou nématodes. Les tubercules doivent être stockés à l'ombre et en hauteur (pas de contact avec le sol). Ensuite, les pièces de tubercules d'igname, ainsi que les boutures de patate douce sont traitées avec de la cendre. 150 g de cendres sont mélangées avec 8 L d'eau dans un seau, les tubercules et boutures sont alors trempés durant 10 minutes, puis séchés à l'ombre aérée.

Hygiène : Les fruits tombés au sol sont ramassés et compostés. Les plantes malades sont enlevées avant que la maladie ne se propage et sont rapidement brûlées.

Volailles : Les canards pâturent dans les parcelles, avant maturité des graines, pour combattre les ravageurs.

Plantes répulsives : Des plantes, sécrétant des molécules répulsives contre les ravageurs, sont utilisées (gingembre, piment, oignon, ail), en particulier en combinaison avec des plantes sensibles aux ravageurs, par exemple oignon comme compagnon de la carotte ou tagète en association avec les solanacées.

Plantes attractives et refuges : Des plantes à fleurs (hibiscus, gombo, amarante, tagète) sont utilisées pour attirer un maximum d'insectes différents dont des prédateurs des ravageurs de cultures. Des refuges (cordons pierreux, haies, paillage, haute biodiversité) favorisent également les populations d'auxiliaires.

Contrôle du striga dans les céréales : Le contrôle du striga se base tout d'abord sur un maintien de la fertilité du sol, limitant l'installation du striga dans le système. Des légumineuses sont toujours cultivées en association avec les céréales et devraient empêcher l'installation de l'herbe parasite. En cas d'infection des céréales par le striga, il faut remplacer les légumineuses à grains en association avec les céréales par des espèces *Desmodium*, qui provoquent une germination suicide du striga et l'empêche de s'installer sur les racines du maïs.

Contrôle de la pyrale et de la légionnaire d'automne dans les céréales : Le contrôle de la pyrale et de la chenille légionnaire d'automne dans les céréales (maïs, sorgho, mil, fonio) s'effectue grâce au système push-pull. Un sous-semis de *Desmodium* repousse les ravageurs et une rangée d'herbe de *Brachiaria* plantée autour du champ l'attire. Pour cette raison, les séparations des champs dans la zone II sont des rangées de *brachiaria*. En cas d'absence de ravageur, le *Desmodium* peut être remplacé par une légumineuse à grains. En cas d'infection, toutes les légumineuses en association avec les céréales doivent être remplacées par le *Desmodium*.

Contrôle des termites : Les termitières visibles sur le champ sont détruites mécaniquement. La reine est localisée et tuée. La terre amassée par les termites est riche en argile et peut être répartie sur les parcelles pour en améliorer la fertilité. Les plantes doivent être maintenues en bonne santé par une bonne fertilité du sol. Le stress hydrique sur les cultures sensibles (maïs, arachide) doit être évité. Les termites préfèrent les cultures sèches. En cas de forte présence de termites, le sorgho et le mil doivent être préférés au maïs, et le pois bambara et le niébé à l'arachide. Un paillage doit être appliqué sur les cultures infectées de termites. Ce paillage va fournir une nourriture alternative aux insectes et limiter les dégâts sur les cultures. Toutefois, il peut aussi soutenir le développement des termites et empirer l'infection. L'évolution de la population des insectes doit donc être observée régulièrement et la pratique de paillage réduite si elle se révèle contre-productive. Les arbres doivent être taillés soigneusement (coupure droite et sèche), les blessures sur les arbres doivent être soignées pour éviter l'entrée des termites.

Contrôle des nématodes et des maladies terricoles : Au sein de la rotation, un semis de radis est effectué. La décomposition des racines du radis va tuer certains nématodes et maladies terricoles par un processus de biofumigation.

Contrôle des virus dans les plantes tubercules : La sélection des moyens de reproduction se fait parmi les plantes ne montrant aucun signe d'infection virale. Si les variétés locales sont lourdement infectées de virus, des variétés issues d'institut de recherche agronomique doivent être utilisées. Une inspection des signes de virus doit s'effectuer une fois par semaine pendant les 2 premiers mois de culture. Les plantes d'igname et de pomme de terre montrant des signes d'infection virale doivent être immédiatement tuées et brûlées. Elles peuvent être remplacées par d'autres cultures. Si des signes d'infection virale apparaissent plus tardivement, la plante peut être conservée mais doit être marquée convenablement pour ne pas l'utiliser et éviter une propagation d'infection virale la saison suivante.

Contrôle des oiseaux et des mammifères : Des pièges pour rongeurs (ex. souricière) sont installés aux abords des parcelles. A l'épiaison des graminées, des épouvantails sont installés pour éloigner les oiseaux. Une vigilance accrue est nécessaire à cette période et les graines doivent être récoltées le plus rapidement possible.

Traitement en cas d'infection

Pièges pour insecte : En cas d'épidémies de ravageurs, des pièges à insectes sont installés autour des cultures infectées. Il peut s'agir soit de bouteilles en PET contenant une boisson sucrée, soit de pièges collants à l'aide de papaye ou banane écrasée.

Traitements : En cas de dégâts de ravageurs, on traite avec des macérations naturelles 1 x par semaine. Utiliser 3 fois un traitement, puis changer de traitement. Si le traitement n'est pas efficace, essayer directement un autre traitement.

Macération ail : Piler des gousses d'ail. Mélanger 2 cuillères à soupe de poudre d'ail avec 10 L d'eau. Laisser macérer 12 h. Mélanger 1 L de macération d'ail avec 2 L d'eau savonneuse (3 bouchons de savon + 4 L d'eau). Pulvériser 1 L sur 10 m² de culture. Efficace contre pucerons, acariens et mouches.

Macération piment : Identique à l'ail en utilisant le piment broyé. Efficace contre insectes suceurs et piqueurs, chenilles, grillons et criquets.

Macération tomate : Broyer et laisser macérer 200 g de feuilles dans 1 L d'eau durant 12 h. Filtrer et ajouter 1 mL de savon. Pulvériser 3 L par m². Efficace contre insectes et maladies fongiques.

Macération papaye : Piler 1 kg de feuilles de papaye et mélanger avec 10 L d'eau. Ajouter un peu d'argile, fermer le récipient en laissant une entrée d'air. Laisser fermenter 15 jours puis filtrer. Pulvériser 1 L par 10 m². Efficace contre maladies fongiques (oïdium et rouille)

Macération tagète : Faire macérer les fleurs et feuilles de tagète. A utiliser principalement contre les mouches blanches, les noctuelles et les cicadelles.

Macération de feuilles de neem : 3 kg de feuilles de neem pilées + 10 L d'eau + 30 g de savon, laisser macérer 24h. Filtrer puis pulvériser sur les feuilles. Le résidu des feuilles est appliqué aux pieds des cultures comme engrais et nématicide.

Huile de neem : Broyer 2.5 kg de grains de neem. Laisser macérer 12h dans 10 L d'eau, puis filtrer. Mélanger avec 5 L d'eau savonneuse et pulvériser. A utiliser en cas d'échec des autres traitements.

Poudre de neem : Broyer écorces et graines de neems, mélanger avec de l'eau et laisser infuser 1 jour. Ajouter du savon puis appliquer 2 l par pied d'arbre ou par m². A utiliser contre les ravageurs dans le sol comme les termites, particulièrement pour protéger les jeunes d'arbres et parfois les cultures.

Lait : A utiliser pour traiter l'oïdium sur les légumes. Mélange 50% lait / 50% eau pour traiter les plantes infectées, 20 % lait / 80 % eau pour traiter les plantes environnantes en préventif.

Cocktail : Il est également possible de combiner les différents ingrédients pour avoir un effet plus large. Par exemple, 1 kilo de chaque ingrédient ail gingembre piment feuilles de neem ou de papaye écrasée a macérer dans 20 l durant une semaine. Arroser ou pulvériser 1 l du produit dans 15 l d'eau.

7. Pratiques culturales

7.1. Zone I : cultures maraichères et tubercules.

Séparation des parcelles

La séparation entre les parcelles se fait avec une double rangée d'ananas. La distance entre les rangées est de 1 m, la distance sur la ligne de 30 cm. Les ananas permettent de limiter l'érosion. L'espace entre les rangées sert de chemin.

Pépinières

Les plants sont préparés dans une pépinière rustique, construite avec des piquets de 0.5 m – 1 m pour faire tenir des filets anti-insectes pour protéger les cultures. La taille des structures dépend de la taille des filets. Un cordon pierreux est construit autour de la structure pour empêcher l'entrée des rongeurs. Le semis se fait dans des lits préparés en mélangeant du sol (70%) avec du fumier (30%). Les pépinières sont installées dans la zone bâtie. Des plants sont constamment semés, élevés puis transplantés, de manière à ce que la production des différents légumes soit répartie sur une longue durée. Les semis directs et la transplantation se font au même moment. Les plants à préparer en pépinière doivent donc être initiés 2 à 4 semaines avant le début du champ.



7.1.1. Sous dispositif I.I : cultures maraichères.

Travail du sol

Les parcelles de la sous-zone I.I sont superficiellement labourées à la main chaque année (10 cm de profondeur). Pour la majorité des cultures, des planches surélevées de 10 à 20 cm de haut et 1 m de large sont créées. Les planches traversent toute la parcelle en longueur. Pour certaines cultures, le semis est réalisé directement en poquets ou en ligne. Le tableau 3 indique le type de préparation spécifique pour chaque culture. La fertilisation de base est appliquée sur les planches avant la plantation. Des engrais supplémentaires sont appliqués aux pieds des cultures. Pendant la saison sèche, les légumes sont transplantés dans de petits trous zaï creusés dans les lits surélevés. Le fumier et l'eau sont ainsi concentrés dans ces trous.

Fertilisation

Tableau 3 : Quantité de fumier à appliquer pour chaque culture du sou-dispositif I.I. La quantité est donnée en kg / parcelle et en g / m-lin sur la ligne. La première valeur est utilisée pour connaître la quantité nécessaire pour la parcelle, la seconde est utilisée lors de l'application. Les cultures non présentées ici ne sont pas fertilisées spécifiquement.

Culture	Code	Espèce	Apport fertilisant par champ [kg]				Apport fertilisant par ligne [g/m-lin]				
			Fumier rumin	Fiente de Volailles			Fumier rumin	Fiente de Volailles			Total
			Semis	Floraison	Fructification	1ère récolte	Semis	Floraison	Fructification	1ère récolte	
1,1	Mais		653	0	118	0	408	0	74	0	482
1,3	Oignon		379	0	0	0	190	0	0	0	190
1,3	Carotte		311	0	0	0	156	0	0	0	156
2,2	Poivron		166	36	60	24	208	45	75	30	357
2,2	Aubergine		185	40	67	27	231	50	83	33	397
3,2	Betterave		681	0	0	0	170	0	0	0	170
4,1	Tomate		379	82	137	55	237	51	85	34	408
4,2	Courgette		82	13	13	0	204	32	32	0	267
4,2	Laitue		111	0	0	0	167	0	0	0	167
4,2	Chou		150	46	0	0	299	92	0	0	392
4,2	Concombre		102	16	16	0	255	39	39	0	334
	Total besoin		1689	196	231	81					

Informations sur les cultures : durée, préparation du sol, espacement, quantité de semis

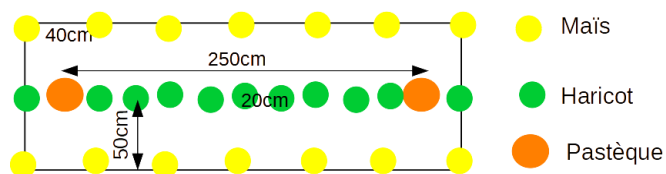
Tableau 4 : Informations sur les cultures pour les différentes cultures de la sous-zone I.I. Les cultures colorées ensemble sont associées. La préparation du sol est indiquée comme suit : LS = Lits surélevés, Bi (x,y) = Billons (Distance entre les billons, hauteur), Bu (x,y) = Buttes, aucun = semis/transplantation effectué dans le champ tel qu'il est après la culture précédente. Le type de semis est indiqué comme suit : P(x,y) = Poquet (graines par poquet, nombre de plants à garder après démariage), TP = Transplantation, L = Semis en ligne, V = Semis à la volée

Espèce				Durée [semaines]			Sarclage [SAP]	Prep Sol	Semis				Plantons Nb	Espacement [cm]		Densité [plante/ha]
Code	Nom	Famille	Pause rot.	Pep.	Non-prod	Prod			Type	Prof [cm]	[kg/ha]	par par. [g]		Sur ligne	Entre ligne	
1,1	Maïs	Poaceae	3/5	0	9-13	1	3,5,7	Aucun	P(3-1)	3-4	25	2000	0	40	100	25 000
1,1	Haricot	Fabaceae	3/4	0	4-5	3-4	3,5,7	Aucun	P(1-1)	1-2	7	560	0	20	100	50 000
1,1	Pastèque	Cucurbitaceae	5/7	0	6-7	2-3	3,5,7	Aucun	P(2-1)	1-2	2,5	200	0	100	100	10 000
1,2	Crotalaria	Fabaceae	-	0	6-8	0	0	Aucun	V	0	4	320	0	-	-	-
1,3	Oignon	Alliaceae	5/7	3	10	2	Ch. 2	LS	TP	0.5	2	112	9 333	10	60	166 667
1,3	Carotte	Apiaceae	4/7	0	10	2	Ch. 2	LS	L	0.5	2	112	0	3	60	555 556
2,1	Mucuna	Fabaceae	-	0	10	2	3,5,7	Aucun	P (1-1)	2	20	1600	0	30	30	111 111
2,2	Poivron	Solanaceae	4/7	3	8	6	Ch. 2	LS	TP	1-2	0,25	14	1 120	50	100	20 000
2,2	Aubergine	Solanaceae	4/7	3	8	6	Ch. 2	LS	TP	1-2	0,25	14	1 120	50	100	20 000
2,2	Herbes arom.	Differentes	-	3	4	2-3	Ch. 2	LS	TP	0.5-1	0,25	14	2 240	50	50	40 000
3,1	Gombo	Malvaceae	4/7	0	4-6	4-6	3	Aucun	P(2)	2	4	320	0	30	50	66 667
3,2	Betterave	Chenopodiaceae	4/7	3	10	2	Ch. 2	LS	TP	2	6	336	6 222	15	60	111 111
3,3	Crotalaria	Fabaceae	-	0	6-8	0	0	Aucun	V	0	4	320	0	-	-	-
4,1	Tomate	Solanaceae	4/7	3	8	6	Ch. 2	LS	TP	1-2	0,25	14	2 240	50	50	40 000
4,1	Tagète	Asteraceae	4/7	3	4	2-3	Ch. 2	LS	P (2-1)	0.5-1	0,4	22	0	50	50	40 000
4,2	Courgette	Cucurbitaceae	5/7	2	4-5	4-5	Ch. 2	LS	TP	1-2	0,4	6	875	40	40	62 500
4,2	Laitue	Asteraceae	4/7	3	6	2	Ch. 2	LS	TP	0.5	0,3	17	4 667	20	60	83 333
4,2	Chou	Brassicaceae	4/7	3	10	2	Ch. 2	LS	TP	1	0,3	17	2 333	40	60	41 667
4,2	Concombre	Cucurbitaceae	5/7	2	4-5	4-5	Ch. 2	LS	TP	1-2	0,4	6	875	40	40	62 500

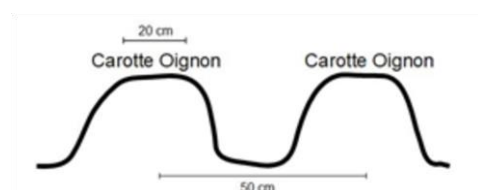
Schémas de plantation

Tous les schémas d'association des cultures sont présentés ici. Lorsqu'une seule culture est cultivée, on suppose que les informations sur l'espacement sont suffisantes.

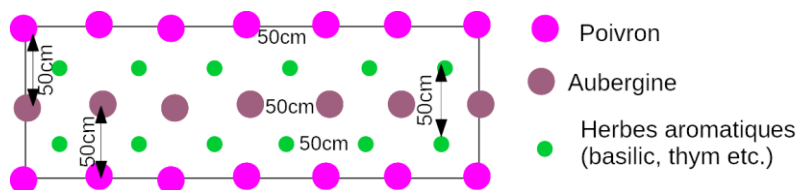
Culture 1.1 : Maïs, Haricot et Pastèque



Cultures 1.3: Carotte et Oignon



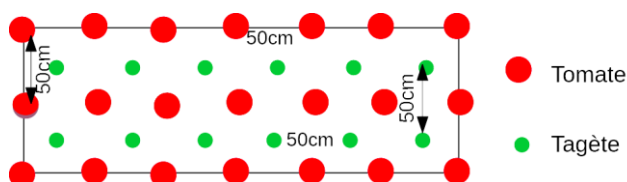
Cultures 2.2 : Poivron, Aubergine et Herbes aromatique



Cultures 3.3 : Crotalaria

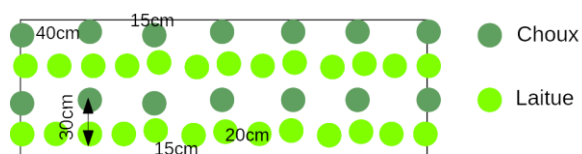
Le crotalaria est semé à la volée. Juste avant la floraison (après 2 mois), il est coupé et directement incorporé dans le sol (max 5 minutes), afin de permettre la biofumigation (tuer les maladies transmises par le sol, les nématodes et les ravageurs).

Cultures 4.1 : Tomate et Tagète



Cultures 4.2 : Courgette, Chou, Laitue et Concombre

Alternier 2 planches de chou-laitue avec une de courgette, puis une de concombre.



7.1.2. Sous dispositif I.II : cultures tubercules en semi-agroforesterie.

Installation des plantes pérennes : pois cajans et moringas

Les pérennes sont plantés à un espacement de 6 m x 6 m en alternant des moringas avec des pois cajans. Le semis du pois cajan s'effectue directement au champ (3 graines par poquet).

Travail du sol

Les parcelles du sous-dispositif I.II sont superficiellement labourées à la main chaque année (10 cm de profondeur). Des billons ou buttes sont alors créées. Pour les pommes de terre, des billons de 30 cm de haut sont construites avec une distance de 40 cm entre les billons. Pour la patate douce, les billons mesurent 40 cm de haut et 70 cm de distance. Pour l'igname, des buttes de 50 cm sont construites à un espacement de 1m x 1m. Pour le stylosanthes ou pour le maïs, aucune préparation spécifique du sol n'est faite.

Fertilisation

Tableau 5 : Quantité de fumier à appliquer pour chaque culture du sou-dispositif I.II. La quantité est donnée en kg / parcelle et en g / m-lin sur la ligne. La première valeur est utilisée pour connaître la quantité nécessaire pour la parcelle, la seconde est utilisée lors de l'application. Les cultures non présentées ici ne sont pas fertilisées spécifiquement.

Apport fertilisant par champ [kg]				Apport fertilisant par ligne [g/m-lin]				
Fumier rumin		Fiente de Volailles		Fumier rumin		Fiente de Volailles		
Semis	Floraison	Fructification	1ère récolte	Semis	Floraison	Fructification	1ère récolte	Total
653	0	118	0	408	0	74	0	482
82	13	13	0	255	39	39	0	334
190	0	0	0	190	0	0	0	190
156	0	0	0	156	0	0	0	156
316	0	97	32	316	0	97	32	445
871	0	157	0	327	0	59	0	385
163	25	25	0	255	39	39	0	334
2430	38	410	32					

Informations sur les cultures : durée, préparation du sol, espacement, quantité de semis

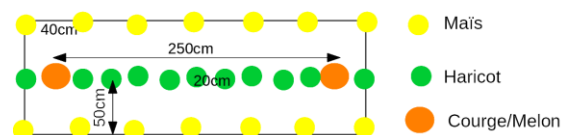
Tableau 6 : Informations sur les cultures pour les différentes cultures de la sous-zone I.II. Les cultures colorées ensemble sont associées. La préparation du sol est indiquée comme suit : Bi (x;y) = Billons (Distance entre les billons, hauteur), Bu (x,y) = Buttes, aucun = semis/transplantation effectué dans le champ tel quel après la culture précédente. Le type de semis est indiqué comme suit : P(x,y) = Poquet (graines par poquet, nombre de plants à garder après démariage), L = Semis en ligne, V = Semis à la volée, Tu = Tubercules, B = Boutures

Espèce				Durée [semaines]			Sarclage [SAP]	Prep Sol	Semis				Plantons Nb	Espacement [cm]		Densité [plante/ha]
Code	Nom	Famille	Pause rot.	Pep.	Non-prod	Prod			Type	Prof [cm]	[kg/ha]	par par. [g]		Sur ligne	Entre ligne	
Per.	Moringa	Leg.	-	0	40	150-200	Aucun	Aucun	P(2-1)	2-3	-	-	56	1200	600	139
Per.	Pois cajan	Leg.	-	0	40	150-200	Aucun	Aucun	P(2-1)	2-3	-	-	56	1200	600	139
1,1	Maïs	Poaceae	3/5	0	9-13	1	3,5,7	Z	P(3-1)	3-4	25	2000	0	40	100	25 000
1,1	Haricot	Fabaceae	3/4	0	4-5	3-4	3,5,7	Aucun	P(1-1)	1-2	7	560	0	20	100	50 000
1,1	Melon	Cucurbitaceae	5/7	2	4-5	2-3	3,5,7	Aucun	TP	1-2	1,2	96	320	250	100	4 000
1,2	Oignon	Alliaceae	5/7	3	10	2	Ch. 2	LS	TP	0.5	2	112	9 333	10	60	166 667
1,2	Carotte	Apiaceae	4/7	0	10	2	Ch. 2	LS	L	0.5	2	112	0	3	60	555 556
1,2	Pomme de terre	Solan.	4/7	0	5-7	2	3,5,7	Bi(40,30)	P(1-1)	10	1 500	120 000	0	30	40	83 333
2,1	Stylosanthes	Leg.	1/2	0	24	24	3,5,7	Aucun	V	0	6	480	0	-	-	-
3,1	Igname	Dioscir.	3/4	0	28	3-4	3,5,12,18	Bu(100,50)	Tu	30	600	48 000	800	100	100	10 000
3,1	Melon	Cucurbitaceae	5/7	2	4-5	2-3	3,5,7	Aucun	TP	1-2	1,2	96	320	250	100	4 000
3,2	Brachiaria	Poaceae	3/5	0	4	4-12	0	Aucun	V		8	640	0	-	-	-
4,1	Patate douce	Convov.	1/2	0	16-24	4-12	2	Bi(70,40)	B	-	-	-	2 857	40	70	35 714

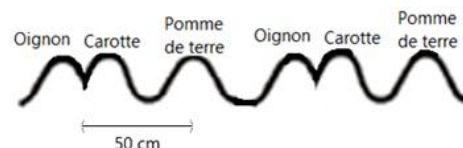
Schémas de plantation

Tous les schémas d'association des cultures de la zone sont présentés ici. Lorsqu'une seule culture est cultivée, on suppose que les informations sur l'espacement sont suffisantes.

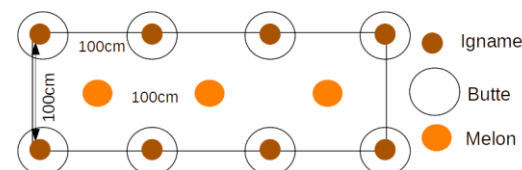
Cultures 1.1 : Maïs, Haricot et Melon



Culture 1.2 : Oignon, Carotte et P.d.t.



Culture 3.1 : Igname et Melon



7.2. Zone II : zone de grandes cultures

Installation du brachiaria ou du pennisetum

Comme expliqué dans le chapitre « contrôle des ravageurs et maladies », le brachiaria sert à attirer les ravageurs des céréales en dehors de la culture principale. Une double rangée est semée entre les parcelles, une simple rangée aux pieds des haies sur les côtés des parcelles. La distance sur la ligne est de 40 cm. Semer soit plusieurs graines soit une bouture par poquet. Les premières lignes de maïs ou de sorgo doivent commencer à 1 m au minimum du brachiaria. Si la pluviométrie est suffisante, le pennisetum peut être cultivé à la place du brachiaria.

Préparation de la parcelle

Sauf la première année où toute la zone est labourée, le semis direct est pratiqué dans cette zone, comme expliqué dans le chapitre « Gestion du sol ». La zone doit rester recouverte de paille pendant la saison sèche. L'ameublissement du sol peut être effectué à l'aide de sous-soleuse ou de grelinette.

Fertilisation

Tableau 7 : Quantité de fumier à appliquer pour chaque culture de la zone II. La quantité est donnée en kg / parcelle et en t / ha. Les cultures non présentées ici ne sont pas fertilisées spécifiquement.

Culture		Apport fertilisant [t/ha]		Apport fertilisant par champ[kg]	
Code	Espèce	Fumier rumin	Fiente de Volailles	Fumier rumin	Fiente de Volailles
		Semis	Floraison/Epiaison	Semis	Floraison/Epiaison
1,1	Riz	5,4	1,7	1089	336
2,1	Sorgo	6,2	1,1	617	111
2,1	Arachide	4,0	3,9	402	387
3,1	Bissap	5,2	1,6	1034	319
4,1	Maïs	7,1	2,2	1429	441
5,1	Piment	7,5	2,3	187	58
5,2	Laitue	3,9	1,2	97	30
5,2	Chou	7,5	2,3	187	58
5,3	Tomate	6,6	2,0	332	102
5,4	Courgette	4,1	1,3	102	32
	Total besoin	2,9	1,1	3771	1427

Durée, préparation du sol, espacement, quantité de semis

Tableau 8 : Informations sur les cultures pour les différentes cultures de la zone II. Les cultures colorées ensemble sont associées. La préparation du sol est indiquée comme suit : AS = Ameublissement du sol avec sous-soleuse ou grelinette. Le type de semis est indiqué comme suit : P(x,y) = Poquet (graines par poquet, nombre de plants à garder après démariage), L = Semis en ligne, V = Semis à la volée.

Code	Espèce	Famille	Pause Rot.	Durée culture [S]	Sarclage [SAP]	Prep Sol	Semis Type	Prof [cm]	Dens. [kg/ha]	par parc [kg]	Espacement[cm]		Densité [plante/ha]
											Sur l.	Entre l.	
1,1	Riz	Gram.	2/3	12	3,5,9	AS	P(4,4)	2-4	20	4,0	20	20	250 000
1,2	Stylosanthes	Leg.	1/2	48	3,5,9	AS	V	0	2	0,4	20	20	250 000
2,1	Sorgo	Gram.	3/4	12-14	-	Z	P(8-3)	4-5	45	9,0	50	40	50 000
2,1	Arachide	Leg.	3/4	10-12	3,5,7	AS	L	2-3	40	8,0	20	20	250 000
3,1	Bissap	Malvaceae	-	16	3,5,9,13	AS	P(2-1)	2-3	5	1,0	40	80	31 250
4,1	Maïs	Gram.	1/2	12-16	3,5,7	Z	P(4-2)	3-4	60	12,0	40	75	33 333
4,1	Desmodium	Leg.	3/5	96	3,5,7	AS	L	1-2	5	1,0	2	75	666 667
5,1	Piment	Solan.	4/7	10-12	3,5,9	Aucun	P(3)	1	4	0,2	50	50	40 000
5,1	Gombo	Malvaceae	4/7	10-12	3,5,9	Aucun	P(2)	2	4	0,2	30	50	66 667
5,2	Laitue	Asteraceae	4/7	10-12	Ch. 2	LS	TP	0,5	0,3	0,015	20	60	83333
5,2	Chou	Brassicaceae	4/7	13-15	Ch. 2	LS	TP	1	0,3	0,015	40	60	41666
5,3	Tomate	Solanaceae	4/7	16-18	Ch. 2	LS	TP	1-2	0,25	0,0	50	50	40 000
5,3	Herbes arom.	Differentes	-	9-11	Ch. 2	LS	TP	0,5-1	0,25	0,0	50	50	40 000
5,4	Courgette	Cucurbitaceae	5/7	10-12	Ch. 2	LS	TP	1-2	0,4	0,0	40	40	62 500
5,4	Céleri	Apiaceae	1/2	15	Ch. 2	LS	TP	0,5	0,1	0,0	40	40	62 500
6,1	Niébé	Leg.	3/4	8-10	3,5	AS	P(1-1)	2-3	22	4,4	15	50	133 333

7.3. Zone III : pâturage des animaux

Il est estimé que le système peut soutenir environ 20 chèvres, 20 moutons, 5 bœufs, 41 poules, 62 poulets, 10 canards et 5 oies. Cette estimation est très aléatoire et le nombre doit être adapté après les premières années. La surface pour les animaux (15'640 m²) est composée d'une étable de 120 m² avec autour une zone de sortie permanente de 120 m², ainsi que d'une zone de pâturage de 15'400 m². Une clôture barbelée est établie tout autour de la zone pour empêcher la divagation des animaux.

Logement des animaux: L'étable des ruminants doit fournir de l'ombre et une protection contre la pluie. Un mur de 1 m de hauteur suffit pour empêcher les animaux de sortir. Les mangeoires doivent être accessibles seulement par la tête des animaux, afin d'éviter de retrouver des excréments dans l'aliment. Un accès à l'eau potable est également essentiel. Le poulailler doit être fermé avec une clôture (entre le mur et le toit) pour éviter que les volailles ne sortent ou que des animaux sauvages n'entrent. Les poules pondeuses doivent avoir des perchoirs et des nichoirs. Le sol des étables doit être en béton pour permettre une bonne hygiène et une collecte facile du fumier. Les étables doivent donner accès à des pâturages permanents.

Tableau 9 : Espace nécessaire à l'intérieur et à l'extérieur pour chaque type d'animaux.

Animaux	Nombre	Espace int. / tête [m2]	Esp. ext. / tête [m2]	E. int. [m2]	E. ext. [m2]
Bœufs	5	3	5	15	25
Chèvres	20	1	2	20	40
Moutons	20	1	2	20	40
Poules	41	0.25	0.5	10	20,5
Poulets	62	0,05	0,1	3.1	6.2
Canards	10	0.5	1	5	10
Oies	10	0.5	1	5	10

Installation des animaux : Au départ, 8 chevreaux (max 2 mâles), 8 agneaux (max 2 mâles) et 3 bœufs (max 1 mâle) sont achetés. 20 jeunes poules pondeuses et 3 coqs sont achetés, ainsi que deux couples d'oies et de canards. Laisser les troupeaux se reproduire jusqu'à atteindre la population souhaitée, en prenant soin d'avoir assez de fourrage pour les soutenir.

Production : Le mâle est laissé toute la journée et la nuit dans le troupeau pour assurer une fécondation des femelles. Les chèvres malades ou venant de mettre bas sont séparées du troupeau (dans un enclos d'isolement la nuit) pour éviter une fécondation au mauvais moment. Au début, certaines chèvres peuvent être séparées pour répartir la production d'agneaux et chevreaux sur l'année. Les petits animaux sont abattus à partir d'un poids de 30 kg suivant le besoin. Les animaux en mauvaise santé ou dépassant l'âge de 5 ans peuvent être remplacés par des jeunes plus robustes. Un échange des mâles avec des animaux d'un autre troupeau est nécessaire à ce moment.

Les poules sont utilisées pour la production d'œufs. Si leur production diminue, elles doivent être abattues et remplacées par des jeunes poules. Pour ceci, on laisse une poule couvrir ses œufs fécondés 2 fois par année. Les jeunes mâles sont mangés comme poulet quand ils atteignent leur taille adulte.

Zone de pâturage : Trois haies de pois cajan sont semées pour séparer la zone de pâturage en 4 champs de 3'850 m². Les haies sont placées de façon à ce que les animaux aient accès à l'étable depuis chaque champ. Le pois cajan est semé à une distance de 30 cm sur la ligne. Les animaux ne doivent pas être introduits avant que la haie soit suffisamment grande. Elle permettra d'empêcher la divagation entre les parcelles et fournira un fourrage supplémentaire.

On commence par labourer les 4 champs, puis l'on sème à la volée un mélange de fourrage. Pour une parcelle de 3'850 m², on sème 640 g de *Brachiaria ruziziensis*, 256 g de *Pennisetum pedicellatum*, 385 g de *Andropogon gayanus*, 3'080 g de *Mucuna pruriens*, 513 g de *Stylosanthes guianensis*, ainsi que 642 g de *Alizicarpus ovalifolia*. On peut remplacer ces espèces par d'autres graminées et légumineuses.

Des arbres (9 manguiers, 18 papayers, 20 moringas, 20 gliricidias, 15 acacias, 6 sesbanias) sont plantés pour fournir de l'ombre aux animaux. Les jeunes arbres doivent être protégés des animaux avant d'atteindre une taille suffisante. Par la suite, il est nécessaire de contrôler les dégâts des chèvres et de continuer la protection des troncs si nécessaire.

Les animaux commencent à paître sur une des parcelles. Une fois que tout a été brouté, les animaux sont envoyés sur la parcelle suivante. La première parcelle est laissée sans pâturage jusqu'à ce que la végétation ait repoussé. Il ne faut pas envoyer les animaux sur une parcelle dont la végétation n'a pas entièrement repoussé. Il ne faut pas laisser trop longtemps les animaux sur une même parcelle pour éviter qu'ils ne tuent les plantes, particulièrement en saison sèche. Si aucune parcelle n'est propice à un certain moment, on laisse les animaux dans l'enclos et on les nourrit avec du fourrage pendant la période nécessaire. Il faut laisser les animaux suffisamment longtemps pour éviter une consommation sélective des espèces amenant à des problèmes d'enherbement et une prairie de mauvaise qualité. Régulièrement, on prélève les semences des différentes espèces. Après 3-4 ans, on resème les légumineuses sans travail du sol. Une fois la zone III installée, les animaux peuvent également y paître selon le même principe.

Tableau 10 : Liste des plantes fourragères pouvant être utilisées pour la zone III. La quantité de semence en monoculture (seul) est donnée en kg / ha ou en boutures / ha, ainsi que la quantité nécessaire pour semer dans un mélange de 5 légumineuses et 5 graminées. La quantité pour la totalité de la zone III est également donnée. Si plus ou moins d'espèces que 5+5 sont utilisées, il faut adapter la quantité en fonction.

Famille	Nom commun	Nom latin	[Unité]	Seul [/ha]	Mélange [/ha]	Quantité nécessaire
Gram.	Andropogon	<i>Andropogon gayanus</i>	bout.	10000	2000	1270
Gram.	Brachiaria	<i>B. ruziziensis</i>	kg	8	1,6	1
Gram.	Herbe éléphant	<i>Pennisetum purpureum</i>	bout.	10000	2000	1270
Gram.	Panicum	<i>Panicum maximum</i>	bout.	10000	2000	1270
Gram.	Pennisetum	<i>Pennisetum ruziziensis</i>	bout.	10000	2000	1270
Gram.	Sorgho	<i>Sorghum bicolor</i>	kg	8	1,6	1
Legum.	Alizicarpus	<i>Alizicarpus ovalifolia</i>	kg	6	1,2	0,7
Legum.	Niébé	<i>Vigna unguiculata</i>	kg	10	2	1,2
Legum.	Desmodium	<i>D. intortum</i> , <i>D. uncinatum</i>	kg	2	0,4	0,2
Legum.	Lablab	<i>Lablab purpureus</i>	kg	15	3	1,9
Legum.	Mucuna	<i>Mucuna pruriens</i>	kg	40	8	5
	Arachide					
Legum.	perenne	<i>Neonotonia wightii</i>	kg	2	0,4	0,2
Legum.	Pois cajan	<i>Cajanus cajan</i>	kg	16	3,2	2
Legum.	Stylosanthes	<i>S. guianensis</i> , <i>S. hamata</i>	kg	6	1,2	0,7

Les animaux commencent à paître sur une des parcelles. Une fois que tout a été brouté, les animaux sont envoyés sur la parcelle suivante. La première parcelle est laissée sans pâturage jusqu'à ce que la végétation ait repoussé. Il ne faut pas envoyer les animaux sur une parcelle dont la végétation n'a pas entièrement repoussé. Il ne faut pas laisser trop longtemps les animaux sur une même parcelle pour éviter qu'ils ne tuent les plantes, particulièrement en saison sèche. Si aucune parcelle n'est propice à un certain moment, on laisse les animaux dans l'enclos et on les nourrit avec du fourrage pendant la période nécessaire. Il faut laisser les animaux suffisamment longtemps pour éviter une consommation sélective des espèces amenant à des problèmes d'enherbement et une prairie de mauvaise qualité. Régulièrement, on prélève les semences des différentes espèces. Après 3-4 ans, on resème les légumineuses sans travail du sol. Une fois la zone IV installée, les animaux peuvent également y paître selon le même principe.

Divagation : Les chèvres, moutons, vaches et poules se situent principalement dans leur étable et alternent entre les 4 champs de l'enclos. Quand une parcelle des zones I, II et IV est laissée en jachère, les animaux peuvent y paître, principalement dans l'agroforesterie (IV). Une semaine avant le semis d'une culture, les animaux sont envoyés sur la parcelle pour déparasiter, désherber, fertiliser et ameublir le sol. Ils se nourrissent de ce fait des restes de la culture précédente ou de l'engrais vert. En cas d'invasion de ravageurs, les poules sont envoyées sur la parcelle infectée, mais doivent être gardées sous surveillance car elles peuvent endommager les cultures. Les canards peuvent divaguer en tout temps sur la totalité de l'agroécosystème. Ils contribuent à lutter contre les ravageurs et n'endommagent que très peu les cultures.

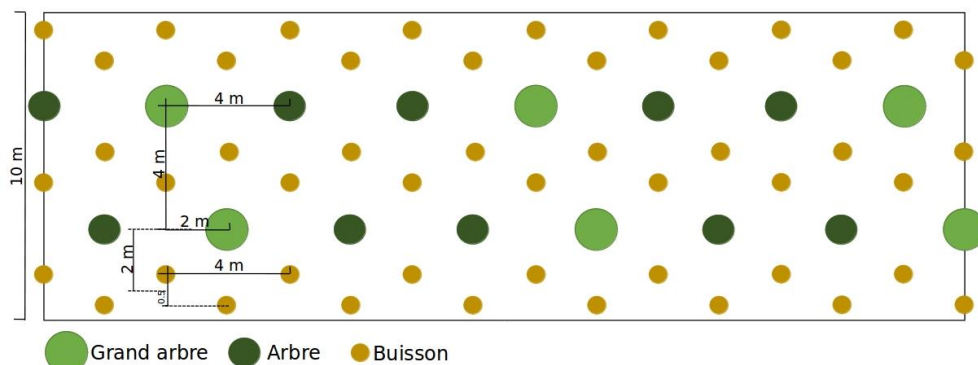
Nutrition : En plus du pâturage mentionné ci-dessus, du fourrage est produit par le système. Les déchets de la cuisine sont donnés aux volailles et la production de paille et de feuilles (gliricidia, sesbania, pois cajan, mucuna, patate douce, céréales, desmodium, brachiaria et haricot) aux chèvres et moutons. Une partie doit être séchée en foin pour nourrir les animaux en saison sèche. Les fruits du moringa, des arbres légumineux et les pois cajans sont donnés comme appoint énergétique et protéiné. Un supplément de maïs est envisageable. Pour les ruminants, l'apport de fourrage grossier se fait deux fois par jour, l'apport protéiné seulement le matin. Quand les animaux n'ont pas accès à des surfaces pour paître, du fourrage grossier doit être mis dans les mangeoires toute la journée. Les volailles sont nourries le matin avec les fruits légumineux, le soir avec les déchets de cuisine.

Les abreuvoirs doivent en permanence contenir de l'eau, les petits ruminants consommant 2-3 L d'eau par jour.

Santé : Des animaux de race robuste adaptés au climat local sont utilisés. Les animaux malades et les femelles fatiguées non portantes sont isolés, spécialement avant et après la mise bas. Du fourrage d'acacia (idéalement *A. raddiana*, *A. nilotica* et *A. karoo*) et de moringa (feuilles et graines) permettent de combattre les parasites gastriques (helminthes, nématodes) des chèvres et des moutons. Des pièges à mouche sont installés dans l'étable.

7.4. Zone IV : agroforesterie

Des jeunes plants d'essence locale résistants à la sécheresse sont utilisés. Le reboisement se fait pendant la saison des pluies sur une parcelle de 3'000 m² où des arbres sont plantés dans des zones protégées par des clôtures grillagées. Une fois les arbres installés, on peut retirer les clôtures et le bétail peut pâturer à l'ombre des arbres. Le système fournira de l'ombre aux animaux, du fourrage, du bois et des fruits. Il contribuera également à la création d'un microclimat positif en zone aride.



Les arbres sont séparés en 3 catégories : grands arbres, arbres et buissons (voir tableau). Sur la surface de reboisement de 240 m x 12 m, il y a 2 lignes d'arbres avec un grand arbre sur 3 (voir schéma). Une rangée d'arbustes est plantée entre ces lignes. On alterne entre toutes les différentes espèces au sein des catégories. Après 4 à 5 ans, lorsque les arbres seront bien installés, il sera nécessaire d'éclaircir pour laisser plus de places aux grands arbres. La zone n'est pas fertilisée.

Tableau 11 : Liste des arbres pouvant être plantés dans la zone IV. Taille : A = Arbre, B = Buisson, GA = Grand Arbre. Utilité : M = Médicinal, P = Phytosanitaire, Fo = Fourrage, Fr = Fruit, O = Ombre, Fe = Fertilisant, B = Bois, F = Feuilles.

Categorie	Nom commun	N. botanique	Utilité	Taille
Autre	Neem	<i>Azadirachta indica</i>	M P	A
Autre	Dattier du désert	<i>Balanites aegyptiaca</i>	Fo Fr	A
Fruit	Citronnier	<i>Citrus × limon</i>	Fr	A
Fruit	Pamplemoussier	<i>Citrus × paradisi</i>	Fr	A
Fruit	Oranger	<i>Citrus × sinensis</i>	Fr	A
Fruit	Tangelo	<i>Citrus × tangelo</i>	Fr	A
Fruit	Papayer	<i>Carica papaya</i>	Fr	A
Legum.		<i>Acacia nilotica</i>	Fe Fo M O	A
Legum.		<i>Acacia seyal</i>	Fe Fo M O	A
Legum.		<i>Gliricidia sepium</i>	Fe Fo O	A
Legum.		<i>Leucaena diversifolia</i>	Fe Fo E O	A
Autre	Henza	<i>Boscia senegalensis</i>	Fo Fr M	B
Autre	Kinkeliba	<i>Combretum glutinosum</i>	Fo M	B
Autre		<i>Gmelina arborea</i>	Fo B	B
Autre		<i>Jatropha curcas</i>	Fu	B
Autre	Moringa	<i>Moringa oleifera</i>	Fo M Fr F	B
Legum.	Pois d'Angole	<i>Cajanus cajan</i>	Fe Fo	B
Legum.		<i>Calliandra calothyrsus</i>	Fe Fo E O	B
Legum.		<i>Prosopis glandulosa</i>	Fe Fo	B
Legum.		<i>Sesbania sesban</i>	Fe Fo E O	B
Autre	Cailcédrat	<i>Khaya senegalensis</i>	B M	GA
Fruit	Manguier	<i>Mangifera indica</i>	Fr	GA
Legum.		<i>Acacia albida</i>	Fe Fo M O	GA

7.5. Zone V : bâtiments

Cette zone contient les bâtiments et les infrastructures nécessaires aux autres zones. Les neems doivent être plantés dans cette zone pour faire de l'ombre et avoir une source de biopesticide.

7.6. Zone VI : Haies vives productives

Les haies sont principalement composées d'arbres fourragers, médicinaux et tolérants à la sécheresse. Ils sont plantés en quinconce sur une double-ligne entourant toute la ferme. Les arbres sont plantés à 50 cm l'un de l'autre, il devrait donc y avoir 2000 arbres au total. Le désherbage et l'arrosage réguliers sont essentiels la première année seulement. Les arbustes sont taillés deux fois par an à une hauteur de 1,5 à 2 m. Les feuilles récoltées sont utilisées comme fourrage, tandis que les déchets ligneux sont transformés en biochar. Nous alternons les espèces en fonction de leur taille. Sur le bord extérieur, un cordon pierreux est creusé pour limiter l'érosion, et une clôture peut être construite pour protéger l'agroécosystème. Le tableau ci-dessous résume les espèces qui peuvent être plantées. Idéalement, planter des arbres de toutes les espèces répertoriées.

Tableau 12 : Liste des arbres pouvant être plantés dans la haie. Taille : A = Arbre, B = Buisson, GA = Grand Arbre. Utilité : M = Médicinal, P = Phytosanitaire, Fo = Fourrage, Fr = Fruit, O = Ombre, Fe = Fertilisant, B = Bois, F = Feuilles.

Categorie	Nom commun	N. botanique	Utilité	Taille
Fruit	Cajou	<i>Anacardium occidentale</i>	Fr	A
Autre	Basilic tulsi	<i>Ocimum tenuiflorum</i>	Fr	B
Fruit	Citronnelle	<i>Cymbopogon citratus</i>	F	B
Autre	Menthe	<i>Mentha</i>	F M	B
Autre	Tagète	<i>Asteraceae</i>	M P	B
Legum.		<i>Acacia albida</i>	Fe Fo M O	GA
Legum.		<i>Acacia nilotica</i>	Fe Fo M O	A
Legum.		<i>Acacia seyal</i>	Fe Fo M O	A
Legum.		<i>Calliandra calothyrsus</i>	Fe Fo Fu O	B
Legum.		<i>Gliricidia sepium</i>	Fe Fo O	A
Legum.		<i>Leucaena diversifolia</i>	Fe Fo Fu O	A
Legum.		<i>Prosopis glandulosa</i>	Fe Fo	B
Legum.		<i>Sesbania sesban</i>	Fe Fo Fu O	B
Autre	Neem	<i>Azadirachta indica</i>	M P	A
Autre	Dattier du désert	<i>Balanites aegyptica</i>	Fo Fr	A
Autre	Henza	<i>Boscia senegalensis</i>	Fo Fr M	B
Autre	Kinkeliba	<i>Combretum glutinosum</i>	Fo M	B
Autre		<i>Gmelina arborea</i>	Fo B	B
Autre		<i>Jatropha curcas</i>	Fu	B
Autre	Cailcédrot	<i>Khaya senegalensis</i>	B M	GA
Autre	Moringa	<i>Moringa oleifera</i>	Fo M Fr F	B