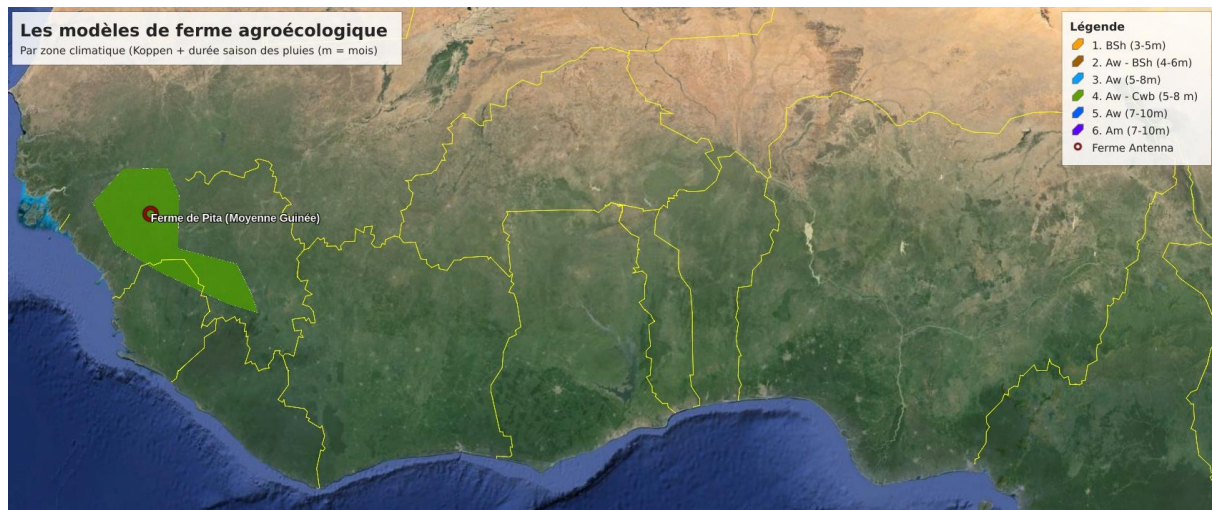


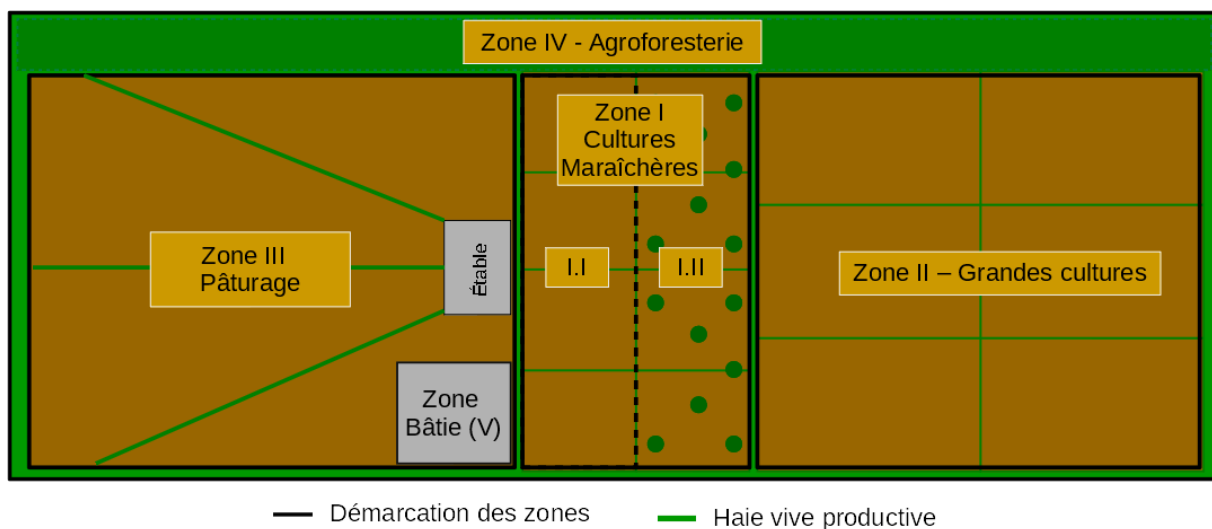
1. Zone cible

Ce modèle agroécosystémique vise à produire les aliments habituellement consommés et cultivés dans la zone de savane sèche d’Afrique de l’Ouest. Le modèle est adapté à un climat tropical de savane (Aw) avec une saison pluvieuse de 5 à 8 mois, une pluviométrie de 1000 à 1800 mm, ainsi qu’une altitude entre 800 et 1500 m. Il est de ce fait conçu pour les hautes terres d’Afrique de l’Ouest, principalement le Foutah Djallon en Guinée, même s’il est également adapté à toutes zones d’altitude de la sous-région.



2. Description de l’agroécosystème

L’agroécosystème de 5 hectares 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). L’agroécosystème entier est entouré d’une haie vive productive (VI), qui sépare également les différentes zones.



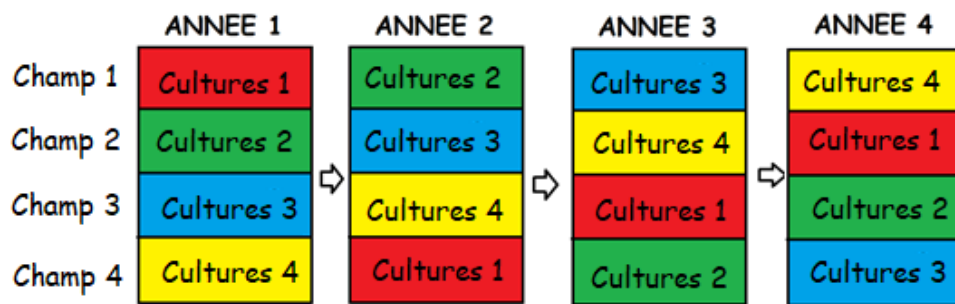
Zone I : cultures maraichères et tubercules : 8000 m², 8 parcelles de 937 m² + séparation de 506 m²

Cultures 1			Cultures 2			Cultures 3			Cultures 4		
05-08	09-12	01-04	05-08	09-12	01-04	05-08	09-12	01-04	05-08	09-12	01-04
Gombo	Carotte	Mais	Mucuna	Poivron	Riz	Concombre	Crotalaria	Tomate			
	Oignon	Haricot		Aubergine		Laitue		Tagète			
	Betterave	Courge		Persil et menthe		Choux					

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 937 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 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 (bananier, plantain, papayer, 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.

Cultures 1			Cultures 2			Cultures 3			Cultures 4		
05-08	09-12	01-04	05-08	09-11	01-04	05-08	09-12	01-04	05-08	09-12	01-04
Bananier, Plantain, Papayer, Pois cajan											
Mais	P. d. t.		Stylosanthes			Igname					Patate douce
Haricot						Courge					
Melon											

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

Zone II : grandes cultures : 18'000 m², 6 parcelles de 2836 m² + séparations (986 m²)

La zone II permet la production de denrées calorifiques en grandes quantités. 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 2836 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.

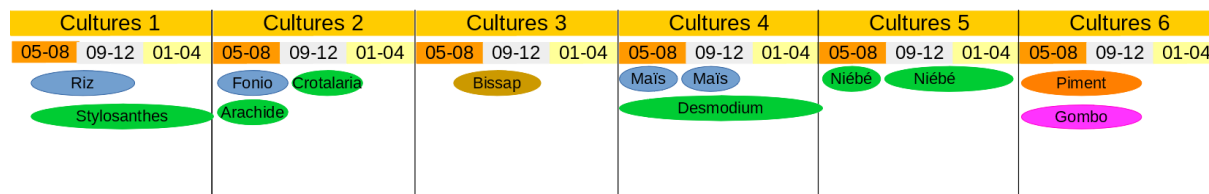


Figure 3 : Rotation dans la zone II. Les couleurs indiquent les différentes familles de plantes.

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 (Crotalaria) 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 (bissap et piment-gombo). 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, radis fourrager, desmodium, niébé), soit par un paillage de la culture précédente (sésame, légumes).

Zone de pâturage pour animaux (III) : 18'000 m² : Surface servant de pâturage pour les animaux, séparée en 4 parcelles clôturées (4'250 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 (1000 m²) contient une étable (200 m²) et une zone de sortie permanente autour de l'étable (800 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 pâture 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.

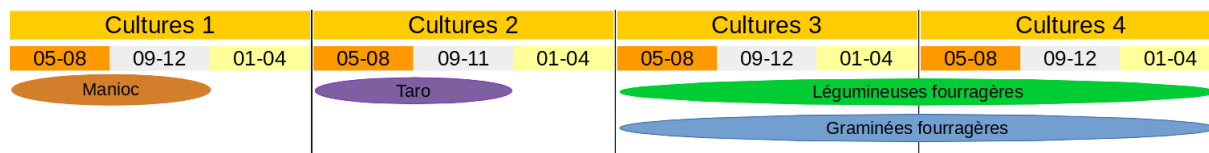


Figure 4 : Rotation dans la zone IV une fois les arbres installés. Les animaux peuvent pâture les légumineuses et graminées fourragères, ainsi que les surfaces après la récolte des taros et manioc.

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) : 2000 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 puisant 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. Le château d'eau doit contenir au minimum 10'000 L avec une pompe d'un débit de 5'000 L/h, afin de garantir l'approvisionnement en eau de la zone I en saison sèche. Les cultures du sous-dispositif I,II, ainsi que les légumes de la zone II, ne sont arrosées qu'en cas de nécessité. Les autres cultures des zones II, III, IV et VI 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 sur billons : Certaines cultures (patate douce, pomme de terre, arachide) sont cultivées sur des billons. De cette manière, l'eau sera retenue et disponible pour les cultures dans les sillons et sur les billons. En même temps, les tubercules sont protégés de la pourriture en cas de stagnation de l'eau. L'érosion est en outre limitée car les billons sont érigés perpendiculairement à la pente.

Petits trous Zai: Des trous de 10 cm de profondeur et 15 cm de large sont creusés et remplis d'un mélange fumier-sol. La terre restante forme des billons autour des trous de sorte que l'eau se concentre dans les trous. Les légumes sont ensuite semés ou transplantés dans les trous où les nutriments et l'eau sont concentrés. Les trous Zai sont utilisés pendant la saison sèche et sont creusés dans les lits surélevés pour les légumes gourmands en eau tels que les tomates. Les trous zais peuvent également être pratiqués pour le maïs en saison pluvieuse.

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.

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. 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 dans la zone de grandes cultures. 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. Dans la zone de maraichage, un retournement du sol chaque saison est nécessaire mais sa profondeur est limitée.

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 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.

5. Gestion des nutriments

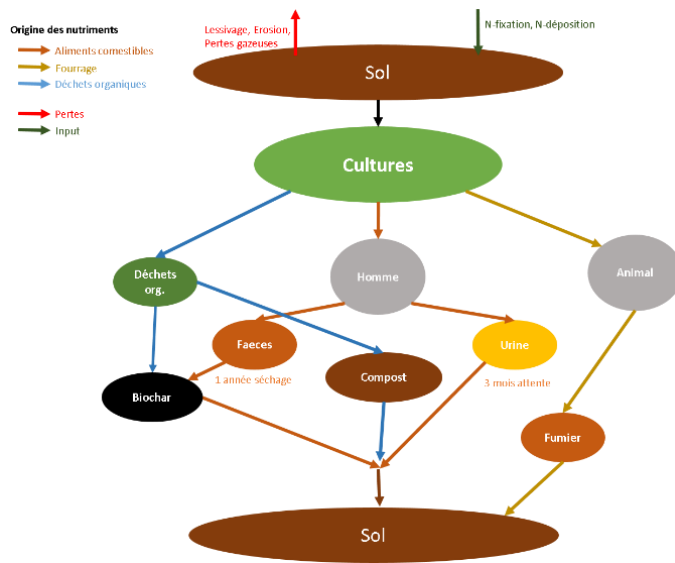


Figure 5: Cycle des nutriments dans l'agroécosystème

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.

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. Pour produire suffisamment de fumier pour l'ensemble de la récolte, on estime qu'il faut 36 moutons, 36 chèvres, 6 bœufs, 15 canards et 100 poules pondeuses. 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	100	3 503
	Canards	15	800
	Total	115	4 303
Ruminants	Chèvres	36	4 888
	Moutons	36	5 481
	Bœufs	6	4 444
	Total	79	14 813

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	3 370	2 453	8 896	95	14 813
Fiente de volailles	959	431	2 895	95	4 379
Besoin en fumure [t/ha]	I.I	I.II	II	IV	
Fumier de ruminants	4.2	3.1	4.9	0.3	12.5
Fiente de volailles	1.2	0.5	1.6	0.3	3.7

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 zai 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]				Total
			Fumier rumi		Fiente de Volailles		Fumier rumi		Fiente de Volailles		
			Semis	Floraison	Fructification	1ère récolte	Semis	Floraison	Fructification	1ère récolte	
	1.1	Betterave	263	0	0	0	170	0	0	0	170
	1.1	Carotte	240	0	0	0	156	0	0	0	156
	1.1	Oignon	293	0	0	0	190	0	0	0	190
	1.2	Courge, cour	115	18	18	0	204	32	32	0	267
	1.2	Maïs	459	0	83	0	408	0	74	0	482
	2.2	Aubergine	216	47	78	31	231	50	83	33	397
	2.2	Poivron	195	42	70	28	208	45	75	30	357
	3.1	Riz	583	0	105	0	124	0	22	0	147
	3.2	Chou	231	71	0	0	299	92	0	0	392
	3.2	Concombre	158	24	24	0	255	39	39	0	334
	3.2	Laitue	172	0	0	0	167	0	0	0	167
	4.2	Tomate	444	96	160	64	237	51	85	34	408
		Total besoin	3370	298	538	123					

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

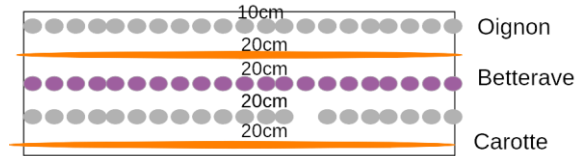
Tableau 4 : Informations sur les cultures pour les différentes cultures de la sous-zone I.I. Les cultures colorées ensemble sont associées. La préparation du sol est indiquée comme suit : LS = Lits surélevés, Bi (x,y) = Billons (Distance entre les billons, hauteur), Bu (x,y) = Buttes, aucun = semis/transplantation 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 démarriage), TP = Transplantation, L = Semis en ligne, V = Semis à la volée

Code	Espèce		Pause rot.	Durée [semaines]			Sarclage [SAP]	Prep Sol	Semis				Plantons Nb	Espacement [cm]		Densité [plante/ha]
	Nom	Famille		Pep.	Non-prod	Prod			Type	Prof [cm]	[kg/ha]	par par. [g]		Sur ligne	Entre ligne	
1.1	Gombo	Malvaceae	4/7	0	4-6	4-6	3	Aucun	P(2)	2	4	375	0	30	50	66 667
1.2	Carrote	Apiaceae	4/7	0	10	3-4	Ch. 2	LS	L	0.5	2	131	0	3	60	555 556
1.2	Oignon	Alliaceae	5/7	4	10-12	2	Ch. 2	LS	TP	0.5	2	131	10 932	10	60	166 667
1.2	Betterave	Chenopodiaceae	4/7	3	10-12	2	Ch. 2	LS	TP	1	6	394	7 288	15	60	111 111
1.3	Maïs	Poaceae	3/5	0	9-13	1	3,5,7	Aucun	P(2-1)	3-4	25	2343	0	40	100	25 000
1.3	Haricot	Fabaceae	3/4	0	4-5	3-4	3,5,7	Aucun	P(1-1)	1-2	7	656	0	20	100	50 000
1.3	Courge	Cucurbitaceae	5/7	2	4-5	2-3	3,5,7	Aucun	TP	1-2	1.2	112	375	250	100	4 000
2.1	Mucuna	Fabaceae		0	10	2	3,5,7	Aucun	P (1-1)	2	20	1874	0	30	30	111 111
2.2	Poivron	Solanaceae	4/7	3	8	6	Ch. 2	LS	TP	1-2	0.25	16	1 312	50	100	20 000
2.2	Aubergine	Solanaceae	4/7	3	8	6	Ch. 2	LS	TP	1-2	0.25	16	1 312	50	100	20 000
2.2	Herbes arom.	Differentes		3	4	2-3	Ch. 2	LS	TP	0.5-1	0.25	16	2 624	50	50	40 000
3.1	Riz irrigué	Poaceae	2/3	0	10	2	3,5,7	Riz	P(4,4)	2	20	1874	0	20	20	250 000
3.2	Laitue	Asteraceae	4/7	3	6	2	Ch. 2	LS	TP	0.5	0.3	20	5 466	20	60	83 333
3.2	Choux	Brassicaceae	4/7	3	10	2	Ch. 2	LS	TP	1	0.3	20	2 733	40	60	41 667
3.2	Concombre	Cucurbitaceae	5/7	3	4-5	4-5	Ch. 2	LS	TP	1-2	0.4	26	4 099	40	40	62 500
4.1	Crotalaria	Fabaceae		0	6-8	0	0	Aucun	V	0	4	375	0	-	-	-
4.2	Tomate	Solanaceae	4/7	3	8	6	Ch. 2	LS	TP	1-2	0.25	16	2 624	50	50	40 000
4.2	Tagète	Asteraceae	4/7	3	4	2-3	Ch. 2	LS	P (2-1)	0.5-1	0.4	26	0	50	50	40 000

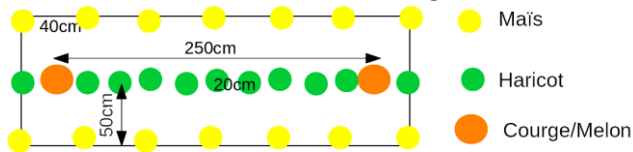
Schéma de plantation

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

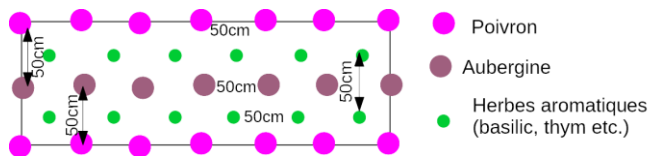
Culture 1.2 : Carotte, Oignon et Betterave



Cultures 1.3: Maïs, Haricot et Courge

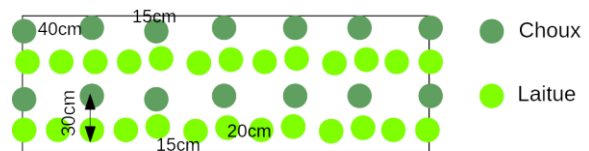


Cultures 2.2 : Poivron, Aubergine et herbes aromatiques



Cultures 3.2 : Choux, Laitue et Concombre

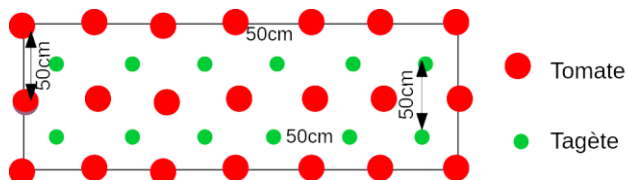
Alternez une planche de concombre avec deux de chou et de laitue associés.



Cultures 4.1 : 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 4.2 : Tomate et tagète



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

Installation des plantes pérennes : banane plantain, banane, papaye, pois cajans

Les pérennes sont plantés à un espacement de 6 m x 6 m en alternant des bananiers/papayers avec des pois cajans. Sur la surface prévue du sous-dispositif I.II (4000 m²), il est prévu de planter 28 papayers, 28 bananiers/plantains et 56 pois cajans. Le semis du pois cajan s'effectue directement au champ (2 graines par poquet), celui de papayer se fait en pépinière avant d'être transplanté. Les bananiers se plantent à l'aide de rejets dans des trous de 50 cm de profondeur remplis de fumier et compost.

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.

Code	Espèce	Apport fertilisant par champ [kg]				Apport fertilisant par ligne [g/m-lin]				Total
		Fumier ruminar	Fiente de Volailles			Fumier rumin	Fiente de Volailles			
		Semis	Floraison	Fructification	1ère récolte	Semis	Floraison	Fructification	1ère récolte	
1.1	Maïs	459	0	83	0	408	0	74	0	482
1.1	Melon	143	22	22	0	255	39	39	0	334
1.2	Pomme de terre	739	0	228	76	316	0	97	32	445
3.1	Courge, courgette	191	30	30	0	204	32	32	0	267
3.1	Igname	1020	0	184	0	327	0	59	0	385
	Bananes / Papayes	1111								
	Total besoin	2453	22	333	76					

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

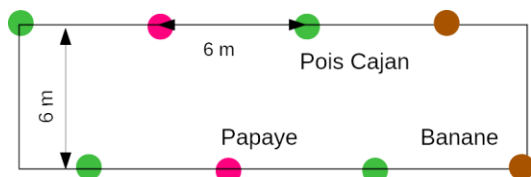
Tableau 6 : Informations sur les cultures pour les différentes cultures de la sous-zone I.II. Les cultures colorées ensemble sont associées. La préparation du sol est indiquée comme suit : Bi (x;y) = Billons (Distance entre les billons, hauteur), Bu (x,y) = Buttes, aucun = semis/transplantation effectué 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 démarrage), L = Semis en ligne, V = Semis à la volée, Tu = Tubercules, B = Boutures

Code	Espèce Nom	Familie	Pause rot.	Durée [semaines]			Sarclage [SAP]	Prep Sol	Semis Type	Prof [cm]	par [kg/ha]	par parc. [g]	Plantons Nb	Espacement [cm]		Densité [plante/ha]
				Pep.	Non-prod	Prod								Sur ligne	Entre ligne	
Per.	Banane/Plantain	Musa		0	40	8	Aucun	Aucun	T	40	-	-	28	2400	600	69
Per.	Papaye	Carica.		8	40	150-200	Aucun	Aucun	T	30	-	-	28	2400	600	69
Per.	Pois cajan	Leg.		0	25	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	Aucun	P(2-1)	3-4	25	2343	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	656	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	112	375	250	100	4 000
1.2	Pomme de terre	Solan.	4/7	0	5-7	2	3,5,7	Bi(40,30)	P(1-1)	10	1 500	140 550	0	30	40	83 333
2.1	Stylosanthes	Leg.	1/2	0	24	24	3,5,7	Aucun	V	0	6	562	0	-	-	-
3.1	Igname	Dioscir.	3/4	0	28	3-4	3,5,12,18	Bu(100,50)	Tu	30	600	56 220	937	100	100	10 000
3.1	Courge	Cucurbit.	5/7	2	4-5	2-3	3,5	Aucun	TP	1-2	1	112	937	100	100	10 000
4.1	Patate douce	Convov.		0	16-24	4-12	2	Bi(70,40)	B	-	-	-	3 346	40	70	35 714

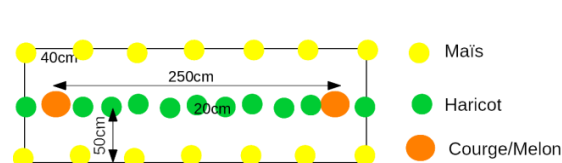
Schéma de plantation

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.

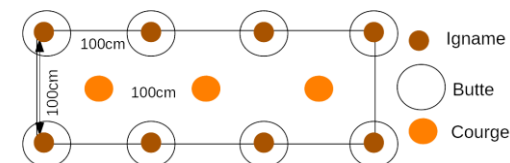
Cultures pérennes : Papaye, Banane et Pois Cajan



Cultures 1.1 : Maïs, Haricot et Melon



Culture 3.1 : Igname et Courge



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 ruminant	Fiente de Volailles	Fumier ruminant	Fiente de Volailles
		Semis	Floraison/Epiaison	Semis	Floraison/Epiaison
1.1	Riz	5.4	1.7	1019	314
2.1	Arachide	4.0	3.9	570	549
2.1	Fonio	5.1	0.0	726	0
3.1	Bissap	5.2	1.6	1467	453
4.1	Maïs	7.1	2.2	2027	625
4.1	Maïs	7.1	2.2	2027	625
6.1	Piment	7.5	2.3	1062	328
	Total besoin	4.9	1.6	8896	2895

Crop duration, care, spacing and seeds

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.

Taille		Code	Espèce	Famille	Pause Rot.	Durée culture [S]	Sarclage [SAP]	Prep Sol	Semis Type	Prof [cm]	Dens. [kg/ha]	par parc [kg]	Esp. [cm]		Densité [plante/ha]	Scheme/Note
parcelle													Sur l.	Entre l.		
2836	1,1	Riz	Gram.	2/3	12	3,5,9	AS	P(4,4)	2-4	20	5,7	20	20	250 000		
2836	1,2	Stylo	Leg.	1/2	48	3,5,9	AS	V	0	2	0,6	20	20	250 000		
2836	2,1	Fonio	Gram.	1/2	12-14	-	AS	V	0	20	5,7	-	-	-	Alterner des bandes de 1m de fonio avec des bandes de 1 m d'arachide	
2836	2,1	Arachide	Leg.	3/4	10-12	3,5,7	AS	L	2-3	40	11,3	20	20	250 000		
2836	2,2	Crotalaria	Fabaceae		6-8	-	Aucun	V	0	4	1,1	-	-	-	Incorporer avant floraison pour biofumigation	
2836	3.1	Bissap	Malvaceae		16	3,5,9,13	AS	P(2-1)	2-3	5	1,4	40	80	31 250		
2836	4.1, 4.2	Mais	Gram.	1/2	12-16	3,5,7	AS	P(2-1)	3-4	30	8,5	40	75	33 333		
2836	4.1, 4.2	Desm	Leg.	3/5	96	3,5,7	AS	L	1-2	5	1,4	2	75	666 667		
2836	5.1, 5.2	Niébé	Leg.	3/4	8-10	3,5	AS	P(1-1)	2-3	22	6,2	15	50	133 333		
2836	6.1, 6.2	Gombo	Malvaceae	4/7	10-12	3,5,9	Aucun	P(2)	2	4	1,1	30	50	66 667		
2836	6.1, 6.2	Piment	Solan.	4/7	10-12	3,5,9	Aucun	P(3)	1	4	1,1	50	50	40 000	Preparer plantons et transplanter après 3 semaines	

7.3. Zone III : pâturage des animaux

Il est estimé que le système peut soutenir environ 35 chèvres, 35 moutons, 6 bœufs, 100 poules et 15 canards. Cette estimation est très aléatoire et le nombre doit être adapté après les premières années. La surface pour les animaux (18'000 m²) est composée d'une étable de 200 m² avec autour une zone de sortie permanente de 800 m², ainsi que d'une zone de pâturage de 17'000 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 [m ²]	Esp. ext. / tête [m ²]	E. int. [m ²]	E. ext. [m ²]
Boeufs	6	2	4	18	24
Chèvres	35	1	2	35	70
Moutons	35	1	2	35	70
Poules	100	0.25	0.5	25	50
Canards	15	0.5	1	7.5	15

Installation des animaux : Au départ, 12 chevreaux (max 2 mâles), 12 agneaux (max 2 mâles) et 3 bœufs (max 1 mâle) sont achetés. 40 jeunes poules pondeuses et 6 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 4250 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.

Nous commençons par labourer les 4 champs, puis nous semons à la volée un mélange de fourrage. Le mélange doit être équilibré entre les légumineuses et les graminées. Le tableau 10 résume les espèces qui peuvent être semées avec les quantités correspondantes. Utilisez au minimum 5 graminées différentes et 5 légumineuses différentes dans le mélange.

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	3600
Gram.	Brachiaria	<i>B. ruziziensis</i>	kg	8	1,6	2,9
Gram.	Herbe éléphant	<i>Pennisetum purpureum</i>	bout.	10000	2000	3600
Gram.	Panicum	<i>Panicum maximum</i>	bout.	10000	2000	3600
Gram.	Pennisetum	<i>Pennisetum ruziziensis</i>	bout.	10000	2000	3600
Gram.	Sorgho	<i>Sorghum bicolor</i>	kg	8	1,6	2,9
Legum.	Alizicarpus	<i>Alizicarpus ovalifolia</i>	kg	6	1,2	2,2
Legum.	Niébé	<i>Vigna unguiculata</i>	kg	10	2	3,6
Legum.	Desmodium	<i>D. intortum, D. uncinatum</i>	kg	2	0,4	0,7
Legum.	Lablab	<i>Lablab purpureus</i>	kg	15	3	5,4
Legum.	Mucuna	<i>Mucuna pruriens</i>	kg	40	8	14,4
Legum.	Arachide					
Legum.	perenne	<i>Neonotonia wightii</i>	kg	2	0,4	0,7
Legum.	Pois cajan	<i>Cajanus cajan</i>	kg	16	3,2	5,8
Legum.	Stylosanthes	<i>S. guianensis, S. hamata</i>	kg	6	1,2	2,2

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.

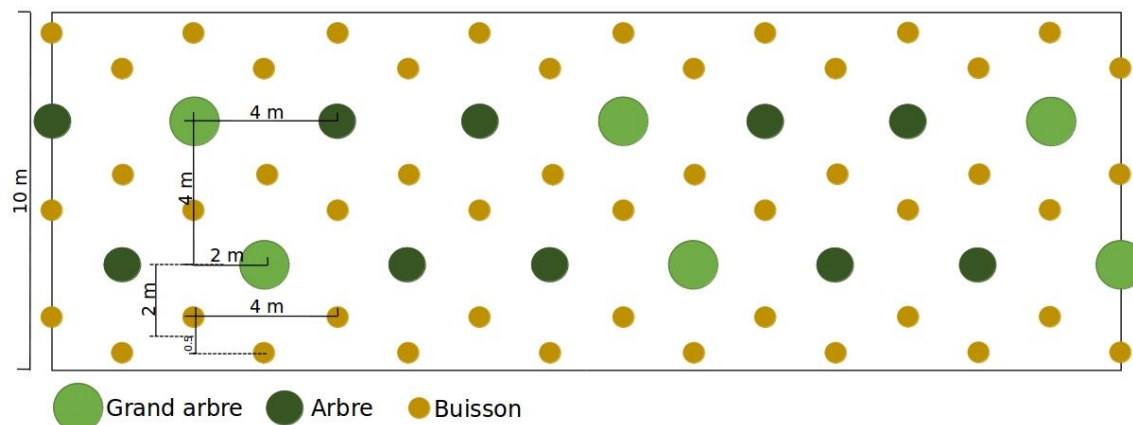
Nutrition : En plus du pâturage mentionné ci-dessus, du fourrage est produit par le système. Les déchets de la cuisine sont donnés aux volailles et la production de paille et de feuilles (glicridia, sesbania, pois cajan, mucuna, patate douce, céréales, desmodium, brachiaria et haricot) aux chèvres et 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 installe une rotation de cultures annuelles et une partie de la zone est utilisée pour le pâturage. 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.



Les arbres sont séparés en 3 catégories : grands arbres, arbres et buissons (voir tableau). Sur la surface de reboisement de 100 m x 10 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.

Les espèces suivantes peuvent être plantées :

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 aegyptica</i>	Fo Fr	A
Fruit	Citronnier	<i>Citrus × limon</i>	Fr	A
Fruit	Grapefruit	<i>Citrus × paradisi</i>	Fr	A
Fruit	Orange	<i>Citrus × sinensis</i>	Fr	A
Fruit	Tangelo	<i>Citrus × tangelo</i>	Fr	A
Fruit	Mandarine	<i>Citrus reticulata</i>	Fr	A
Fruit	Goyavier	<i>Psidium guajava</i>	Fr M F O	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.		<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
Fruit	Avocadier	<i>Persea americana</i>	Fr	GA
Legum.		<i>Acacia albida</i>	Fe Fo M O	GA

Une fois le système installé, on sépare la zone en 4 parcelles et on suit la rotation prévue (figure 3). Le manioc et le taro sont plantés à un espacement de 1 m x 1 m, en sautant les places occupées par des arbres ou buissons. La plantation se fait à l'aide de boutures ou de cormes en juin, la récolte au plus tard en mai. Ces cultures ne sont pas fertilisées. Les cultures fourragères sont plantées au même espacement avec des boutures issues de la zone III.

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, plantez 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
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	Cailcédrat	<i>Khaya senegalensis</i>	B M	GA
Autre	Moringa	<i>Moringa oleifera</i>	Fo M Fr F	B