Dossier technique de stage

Evaluation de l'état reproductif des cacaoyers dans un essai agronomique testant clones et type de systèmes de culture

LAW Sandy
Promotion 2020/2022
BTSA Productions Végétales

Stage du 11 mai au 16 juillet 2021 au sein du Cirad de Guyane à Sinnamary

Maitre de stage : SAJ Stéphane

Encadrant : ANNEBIQUE Fabien

<table>
<tr><td colspan="2">EPREUVE E7 partie 1:

Dossier de
BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR AGRICOLE
Option: Agronomie-Productions Végétales</td></tr>
<tr><td>AUTEUR:
LAW Sandy</td><td>SESSION:
2020-2022</td></tr>
<tr><td>DATES DU STAGE PRINCIPAL (support du rapport) :

11 mai au 16 juillet 2021</td><td>ORGANISME SUPPORT ET LIEU DU STAGE :

Le Cirad à Sinnamary en Guyane Française

MAITRE DE STAGE:

Stéphane SAJ</td></tr>
<tr><td colspan="2">TITRE DE L’ETUDE:

« Quelle combinaison de système de culture et clone est le plus favorable à la performance agronomique des cacaos guiana juvéniles en Guyane »</td></tr>
<tr><td>Mots clés:
Clone, Sdc, Cacao, Agroforesterie</td><td>Nombre de pages y compris annexes (maximum 20):
20</td></tr>
<tr><td colspan="2">Fiche S.P.V 1.
Conseil et vente de fruits et légumes</td></tr>
<tr><td colspan="2">Fiche S.P.V 2.
Réalisation d’une fiche matrice de compétences</td></tr>
</table>

Remerciements

Je tiens en tout premier à remercier toute l'équipe du Cirad de Montpellier, Paris et Guyane de m'avoir accepté en tant que stagiaire. À tout le personnel du Campus de Kourou et du Site de Combi de m'avoir accueillie et mis tout en œuvre pour que mon stage se déroule dans les meilleures conditions possibles.

Mes sincères remerciements envers monsieur Stéphane Saj, mon maître de stage basé au Campus agronomique de Kourou et responsable du projet C2G2 pour m'avoir fait confiance et intégré au projet d'étude.

Merci à madame Sandrine Renoir (de Montpellier) et madame Karine Moreau (du Campus agronomique de Kourou) qui ont suivi ma demande de formation, mais aussi aidé et guidé pour la réalisation de ma fiche de matrice compétence du Cirad (de Pointe de Combi). Elles ont su répondre à toutes mes questions pour mener à bien mon stage.

Merci, à Agathe, stagiaire de sa dernière année en école d'ingénieur agronome, elle intègre le même projet d'étude que moi. Je lui remercie d'avoir répondu à toutes mes questions et éclairci mes doutes pour l'élaboration de mon dossier de stage.

Merci à monsieur Fabien ANNEBIQUE, madame Priscilla MARNET et leur petite fille Manon qui ont accepté de me loger pendant mon temps de formation chez eux. Merci de m'avoir permis de rencontrer de nouvelles personnes de secteur agricole qui m'ont conscientisé encore plus sur le potentiel à venir des filières locales en Guyane.

Je remercie à nouveau tout particulièrement monsieur Fabien ANNEBIQUE, responsable de la station de Combi qui m'accompagnait le plus souvent dans mes missions au quotidien. Merci de ses conseils, de ses partages d'expériences professionnels, mais aussi de ses méthodes de travail. J'ai apprécié et beaucoup appris de sa pédagogie.

Je remercie monsieur Edouard THINOT, pépiniériste spécialisé en cacao de m'avoir appris en théorie et technique la multiplication des plants de cacao.

Je remercie monsieur Olivier DUMMETT, producteur de cacao en Guyane d'avoir répondu à mes questions concernant le passé du cacao en Guyane ainsi que de sa production de chocolat unique sur le territoire.

Je remercie Gabriel TATENCLOUX et Bagguidy FRAGILE, techniciens agricoles de la station de Combi pour les conseils qu'ils ont pu me prodiguer au cours de ces mois de formation.

Un grand merci à Claire et Lucques, nos voisins de m'avoir donné l'opportunité de visiter leur atelier de transformation d'huile essentielle de bois de rose de Guyane.

Merci à monsieur Bernhard DOLE, ancien chercheur du Cirad de m'avoir permis de découvrir un nouveau modèle de multiplication d'ananas en clonage.

Enfin, je remercie mes parents qui m'ont laissé l'opportunité de rentrer en Guyane afin que j'étudie et développe des thématiques locales de chez moi. Merci à ma famille qui m'a toujours soutenu et aidé.

Mes remerciements envers mon établissement scolaire et de son équipe d'enseignants, sans qui je ne serais pas là même aujourd'hui. Merci pour leur ouverture d'esprit et leur vision du monde consciente, encourageante et persévérante.

Résumé

Aujourd'hui la majorité de la production mondiale de cacao est assurée par l'Afrique. Un Français consomme en moyenne 6 kg de chocolat par an. Or, la Guyane pourrait aujourd'hui se présenter comme une solution aux importations du cacao d'Afrique, qui induit un faible revenu des agriculteurs et une production au détriment de l'environnement.

La Guyane compte aujourd'hui seule trois producteurs de cacao. On retrace l'histoire du cacao en début du XX siècle. On sait que sa culture était conséquente puisqu'environ 50 tonnes étaient exportées annuellement vers les Antilles et la France. Puis sa culture fut délaissée dû à l'abolition de l'esclavage ou encore la découverte de l'or. À ce jour, on estime que la filière cacao est peu développée pour de nombreuses raisons comme la méconnaissance de la plante et des systèmes de culture adaptées à sa culture.

Par ailleurs, une récente étude génétique a permis de mettre en évidence l'existence de 10 groupes variétaux. L'un de ces groupes est le « Guiana » variété alors endémique de la Guyane. L'étude présentée dans ce rapport porte sur l'essai des cacaoyers guiana au sein de deux systèmes de culture agroforestiers mis en place par le Cirad. L'objectif globale de cette recherche est d'évaluer l'état reproductif de ces cacaoyers guiana au sein des contextes de productions.

La problématique est **« Quelle combinaison de système de culture et clone est le plus favorable à la performance agronomique des cacaos juvéniles en Guyane ? »**

Pour cela, nous avons étudié deux variables qui sont le nombre de cabosses et le poids de fèves fraiches. Nous avons utilisé un test non-paramétrique : Krukall Walis. Il a été démontré que les variables dépendent significativement au niveau de la génétique. À savoir que ces résultats sont fragiles puisque les essaies se portent sur des cacaoyers en entrées de production.

Sommaire

Introduction 1
I. Organisme du CIRAD 2
1) Le CIRAD et ses objectifs en Guyane 2
2) Sites d'activités 2
II. Le cacao 3
1) Le cacaoyer 3
2) Production mondiale du cacao 4
3) La Guyane 4
4) Etats des lieux de l'agriculture guyanaise 5
5) La production de cacao en Guyane 5
III. L'agroforesterie pour le cacaoyer 6
1) L'agroforesterie en Guyane 6
2) Les systèmes agroforestiers 6
IV. Projet d'étude 7
1) Une variété de cacao Guyanaise 7
2) Objectif de l'expérimentation 7
3) Matériel et méthodes 8
V. Résultats 10
1) Interaction entre le nombre de cabosses et les systèmes de cultures 10
2) Interaction entre le poids de fèves fraîche et les systèmes de cultures 11
3) Interaction entre le nombre de cabosses et les clones 12
4) Interaction entre le poids de fèves fraîche et les clones 13
VI. Discussion et prolongement 14
1) Discussion des résultats 14
2) Discussion de la méthodologie 14
3) Prolongement 14
Conclusion 15
Annexe 16
Bibliographie 17

Liste des abréviations

Sdc : Système de culture

SAF : Système Agroforestier

BAN : Système de culture à base de cacao

DL : Descendance Libre

Km : Kilomètre

g : gramme

SAU : Surface Agricole Utile

CIRAD : Centre de Coopératif de Recherches Agronomiques pour le Développement

Ha : Hectare

KW : Kruskall-Wallis

ANOVA : Analyse de la variance

% : pour-cent

Introduction

Connu dans le monde entier, le chocolat possède derrière lui, une longue histoire. Le cacao est connu depuis les populations mésoaméricaines, où les Mayas et les Aztèques utilisaient les fèves du fruit comme monnaie d'échange (payer les impôts, faire du troc, acheter des esclaves…). Le cacao ensuite, à servis à faire des boissons privilégiées aux nobles. À partir de ces temps on connut le début du chocolat.

Le cacao est aujourd'hui produit dans les pays du Sud et en majorité consommé dans les pays du nord, dont la France. À 7 090 km de la France métropolitaine se situe la Guyane en Amérique du Sud, au cœur de l'Amazonie. L'agriculture n'occupe que 0,3% de SAU sur l'ensemble du territoire. Il y a donc un réel potentiel de développement agricole en Guyane avec des objectifs de diversification en matière d'approvisionnement alimentaire des marchés locaux et de structuration des filières à haute valeur ajoutée pour l'export.

C'est dans ce contexte porteur que la culture du cacao, dont l'histoire remonte à l'époque coloniale, voit sa filière se restructurer ces dernières années. La Guyane dispose d'une variété de cacao endémique qui est encore étudié par le Cirad (Centre de Coopérative et de Recherches Agronomiques pour le développement). Actuellement, le défis est de caractériser les systèmes de cultures adaptées à sa production.

Au travers de ce rapport, il s'agira d'observer de plus près le développement des cacaoyers guyanais dans un essaies agronomique soutenu par le projet C2G2 : « Vers la Capacitation et l'émergence de la filière Cacao Guyanaise. »

I. Organisme du CIRAD

1) Le CIRAD et ses objectifs en Guyane

Le Cirad (Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement) travaille avec des agriculteurs et des institutions de recherches agronomiques. Installé en Guyane depuis maintenant 40 ans, il s'intéresse au déploiement de l'agriculture en Guyane pour les raisons principales suivantes :

La première raison est de trouver des solutions que nous devons apporter face aux enjeux planétaires actuels et à venir. Le défi est donc de continuer à produire en répondant à cette demande, tout en construisant une agriculture durable respectueuse de l'environnement et adaptés aux changements climatiques.

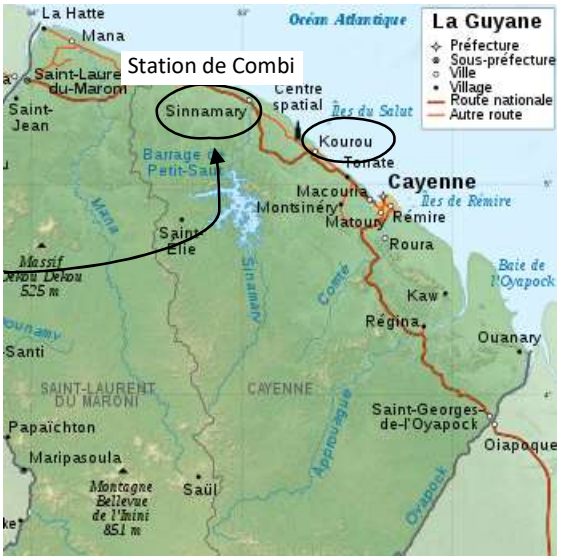
Carte de situation de la Guyane (Encyclopædia Universalis France 2021)

La deuxième raison s'explique par la dépendance économique du territoire avec la métropole française. La plupart des approvisionnements de denrées alimentaires (huiles végétales, produits laitiers, céréales…) proviennent de la France métropolitaine fragilisant le développement d'une économie locale. Ainsi, l'activité agricole pourrait se présenter comme un moyen de faire vivre l'économie de Guyane. Le Cirad s'implique alors dans la recherche, l'innovation et le développement des filières agricoles locales dans le but de dynamiser l'économie locale guyanaise. **C'est dans ces contextes que vient le Cirad s'intéresser au territoire de la Guyane.**

2) Sites d'activités

Au totale, le Cirad occupe quatre sites d'activités autour des communes de Sinnamary et Kourou. Les recherches se font sur le bois, la forêt naturelle ou encore sur des cultures tropicales telles que l'hévéa, le cacao et le café.

Une des stations est situé à Pointe Combi dans la ville de Sinnamary, destinés à des essaies en condition réelle. Il s'agit d'une concession de 132,5 ha sur la commune de Sinnamary qui en est le bailleur. Ce site héberge les infrastructures de multiplication du matériel végétal (germoirs, pépinières plein soleil ou ombragées, bacs de bouturage, parcs à bois) ainsi que de bureaux et ateliers.



Géographie de la Guyane (Sémhur 2009)

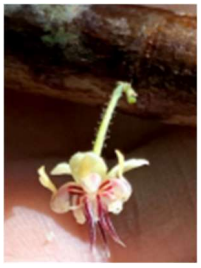
II. Le cacao

1) Le cacaoyer

Cacaoyer (M. Agathe 2021)

Le cacaoyer est un petit arbre du genre *Théobrama* de la famille des Sterculiacées et originaire des forêts pluviales amazoniennes sud-américain. Plus précisément, nous trouvons ses origines du lac Maracaibo au nord-ouest du Venezuela, près de frontière avec la Colombie.

Le cacaoyer est une plante pérenne tropicale pouvant mesurer de 5 à 7 mètres de hauteur, nous pouvons retrouver jusqu'à 12 ou 25 mètres en l'état sauvage des forêts humides.
Ces arbres occupent les étages bas des forêts néotropicales[1]. Elles nécessitent un climat chaud, des conditions très humides et des précipitations annuelles d'au moins 1 500 à 20 000 millimètres.


Fleur de cacaoyer (L. Sandy, 2021)

Généralement, l'arbre arrive à maturité à partir de 3 ans et donne naissance à des fleurs blanche ou rose disposer sous forme de coussinets floraux sur tout le long du tronc d'arbre et des branches principale, c'est ce que l'on appelle une plante cauliflore. L'intensité de la floraison est très variable de la production en raison de son milieu environnementale, mais aussi de l'origine génétique du pollen.

Chérelle (Cocoa Research Centre 2021)

Puis on compte cinq à six mois avant de voir les premières chérelles : jeune fruit du cacaoyer (sur une durée 90 jours). Ce stade vers la maturation est fragile en vue du phénomène « Wilt » qui résulte d'un dessèchement du fruit. Le chérelle wilt intervient comme un facteur de régulation pour des arbres très chargés en fruits pouvant dépasser de 100 fruits par arbre.

Cabosse de cacaoyer (L. Sandy, 2021)

La cabosse de cacao peut être de diverses couleurs : vert, orangé, rosé ou encore rouge. A l'intérieur du fruit mûr, une quarantaine de graine de taille et forme variable légèrement aplatis entourer d'une chaire blanchâtre qui peut être consommé cru. On utilise la fève de cacao pour la confection du chocolat alimentaire, mais aussi dans le cosmétique pour les produits pharmaceutique ou encore dans la savonnerie.

La production de cacao est constante à partir de la 7ème année jusqu'à la 25ème dont la production est exprimée en kilogrammes par hectare. Pour sa production, les composantes de rendement sont :

- La densité de plantation qui est une variable quantifiable par un comptage des plants dans un espace donné.
- Le nombre de cabosses par arbre qu'est une variable quantifiable par des comptages de cabosses.
- Le poids de fève fraîche par cabosse qu'est une variable quantifiable par une pesée simple.

[1] Totalité de l'Amérique du Sud et l'Amérique centrale jusqu'au sud du Mexique.

2) Production mondiale du cacao

La production de cacao est très répandue en Equateur, en Afrique, en Asie, en Amérique latine et en Océanie. Le continent africain, par la Côte d'Ivoire et Le Ghana sont deux plus grands producteurs mondiaux de cacao. Ils représentent plus de 60% de la production mondiale dont la majeure partie du cacao est assurée par des millions de petits producteurs (possédant jusqu'à 5 hectares). Sa production dans ces pays est l'une des causes de déforestation constatées. Problématique d'un point de vue écologique, les agriculteurs poursuivent cette activité même vers les aires protégées d'Afrique, interdite à sa culture.

Pays producteurs de cacao dans le monde (Plate-forme Suisse du cacao durable 2018)

Quant à la Venezuela, Trinidad-et-Tobago et Équateur, leurs productions est peu importante mais reconnue pour sa qualité et la finesse des arômes. Très appréciées des connaisseurs, ces productions connaissent un renouveau depuis le milieu des années 1990. Par ailleurs, certains pays comme la République Dominicaine, le Mexique ou la Bolivie se sont spécialisés dans le cacao bio produisant 60 % du cacao bio mondial. Le Brésil quant à lui, se positionne à la cinquième des pays producteurs.

Au total, les producteurs de cacao produisent quatre millions de tonnes de fèves de cacao par an, où près de 40 % est transformé et consommé en Europe. Les plus gros consommateurs dans le monde sont les Etats-Unis, la Suisse et l'Allemagne.

Afin de contourner cette demande croissante en cacao vis-à-vis des pays du nord, la Guyane par le développement d'une filière cacao pourrait constituer un frein à l'exportation du produit fini sur le territoire et potentiellement vers la France.

3) La Guyane

La Guyane est un département français situé en Amérique du Sud et est le plus grand département de France avec 83 846 km² de superficie. La population est de 294 146 habitants. Le territoire est entre le Brésil à l'Est et au Sud et le Suriname à l'Ouest.

La spécificité de la Guyane tient au fait d'un climat équatorial composé de plus de 96 % de forêt tropical humide, en grande majorité propriété à l'état. Ces 8 300 000 hectares de surface forestière sont gérés par le parc Amazonien de Guyane et l'Office National des Forêts.

Le climat en Guyane est divisé en deux saisons : saison sèche et saison humide. La saison sèche se caractérise par de fortes chaleurs pouvant aller jusqu'à 36 °C et la saison humide par des temps de pluie de 19 °C en moyenne, qui atteignent en moyenne 3 000 mm de précipitation par an. La température annuelle moyenne est de 26 °C.

4) Etats des lieux de l'agriculture guyanaise

En Guyane, on compte 6 135 exploitations agricoles, soit 2.5 % de plus qu'en 2010. Parmi ces exploitations, 53 % sont spécialisé dans la production végétale. On y retrouve des cultures fruitières comme la banane, les agrumes ou l'ananas. Et des cultures maraîchères comme l'aubergine, la courgette ou le concombre longe.

Dans le contexte guyanais, la grande production est assurée par les producteurs de tubercules tels que la patate douce, l'igname, la dachine, le manioc et autres légumes à racine. Quant à la SAU, les agriculteurs valorisent en moyenne 6 ha, également en augmentation de 40.5 % par rapport à 2010.

5) La production de cacao en Guyane

- Historique de la production de cacao

Son histoire avec la cacaoculture trouve ses origines en 1734 aux débuts du XXe siècle où, une cinquantaine de tonnes de cacao réputé de qualité supérieure étaient exportées annuellement vers la France et les Antilles. La provenance du matériel végétal alors utilisé dans les plantations restent inconnues.

En 1729, on sait que des cacaoyers existent dans le cours supérieur du fleuve Oyapock et de certains de ses affluents, en particulier le Camopi, où ils forment parfois des « forêts » qui sont connues depuis le XVIIIe siècle suite l'expédition du sergent La Haye.

En 1731, Maurepas[2] recommande la culture de cacaoyers en Guyane. Le premier recensement montre que le cacaoyer est présent dans 178 habitations, dans lesquelles la production totale s'élève à 51 tonnes de cacao marchant (fèves fermentées et séchées). Cependant, l'assèchement des terres basses a affecté la qualité des cacaos considérés de qualité « supérieure » à « mauvaise ». La production diminue considérablement au fur des années puis de nombreuses exploitations cacaoyères sont abonnées, provoquant une disparition de la filière cacao.

La Guyane n'a jamais été une colonie productrice de cacao comme aux Antilles (Martinique et Saint Domingue). L'abolition de l'esclavage ainsi que la découverte de l'or ont été les raisons principales pour lesquelles la production de cacao s'est arrêtée.

- La cacaoculture actuelle

Aujourd'hui, la cacaoculture ne reste qu'un infime souvenir dans l'histoire de l'agriculture guyanaise. Actuellement, seuls trois « artisans chocolatiers » occupent la filière cacao.

Monsieur DUMETT Olivier est l'un des producteurs de chocolat en Guyane. L'origine de ses cacaoyers est incertaine, mais une origine vénézuélienne a déjà été citée. Ces producteurs bénéficient d'un héritage de l'histoire coloniale[3] (datant du XVIIIe siècle) du territoire et disposent de vielles parcelles de cacaoyers toujours productifs, associés ou non avec d'autres espèces. La production actuelle s'élève à 30 000 tablettes et plusieurs milliers de bâtons de cacao Néanmoins plusieurs agriculteurs plantent des cacaoyers et commence à participer au développement de cette filière.

[2] Ministre de la marine
[3] Issues de plantations esclavagistes à partir de 1770

III. L'agroforesterie pour le cacaoyer

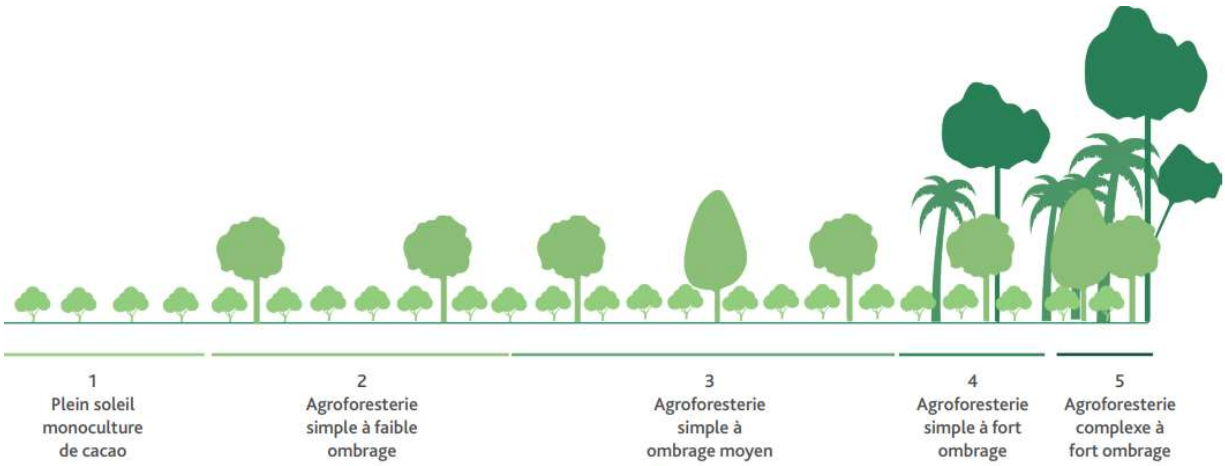
1) L'agroforesterie en Guyane

L'agroforesterie est un ensemble de pratiques agricoles qui intègre dans son système, l'association de plusieurs essences forestières et espèces de plantes ou animaux sur une même parcelle. L'objectif est de produire, tout en créant un équilibre entre ces espèces au sein de l'agroécosystème.

Il existe des systèmes visant à éclaircir la forêt primaire ou une forêt secondaire afin d'y installer des cultures. Dans le contexte guyanais où la forêt est très présente sur le territoire, un certain nombre de producteurs ne défrichent pas totalement leur terrain, mais sélectionnent des arbres à conserver. Il y a donc deux types d'implantation d'agro-forêts sur le territoire : sur un terrain entièrement défriché ou sur un terrain encore boisé.

2) Les systèmes agroforestiers

L'image présentée nous illustre les différents types de production de cacao qu'existe. On observe un gradient allant de la monoculture du cacao en plein soleil aux systèmes agroforestiers à fort ombrage.



Différents types de systèmes de production de cacao (Amiel 2018)

Ce qui permet de différencier et de caractériser ces systèmes sont le nombre d'espèces d'arbres associés, le nombre de différentes strates[4] qui différencient ces arbres associés et le pourcentage de couvert qu'ils offrent aux cacaoyers par hectare.

- Les systèmes agroforestiers complexe sont définis comme des associations multistrates de plusieurs espèces aux utilisations multiples et complémentaires.

- Les systèmes simples, ils se définissent par des cultures qui sont conduites sous couvert arboré représentant généralement une strate. Ce système simple est constitué d'arbres plantés, souvent des fruitiers. Quels qu'ils soient, ces types de systèmes ont été plutôt caractérisés du point de vue de la structure et non de la biodiversité.

[4] Distribution des plantes en étages superposées, caractérisées par la longueur par rapport au sol.

IV. Projet d'étude

1) Une variété de cacao Guyanaise

La Guyane constitue une zone d'origine du cacaoyer, dont la variété *Guiana*. Le nom « Guiana » provient de l'anglais qui désigne la région des Guyanes[5]. L'arbre de sous-bois possède de grandes feuilles persistantes et peut atteindre une hauteur de 25 mètres. Il se caractérise par des sillons très marqués et des verrucosités sur la cabosse.

Cabosse de la variété Guiana (Walapulu

Cette variété est étudiée par le Cirad depuis 1985, grâce à des cabosses récoltées lors d'une prospection menée sur les bornes frontières avec le Brésil. Elles sont particulièrement remarquables pour leurs potentialités en matière de la productivité/vigueur et de résistances aux maladies, trois critères de sélection important en amélioration de cacaoyère. La Guiana est résistante aux maladies problématiques comme la pourriture brune, le balai de sorcière et la moniliose. Et une résistance aux bioagresseurs : miride ou capsides. Ce cacaoyer constitue pour la Guyane française une ressources génétique régionale accessible pour l'amélioration des variétés cultivées.

Cette variété Guiana est support de notre étude dont l'expression de ces éventuels « atouts » sont tester en conditions réelles de culture.

2) Objectif de l'expérimentation

En France, nous consommons plus de 6 kg de chocolat par personne en moyenne par an. Ces chocolats présents sur le marché est majoritairement assuré par des pays du Sud (Côte d'Ivoire, Ghana) aux conditions socio-économiques (mais aussi écologiques) et de gouvernance très différente de celle de la France et donc de la Guyane.

Malgré une disponibilité en terre pouvant paraître importante en Guyane, la mise en valeur des terrains de manière écologiquement durable y constitue un véritable défi. De plus, la demande pour des produits locaux, sains, et abordables émerge fortement et se caractérise par le développement significatif de l'agriculture biologique et de filières courtes.

Le chocolat guyanais issu de système agroforestiers à base de cacaoyers spontanés semble pouvoir correspondre à cette demande. Le Guiana correspond à une piste d'amélioration du secteur agricole en Guyane.

Le projet se nomme C2G2 : « Vers la Capacitation et l'émergence de la filière Cacao Guiana de Guyane ». Ce projet d'étude à commencer en mars 2019 et s'est conclu en décembre 2022. La cacaoculture présente un potentiel de production pour la population locale actuel et à venir, mais aussi un développement économique agroalimentaire respectant des pratiques agricoles responsables. Nous verrons ainsi au travers de ce rapport la problématique retenue :

(Cirad 2022)

« Quelle combinaison de système de culture et clone est le plus favorable à la performance agronomique des cacaos juvéniles en Guyane ? »

L'hypothèse à notre problématique :

Un système de culture combiné à certains clones sont le plus favorable à la production cacaoyère.

[5] Carte géographique comprenant la Guyane vénézuélienne, le Guyana, le Suriname, l'Amapa et la Guyane française.

3) Matériel et méthodes

➢ Matériel biologique

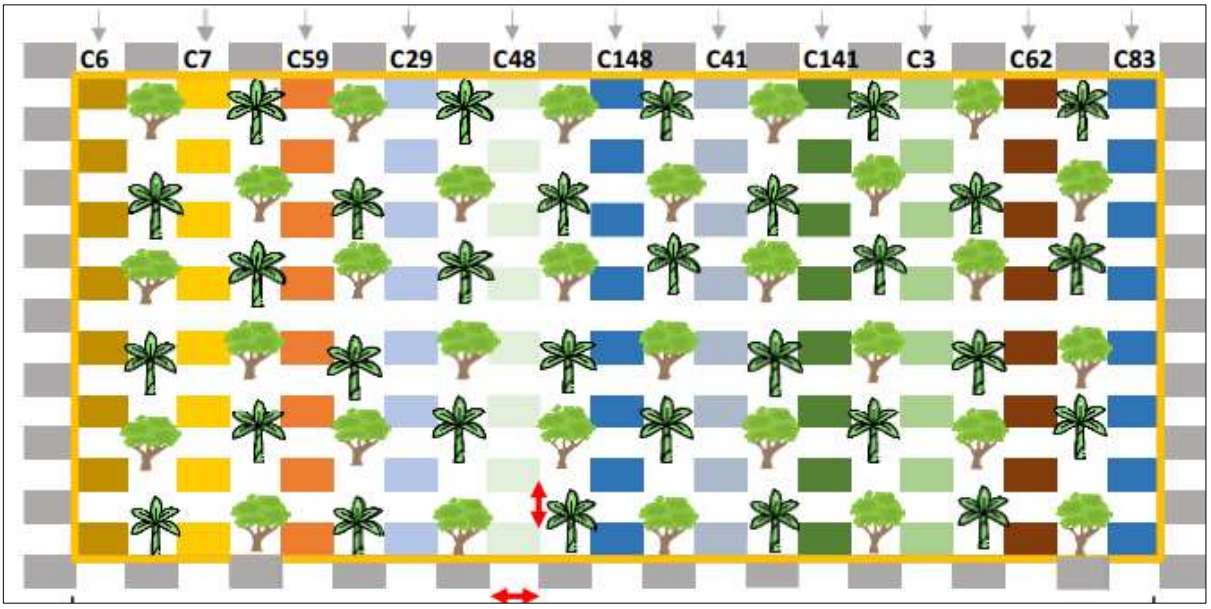
L'implantation des cacaoyers s'agit donc de la variété Guiana. Il s'agit de 11 clones numérotés par les chiffres suivants : « 3, 6, 7, 29, 41, 48, 59, 62, 83,141,148 ». Ces clones ont été produits à partir de greffons selon la technique de greffe en fente terminale : le bois d'une branche a été greffé sur un tronc étêté (porte-greffe) d'une variété connue pour sa vigueur (IMC 67).

➢ Méthode

L'expérimentation se base sur l'étude deux systèmes de cultures agroforestiers différents conduite en Agriculture Biologique (AB). Le choix de ces systèmes de culture (Sdc) correspondant à ceux majoritairement mis en place par les agriculteurs démarrant actuellement la cacaoculture en Guyane.

- Le premier SdC consiste en une installation de cacaoyers sous canopée d'une forêt secondaire partiellement défrichée. Ce Sdc est caractérisé par des arbres associés conservés à 100 à 150 pieds. ha-1. Ce système est par la suite appelé « SAF ».

- Le deuxième SdC consiste en une l'installation d'une cacaoyère sur savane ou prairie. Ce Sdc est caractérisé par la mise en place d'un ombrage temporaire de bananiers. La densité de bananiers à la plantation est de 1 600 pieds.ha-1 et va décroissant avec le temps (1200 pieds.ha-1 en année 4, 800 pieds.ha-1 en année 5) jusqu'à atteindre 0 en année 6. Ensuite, le relais est pris par des sucrins (Inga edulis). Les sucrins sont plantés en année 0 à la densité de 123 pieds.ha-1, soit en 9x9 m. Ce système est par la suite appelé « BAN ».



Dispositif expérimental

Légende :

C... Cacaoyers clonés (x11)	*Inga edulis*	Bananes	Blocs d'expérimentation	Distance de 3 m entre cacaoyers
Cacaoyers de descendance libre[6]				

[6] Cacaoyers issus de semences, dont la génétique parentale n'est que partiellement connue (le cacaoyer à l'origine du pollen qui a fécondé la fleur n'est pas connu)

Les essaies disposent de cacaoyers âgés de trois ans. La densité de cacaoyers pour les deux Sdc est de 1111 pieds. ha -1, soit en 3x3. Le choix de cette densité se justifie par le développement possible du cacaoyer. Les clones sont disposés en ligne à hauteur de huit répétitions par ligne dans chaque bloc des Sdc étudiés. Ce dispositif par bloc ne change pas qu'il s'agisse d'un système SAF ou BAN, la différence se fait donc au niveau de la structure du système en lui-même (nombre d'arbres associés, nombres de strates etc…). De même que ce schéma est expérimental, il n'y a pas toujours autant d'ingas que de bananiers, les bananiers ayant vocation à être supprimés au fur et à mesure de l'ombre apporté par les ingas.

Dans les deux sdc l'arbre de *Inga edulis* est privilégié, car c'est une légumineuse fixatrice d'azote, ce qui est intéressant pour le sol. Quant à l'implantation des bananes, elle se fait avant celle du cacao afin que celui-ci puisse bénéficier d'un ombrage déjà efficient. La culture de banane par son entretien va permettre de créer un mulch et donc d'apporter de la matière organique à chaque effeuillage réalisé. Puis par son grand feuillage, le bananier permet d'assurer un effet brise vent pour la culture du cacao. Son association avec le cacaoyer va également être bénéfique d'un point de vue économique, car elles seront en production en attendant l'entrée en production des cacaoyers. Les itinéraires techniques des Sdc sont présentés en annexe.

- Mesures effectuées

Les mesures concernent le nombre de cabosses et la pesée des fèves fraîche. Les récoltes de cabosses se sont faites pendant la période de formation (saison de fructification) mais aussi depuis l'an dernier, par le personnel (une équipe de 4 personnes) de la station à l'aide d'un sécateur. Ces cabosses étaient ensuite transférées au laboratoire du Cirad à Kourou où la pesée des fèves fraiches se sont faite par Agathe.

- Méthode statistique

Les variables étudiées correspondent uniquement aux deux dernières composantes de rendement : nombre de cabosses et poids de fève fraîche.

On cherche à tester l'influence des facteurs (génétique et Sdc) sur ces variables. Pour cela, il faudrait réaliser une ANOVA à deux facteurs qui nous permettrait de mettre en avant des différences entre plusieurs groupes statistiques. Ici, le test ANOVA à deux facteurs :

- pour le nombre de cabosses n'est pas réalisable, car il ne suit pas la loi de la normalité.
- pour le poids de fèves fraîches n'est pas réalisable, car il ne suit pas l'homoscédasticité.

Donc nous allons faire un test non-paramétrique de Krukall Wallis, une alternative de à l'ANOVA.

Pour déterminer si des différences entre les médianes sont statistiquement significatives, nous allons comparer la valeur de p value à notre seuil de risque à 5 % (soit, $\alpha=0.05$) pour évaluer l'hypothèse nulle (H0).

Donc, si notre p value $\leq \alpha$, cela signifie que les différences entre certaines médianes sont statistiquement significatives.

A l'inverse, si notre p value $> \alpha$: les différences entre les médianes ne sont pas statistiquement significatives.

V. Résultats

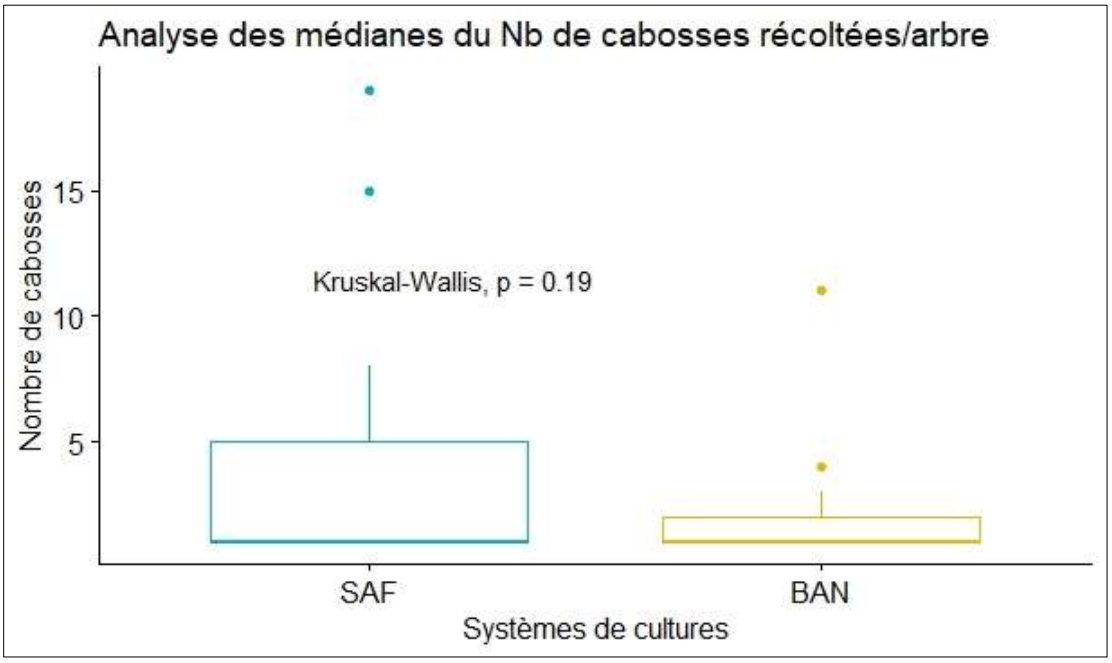
1) Interaction entre le nombre de cabosses et les systèmes de cultures

➢ **Hypothèse à tester :**

Le nombre de cabosse par cacaoyer **dépend significativement de la nature du système dans lequel les arbres se trouvent.**

Les hypothèses du test Kruskall-Wallis sont les suivantes :

- Ho : Toutes les médianes sont égales
- H1 : Au moins une des médianes est différente



➢ **Résultat :**

Ici on peut voir que la p_value est supérieure à 0,05 (=0,1939) donc le risque de se tromper en refusant H0 est très élevé. On conserve donc HO et on conclut sur le fait qu'il est **impossible de montrer une différence significative pour le nombre de cabosses récoltées par arbres entre le SDC BAN et le SDC SAF.**

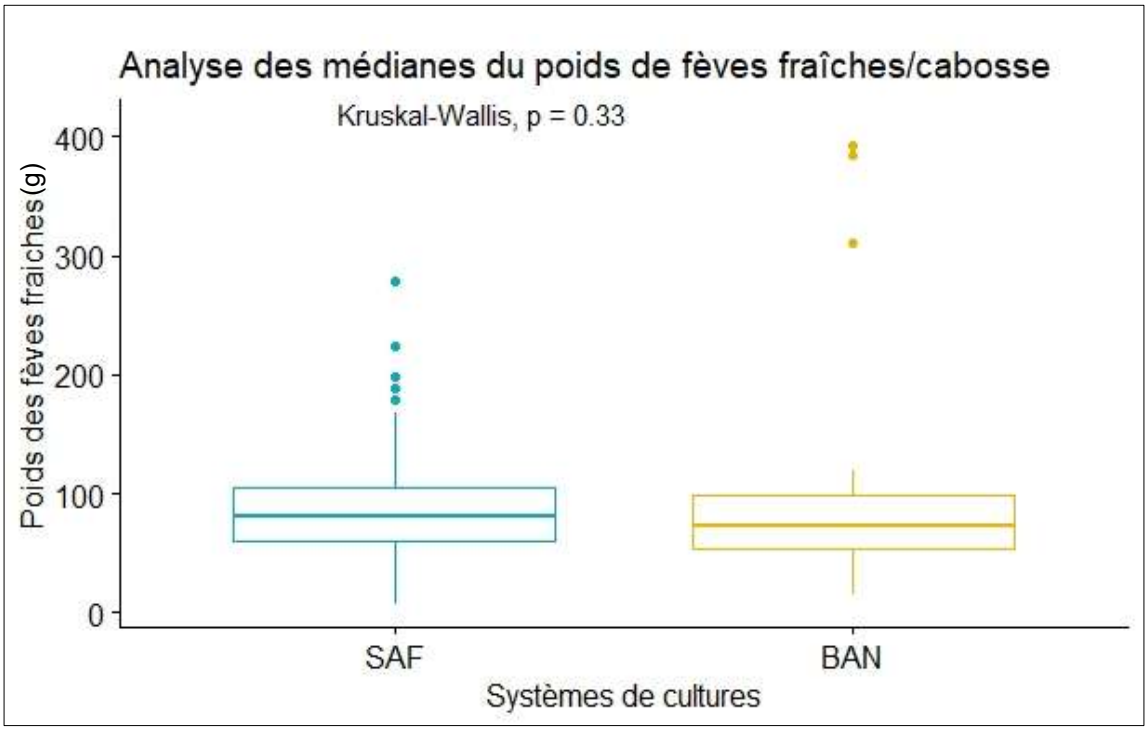
2) Interaction entre le poids de fèves fraîche et les systèmes de cultures

- **Hypothèse à tester :**

Le poids de fève fraiche par cacaoyer **dépend significativement du Sdc**

Les hypothèses du test Kruskall-Wallis sont les suivantes :

- Ho : Toutes les médianes sont égales
- H1 : Au moins une des médianes est différente



- **Résultat :**

Ici on peut voir que la p_value est supérieure à 0,05 (=0,33) donc le risque de se tromper en refusant H0 est très élevé. On conserve donc HO et on conclut qu'il est **impossible de montrer une différence significative pour le poids de fèves fraiches par cabosse entre le SDC BAN et le SDC SAF.**

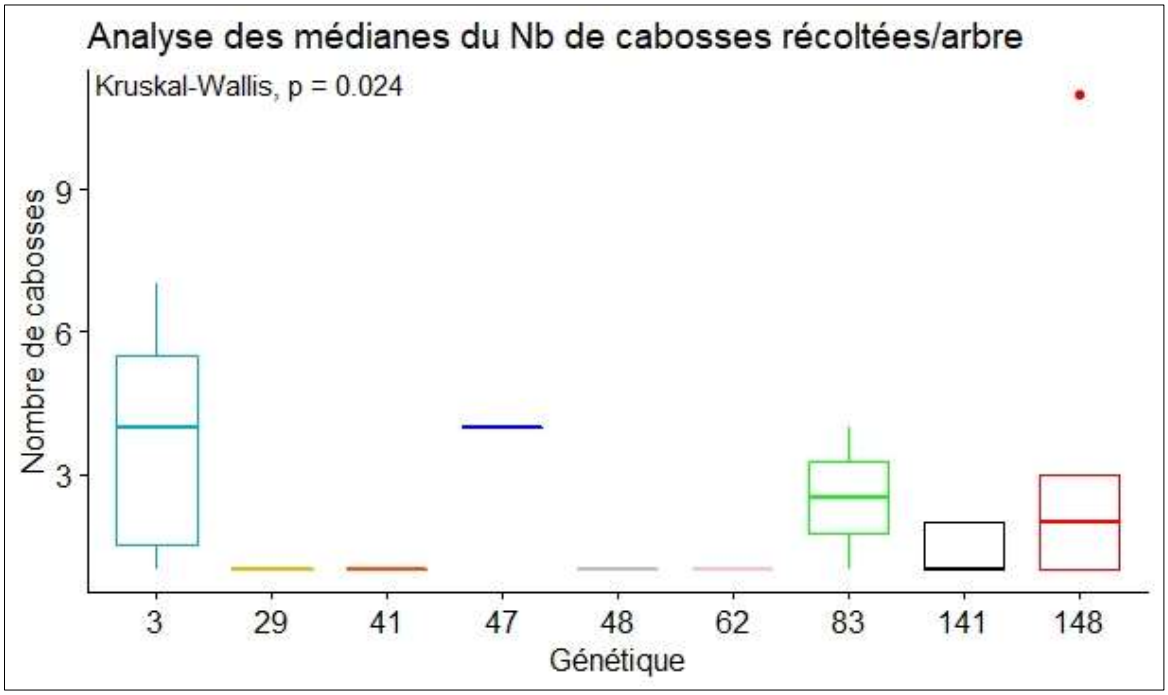
3) Interaction entre le nombre de cabosses et les clones

- **Hypothèse à tester :**

Le nombre de cabosses par cacaoyer dépend significativement de sa génétique.

Les hypothèses du test Kruskall-Wallis sont les suivantes :

- **Ho** : Toutes les médianes sont égales
- **H1** : Au moins une des médianes est différente



- **Résultat :**

Au seuil de signification de 0.05, la p_value est de 0.02. Alors nous pouvons dire qu'il **y a une différence significative entre au moins deux clones.**

4) Interaction entre le poids de fèves fraîche et les clones

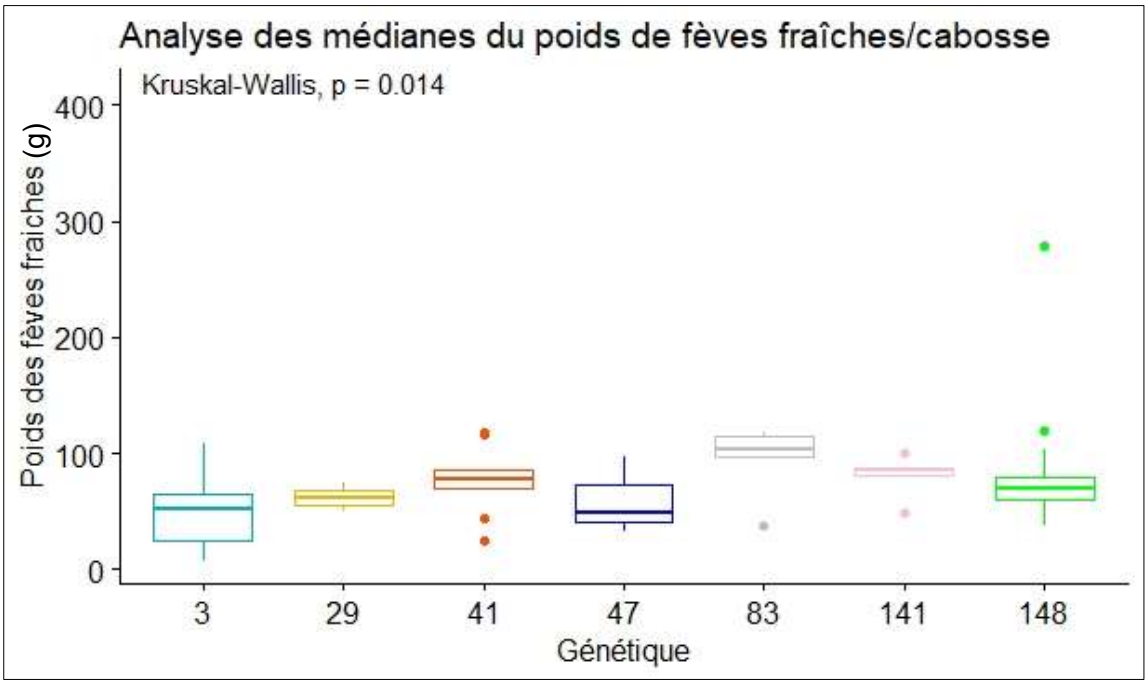
- **Hypothèse à tester :**

Le nombre de cabosse par cacaoyer dépend significativement de sa génétique.

Les hypothèses du test Kruskall-Wallis sont les suivantes :

- **Ho :** Toutes les médianes sont égales
- **H1 :** Au moins une des médianes est différente

Les clones 48 et 62 n'ont pas été prises en compte dans cette analyse, car une seule cabosse a été prélevée sur chacun des clones et l'état des fèves (germées ou pas à maturité) ne permet pas l'analyse de leur poids frais.



- **Résultat :**

Au seuil de signification de 0.05, la p_value est de 0.01. Alors nous pouvons dire qu'il **y a une différence significative entre au moins deux clones.**

VI. Discussion et prolongement

1) Discussion des résultats

Les variables semblent dépendre de la génétique des cacaoyers, mais pas de la nature des systèmes de cultures. Dans le cadre de notre étude, il n'a pas été possible de conclure à une combinaison de clones et système de culture qui semble être favorable au potentiel agronomique du cacaoyer, car nous n'avons pas eu la possibilité de pousser les statistiques.

Variable **Facteur**	Nombre de cabosse/arbre	Poids des fèves fraiches/cabosses
Système de culture	P_value= 0.19 Pas significatif	P_value= 0.33 Pas significatif
Génétique	**P_value=0.02** **Significatif**	**P_value=0.01** **Significatif**

Ces réponses résultent d'échantillons issus de cacaoyères âgées de trois ans, ce qui n'est pas assez représentatif en termes de production. À ce stade, nous allons plutôt considérer ces résultats comme un indice d'entrées en production. De plus, ces résultats auraient été plus fiables si les parcelles choisies disposaient de cacaoyers représentatifs du stade de production optimale, c'est-à-dire d'au moins 7 ans. Puis plus particulièrement lié aux tests statistiques, il est important de remarquer que notre risque alpha de 5 % nous a permis de conclure à ces affirmations. Or, si nous avions pris un autre risque alpha de 1 % par exemple, aucune des deux variables n'auraient été significative en vérifiant notre hypothèse nulle (H0).

2) Discussion de la méthodologie

Les mesures telles que la récolte de cabosse n'étaient pas toujours réalisé par les mêmes personnes, ce qui a pu engendrer des biais expérimentaux. On a pu constater que le clone 48 n'était pas à son stade de maturité permettant de procéder à la pesée des fèves.

En ce qui concerne les tests, le test de KW non-paramétrique est moins puissant qu'une ANOVA, car il utilise les données de façon plus grossière et détecte moins les petites différences. De plus que les répétitions sont moins importantes en ayant retiré les DL pour pouvoir tester les variables concernant le facteur génétique.

3) Prolongement

Afin de vérifier notre étude et d'élargir les connaissances autour du cacaoyer guiana en Guyane, il est intéressant de poursuivre les recherches autour des facteurs favorables pour la production de cacaoyer locale.

- Caractériser les Sdc de façon plus précise comme le taux d'humidité et de couverture en ombrage qui diffère d'un Sdc à l'autre. En somme, tester d'autres facteurs sur ces variables qui seraient plutôt des paramètres propres aux Sdc.

- Poursuivre cette étude permettra de suivre les tendances de productions dans les années à venir pour voir si les facteurs génétiques et de nature de Sdc ont des influences significatives sur les variables de production.

Conclusion

Rappelons notre problématique « Quelle combinaison de système de culture et clone est le plus favorable à la performance agronomique des cacaos juvéniles en Guyane ».

L'objectif de notre expérimentation vise à **tester le développement des cacaoyers à être cultivés dans deux systèmes de culture** (SAF et BAN). Pour cela nous avons étudié deux variables qui sont le nombre de cabosses et le poids de fèves fraiches par cabosse.

Un test de KW a été réalisé en vue des conditions de notre étude. Dans un premier temps il s'agissait de tester l'influence de ces variables pour le facteur système de culture puis pour le facteur clones (génétique).

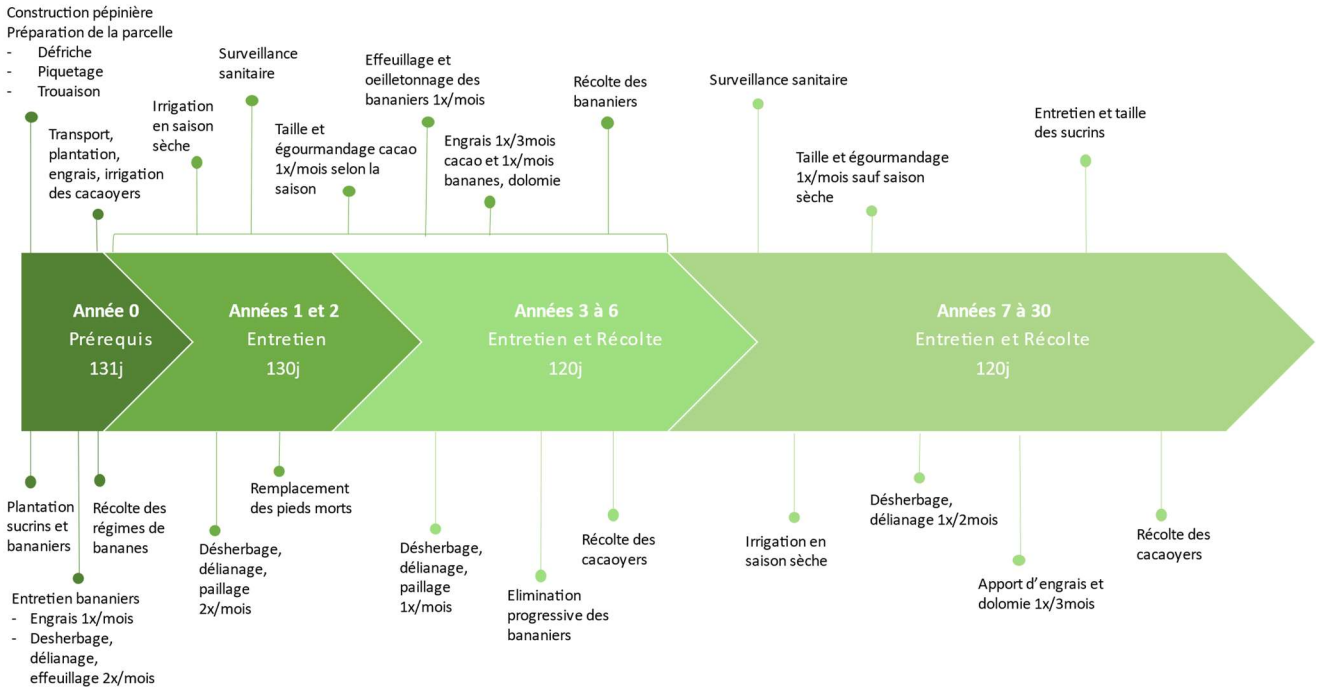
Les résultats sont significatifs au niveau de la génétique mais pas de la nature du système de culture. Les essaies à ce stade (âgée de 3 ans) sont en entrée de production ce qui ne nous permet pas d'affirmer avec certitudes les résultats. Seules les conditions de notre étude nous permettent de répondre à ces affirmations, pour cela ces résultats sont à prendre avec précaution. De plus, il n'a pas été possible de conclure à une combinaison de clones et système de culture qui semble être favorable au potentiel agronomique du cacaoyer, car nous n'avons pas eu la possibilité de pousser les statistiques.

Pour finir, l'on pourrait poursuivre notre étude dans les années à venir afin de vérifier si les facteurs génétiques et de nature de SdC ont des influences significatives sur les variables de production.

Annexe

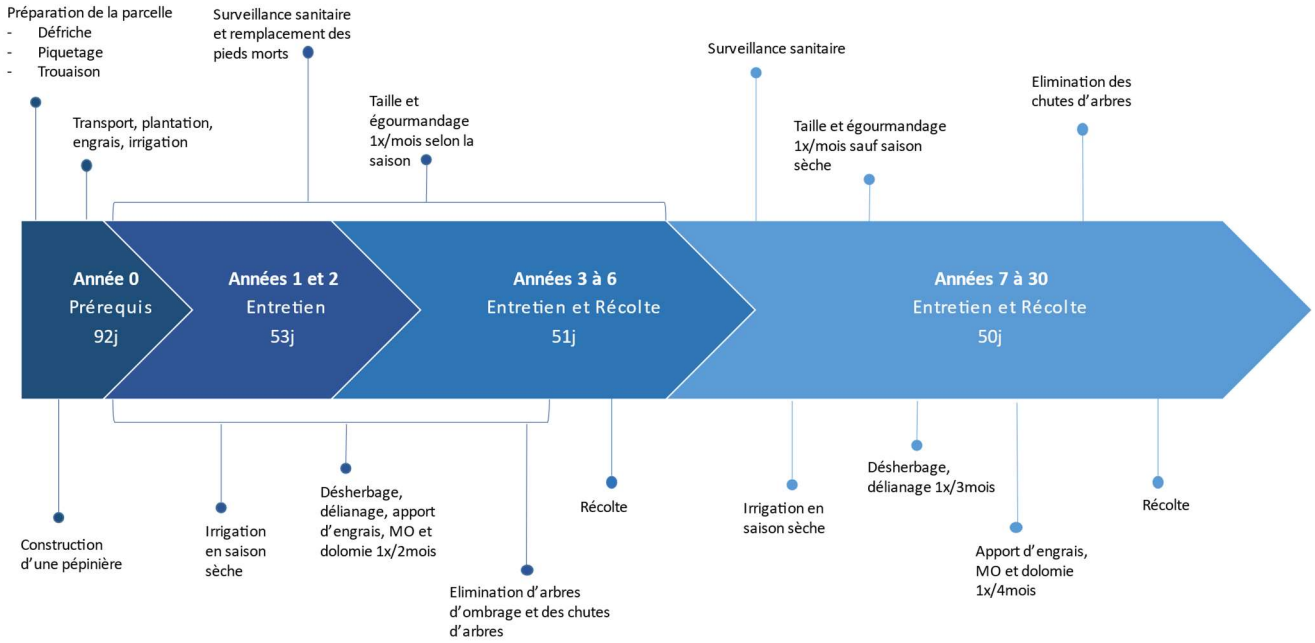
Association cacao, banane, sucrin

Pour 1 personne à 8h/jour 1 ha an
j = jour



Cacao en sous ombrage forestier

Pour 1 personne à 8h/jour 1 ha an
j = jour



Bibliographie

- **Agreste**, GUYANE- Recensement agricole 2020, décembre 2021 n°1
  - Disponible sur : https://daaf.guyane.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/Guyane_Premiers_resultats_V2_cle897161.pdf

- **Bereau M., Lachenaud P., Planquette P**. Le cacaoyer en Guyane française. Cahiers d'outre-mer. N° 179-180 - 45e année, Juillet-décembre 1992. Les plantes américaines à la conquête du monde. Page 349-356
  - Disponible sur : Historique caco en guyane.pdf

- **Didier Snoeck, Éric Penot, Éric Gohet, Jean Dauzat, Stéphane Saj, Philippe Vaast**, Rôles et gestion des arbres dans les systèmes agroforestiers- Les grands systèmes agroforestiers et leur fonctionnement (2021) - page 3-7
  - Disponible sur : https://www.researchgate.net/publication/354386095_Les_systemes_agroforestiers_des_cultures_perennes/link/613610762b40ec7d8beb9614/download

- **ESSOLA ETOA Louis Childéric**, Mémoire : ÉVALUATION DES RENDEMENTS POTENTIELS EN CACAO (Theobroma cacao L) DANS LES SYSTÈMES AGROFORESTIERS COMPLEXES EN ZONE FORESTIÈRE À PLUVIOMÉTRIE BIMODALE DU CENTRE CAMEROUN (2014)
  - Disponible sur : https://afs4food.cirad.fr/en/content/download/4537/34362/version/1/file/Essola%2C+%C3%A9val+des+rendements+cacao+Ngomedzap.pdf

- **J. BOYER**, ÉTUDE ÉCOPHYSIOLOGIQUE DU DÉVELOPPEMENT DE CACAOYERS CULTIVÉS AU CAMERQUN - RELATIONS ENTRE LE CYCLE CLIMATIQUE ANNUEL ET L'ACTIVITÉ VÉGÉTATIVE (1974), page 14- 17
  - Disponible sur : https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_5/b_fdi_04-05/04282.pdf

- **J. Boyer**, INFLUENCE DES REGIMES HYDRIQUE, RADIATIF ET THERMIQUE DU CLIMAT SUR L'ACTIVITE VEGETATIVE ET LA FOLRAISON DE CACAOYERS CULTIVES AU CAMEROUN (1970) – page 189 – 198
  - Disponible sur : https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_5/b_fdi_04-05/04282.pdf

- **Josiane Seghieri et Jean-Michel Harmand**, AGROFORESTERIE ET SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES EN ZONE TROPICALE (2019) – Chapitre 6 : Compromis entre séquestration de carbone, conservation et productivité dans les systèmes agroforestiers à base de cacaoyers au Centre-Cameroun, page 95 -106
  - Disponible sur : https://books.openedition.org/quae/39130?lang=fr

- **MARTIN Jean-Pierre**, LE CACAOYER (1970) – page 15-19
  - Disponible sur : https://www.pearltrees.com/s/file/preview/266558924/04996.pdf?pearlId=438629738

- **Michel Hellas** (2019), FESTIVAL ALIMENTERRE Notre avenir se joue dans nos assiettes – vidéo, 52 minutes
  - Disponible sur : https://www.alimenterre.org/keka-wongan-notre-cacao-made-in-ebolowa-cameroun-0

- **Patrick Jagoret - Stéphane Saj - Aurélie Carimentrand**, Perspective (CIRAD) : Cacaoculture agroforestière en Afrique : l'art de concilier production durable et services écologiques (octobre 2020), page 1- 4
  - Disponible sur : https://revues.cirad.fr/index.php/perspective/article/view/31915/31535

- **Ph. Bastide, D. Paulin & Ph. Lachenaud** - Influence de la mortalité des cacaoyers sur la stabilité de la production dans une plantation industrielle – TROPICULTURA, 2008, n°26, page 33-38
  - Disponible sur : https://agritrop.cirad.fr/546983/1/document_546983.pdf

- **Ph. Lachenaud**, 14e Conférence internationale sur la recherche cacaoyère, DENSITE EVOLUTIVE EN CACAOCULTURE : LA NECESSITE DES ECLAIRCIES (2005)
  - Disponible sur : https://agritrop.cirad.fr/533932/1/ID533932.pdf

- **Ph. Lachenaud, D. Clémént et G. Olivier** – Plant Genetic Ressources Newletter (1998) – Premiers clones sélectionnées dans les descendants des cacaoyers (Théobroma cacao) autrefois cultivés en Guyane, n°113 – page 31-34
  - Disponible sur : https://agritrop.cirad.fr/390273/1/ID390273.pdf

- **Philippe LACHENAUD**, FACTEURS DE LA FRUCTIFICATION CHEZ LE CACAOYER (THEOBROMA CACAO L.) Influence sur le nombre de graines par fruit (1991)
  - Disponible sur : These_Ph_Lachenaud Cacao.pdf

- **Philippe Lachenaud, Olivier Sounigo & Bertrand Sallée** (2005) Les cacaoyers spontanés de Guyane française : état des recherches, Acta Botanica Gallica, 152 :3, 325-346
  - Disponible sur : https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/12538078.2005.10515493?needAccess=true