

TITRE DU SUJET DE THÈSE

L'apiculture comme levier de la transition agroécologique des systèmes de cultures horticoles en Côte d'Ivoire

CONTEXTE ET PROBLÉMATIQUE - (½ page maximum)

Positionner le sujet par rapport à la littérature internationale

Les cultures maraichères en Côte d'Ivoire sont indispensables pour nourrir les populations urbaines. La demande est très supérieure à une offre qui reste peu diversifiée et de piètre qualité sanitaire compte tenu des mauvaises pratiques phytosanitaires. En raison des enjeux de sécurité alimentaire et d'équilibre nutritionnel mais aussi pour proposer du travail aux jeunes et aux femmes tant pour la production que pour la transformation, la filière maraichère est devenue une priorité nationale. Cependant la filière étant très peu structurée et encadrée, les mauvaises pratiques agricoles sont généralisées. Elles sont basées sur une utilisation excessive d'intrants chimiques, un non respect de doses et des traitements avant récolte. Fort de ce diagnostic réalisé dans le cadre du projet Desira Marigo, les solutions agroécologiques qui sont proposées au sein des plateformes multiacteurs reposent sur des techniques simples et accessibles. Parmi celles-ci l'intégration d'une ruche dans les exploitations des maraichers en transition agroécologique rencontre un véritable succès auprès des agriculteurs qui en ont fait une première expérience et qui succite un fort intérêt pour un passage à une large échelle.

RÉSUMÉ DU TRAVAIL PROPOSÉ - (1 page maximum)

Objectifs scientifiques, questions et hypothèses de recherche, méthodologie, résultats attendus

Objectifs scientifiques :

L'objectif de la thèse est de montrer en quoi l'apiculture pourrait être un levier puissant pour encourager la transition agroécologique des producteurs maraîchers dans la région de Yamoussoukro. Il est indéniable que les pollinisateurs sauvages et domestiques jouent des rôles importants à l'échelle mondiale pour la pollinisation des cultures, mais leurs contributions relatives diffèrent selon la culture et le lieu. En effet, l'efficacité de la pollinisation va beaucoup dépendre des réseaux d'interactions plantes-pollinisateurs et une bonne caractérisation des espèces de pollinisateurs tant domestiques (abeille à miel du genre *Apis*, mais possiblement aussi mélipones) que sauvages présentes dans les systèmes de culture, est un préalable à la description de ces réseaux. Ensuite, la contribution des pollinisateurs aux rendements des cultures maraichères, elle-même liée aux pratiques agronomiques (traditionnelles avec pesticides ou en transition agroécologique) pourra être évaluée par la méthode d'exclusion/inclusion des pollinisateurs, méthode simple et rapide pour quantifier le service de pollinisation. En particulier, la diversité des pollinisateurs et l'influence de la présence d'abeilles domestiques apportées par l'agriculteur avec une ou plusieurs ruches sur cette diversité pourra être évaluée tout comme l'augmentation du rendement.

Cette première étude de l'intégration de l'apiculture aux agrosystèmes maraîchers permettra de déterminer en quoi celle-ci pourra être un levier pour la transition agroécologique des maraîchers permettant aussi une réduction significative voire une suppression des pesticides chimiques de synthèse en particulier les plus utilisés et les plus impactants (lambdacyhalothrine, acetamipride, glyphosate). En plus de ces enjeux scientifiques et agronomiques, l'enjeu socio-économique est considérable : l'intégration de l'apiculture est un levier important, pour la prise de conscience de l'effet de pratiques délétères vis à vis de

l'environnement en général et des insectes en particulier, tout en permettant un revenu complémentaire direct, mais également indirect, via les taux de nouaison et des rendements potentiellement augmentés par les services de pollinisation.

Questions et hypothèses de recherche :

1) Des études morphométriques ont décrit la population locale de la sous-espèce semi-domestique *A. m. adansonii* (Assielou et al., 2019), mais sa caractérisation moléculaire, permettant de préciser son lien génétique avec les autres sous-espèces de *A. mellifera* reste à réaliser. De plus, les résultats de Assielou et al (2019), suggèrent une variation phénotypique entre les populations locales de la région de Yamoussoukro, y compris concernant la couleur, nécessitant des études plus approfondies. Quant aux espèces sauvages, leur identification et intégration dans une base de données moléculaires de barre codes mitochondriaux serait un atout pour de futures études de terrain sur les éventuels problèmes de compétition avec les abeilles domestiques et en relation avec les différentes conduites agronomiques. L'hypothèse est qu'une grande diversité d'insectes pollinisateurs est attendue dans la région de savane arborée de Yamoussoukro, d'autant que la pression insecticide est faible voire nulle en dehors des parcelles cultivées. L'établissement d'une base de données ne devrait donc pas poser de problèmes.

2) Quelle est la contribution de l'apiculture dans l'élaboration du rendement des cultures horticoles ? Les pollinisateurs sont les acteurs clés du processus de rendement des cultures, car les plantes dépendent entièrement des vecteurs pour transférer leur pollen lors de la pollinisation croisée. Par exemple, l'intégration d'espèces d'abeilles sauvages et d'espèces gérées dans une région peut améliorer la pollinisation croisée (MacInnis et al 2020). L'abeille domestique occidentale (*Apis mellifera* L.) est la principale espèce responsable de la pollinisation des abeilles dans le monde et répond, par exemple, à 34 % des demandes de services de pollinisation au Royaume-Uni (Breeze et al 2011). Bien que plusieurs autres espèces d'abeilles contribuent également à la pollinisation, les chercheurs ne se sont intéressés jusqu'à présent qu'à un nombre limité d'entre elles, en particulier le bourdon *Bombus* spp. (Bansch et al 2021). Greenleaf et Kremen (2021) ont observé que les interactions entre les abeilles sauvages et les abeilles mellifères doublaient les taux de pollinisation et multipliaient par cinq la prévalence des tournesols hybrides par rapport aux abeilles sauvages seules. L'hypothèse est qu'une grande diversité d'espèces pollinisatrices sont présentes dans la région de Yamoussoukro mais elles sont peu présentes dans les périmètres maraîchers en raison de l'utilisation hebdomadaire, de la levée à la récolte, d'insecticides à forte doses particulièrement toxiques pour les pollinisateurs (ex lambda cyhalothrine et acetamipride). L'inventaire de la diversité des espèces et l'évaluation de la densité des pollinisateurs devraient pouvoir être corrélés au taux de nouaison des espèces cultivées, à leurs rendements en fruits et à la marge de l'agriculteur.

En quoi l'intégration de l'apiculture et/ou d'habitats de pollinisateurs peut être un levier pour une transition agroécologique durable des horticulteurs ? L'intégration d'une ruche voire d'autres types d'habitats de pollinisateurs sauvages dans un système de cultures maraîchères en transition agroécologique devrait permettre d'augmenter la production des espèces fruitières cultivées et d'assurer, par la production de miel, un revenu supplémentaire à l'agriculteur. A ce titre, l'intégration de l'apiculture à la production maraîchère devrait inciter le producteur à réduire le recours aux pesticides chimiques et à adopter des alternatives agroécologiques. Pour innover efficacement dans la transition agroécologique, il peut être nécessaire d'adopter une démarche d'innovations couplées en élargissant le périmètre des démarches de conception de manière à prendre en compte les interdépendances qui existent entre les phénomènes qui se produisent avant, pendant et après la récolte. Il importe

également de prendre en compte les contraintes des acteurs des filières ainsi que l'environnement institutionnel dans lequel se développent les innovations (services d'appui/conseil, institutions financières, infrastructures publiques, etc.). Dans cette même dynamique, il sera nécessaire de prendre en compte les caractéristiques socioéconomiques des agriculteurs, qui sont des facteurs importants dans leur décision d'adopter ou non de nouvelles pratiques agricoles (Abdulai & Huffman, 2005 ; Duflo et al., 2008).

Méthodologie :

Une ruche sera mise en place et suivie pendant 1 an (pour couvrir les différentes saisons) chez 30 producteurs à raison de 10 en conventionnel, 10 en transition agroécologique et 10 en système biologique diversifié sans intrants chimiques dans la région de Yamoussoukro. La moitié des producteurs de chaque groupe sera équipée avec différents types d'habitats de pollinisateurs sauvages. Une cohorte de 3 x 5 producteurs sans servira de témoin.

Des collectes de pollinisateurs seront réalisées régulièrement sur différentes espèces cultivées à différentes périodes de l'année. Des analyses morphologiques et moléculaires permettront d'identifier et de caractériser les espèces collectées. L'étude de *A. m. adansonii* sera réalisée par séquençage complet de génomes (Illumina) et comparaison avec les bases de séquences existantes, permettant d'initier des recherches sur sa spécificité génétique. Les abeilles sauvages seront caractérisées par séquençage ciblé (PCR et Sanger) du fragment mitochondrial COI-COII. La possibilité de récolter également du miel dans les ruchers installés lors de cette étude pour une analyse ultérieure sur les préférences floristiques et l'origine des abeilles serait une très belle perspective qui viendrait corroborer l'identification moléculaire des abeilles.

Des études seront conduites en milieu contrôlé sous filet anti insecte et en plein champ mais aussi chez un échantillon d'agriculteurs pour mesurer le taux de nouaison et les rendements des espèces cultivées de différentes familles botaniques en particulier les tomates, aubergines africaines, concombres et haricots. Des comptages seront réalisés pour évaluer la fréquence des visites et l'abondance des espèces pollinisatrices. Les expérimentations pourront s'appuyer sur les dispositifs expérimentaux mis en place Bassam, Yamoussoukro et Bouaké pour comparer la production des cultures maraichères sous tunnels hauts couverts de filets anti insectes (filet tissé de maille d'environ 1mm) et en plein champ. Certains de ces tunnels sont déjà associés à une ruche avec double entrée pour évaluer l'intérêt de la pollinisation par *Apis mellifera*. Des observations pourront être réalisées en plein champ chez des producteurs à différentes étapes de la transition agroécologique afin de réaliser des collectes d'échantillons mais aussi d'évaluer et de comparer la biodiversité des pollinisateurs. Ces études devraient permettre d'évaluer le la part du rendement due aux pollinisateurs mais aussi la perception des producteurs de l'apiculture, des bénéfices directs qu'elle pourrait générer et des services eco-systémiques que son intégration pourrait entraîner dans une région dans laquelle elle reste très peu connue.

Dans un premier temps des ateliers seront organisés pour 1) sensibiliser/former des producteurs à la pollinisation par les insectes et à l'apiculture ; 2) co-construire l'intégration de pratiques favorisant la pollinisation des espèces cultivées ; 3) recueillir la perception et l'adoption de ces pratiques. Suite à l'atelier de co-conception, des enquêtes terrain seront réalisées, afin de collecter des informations devant permettre de faire : 1) un suivi/évaluation de l'intégration des pratiques favorisant la pollinisation ; 2) une analyse économique sur la rentabilité (e.g., coût/bénéfice, accès au marché...) ; 3) d'identifier les caractéristiques socioéconomiques des agriculteurs, ainsi que leurs préférences et perceptions vis-à-vis de l'adoption de ces pratiques nouvelles.

Résultats attendus :

- Les principales espèces d'abeilles polinisatrices sauvages et domestiques sont identifiées. Concernant leur caractérisation génétique, il ne sera bien évidemment pas possible de réaliser ici une étude exhaustive, mais d'initier la mise en place d'une base de donnée pour les pollinisateurs Ivoiriens.
- L'impact des pollinisateurs sur le rendement est quantifié pour les principales espèces cultivées. Des comptages de fleurs et de fruits seront réalisés afin de calculer les taux de nouaison et les rendements.
- Les producteurs sont sensibilisés aux pratiques favorisant la pollinisation sur la base de formations et d'ateliers de co-construction de systèmes de cultures
- Le taux d'adoption des différentes techniques (gites/ruches) est évalué et leur perception par les producteurs est renseignée.
- Le bénéfice de l'intégration d'habitats de pollinisateurs (ruche ou autres) dans les systèmes cultivés en plein champ et sous filet est caractérisé
- L'apiculture voire l'intégration d'habitats de pollinisateurs au sein des agrosystèmes maraichers se révèle être un levier efficace pour la transition agroécologique dans les systèmes de cultures horticoles
- Trois articles scientifiques sont publiés

ÉCOLE DOCTORALE D'INSCRIPTION PROPOSÉE	
GAIA	Université de Montpellier

DIRECTION ET ENCADREMENT DE LA THÈSE (Direction de thèse par un.e scientifique du Cirad encouragée) (en précisant si la personne a donné son accord)		
Martin Thibaud co-directeur	Cirad	UPR 103 - HortSys
Vignal Alain co-directeur	INRAe	UMR 1388 - GenPhySE - Génétique Physiologie et Systèmes d'Elevage
Tabet Kamila co-encadrante	INRAe	UMR 1388 - GenPhySE - Génétique Physiologie et Systèmes d'Elevage
Deletre Emilie co-encadrante	Cirad	UPR 103 - HortSys
Autre co-encadrement de la thèse (organisme du Nord et/ou du Sud) :		
Iritie Marcel co-encadrant Sud	INPHB	ESA

PARTENARIATS NORD ET SUD ENVISAGÉS DANS LE CADRE DE LA THÈSE

Précisez les partenaires Nord et Sud et les terrains d'intervention en explicitant la durée des séjours que l'allocataire de recherche devra effectuer hors de France métropolitaine

3 mois : revue de la littérature (Cirad, UPR103, Montpellier, France)

9 mois : échantillonnage (ESA-INPHB, Yamoussoukro, Côte d'Ivoire)

6 mois : identification et caractérisation moléculaire (INRAe, UMR 1388, Toulouse, France)

2 mois : rédaction article 1 et préparation ateliers/protocoles (Cirad, UPR103, Montpellier, France)

12 mois : co-conception et suivi/évaluation des systèmes (ESA-INPHB, Yamoussoukro, Côte d'Ivoire) et rédaction des articles 2 et 3

4 mois : rédaction de thèse (Cirad, hortsys, France)