



**ACADÉMIE**  
D'AGRICULTURE  
DE FRANCE

*Partageons les savoirs*

**Quelles solutions innovantes  
pour la production durable  
des cafés Arabica et Robusta?**

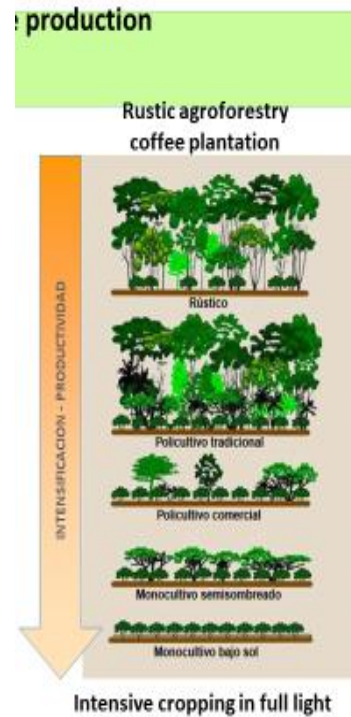
**Philippe VAAST**

et la contribution de Piet van Asten (OFI)

1

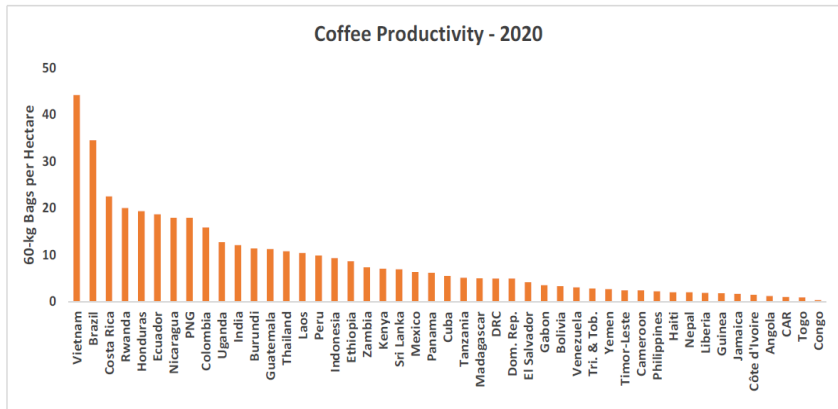
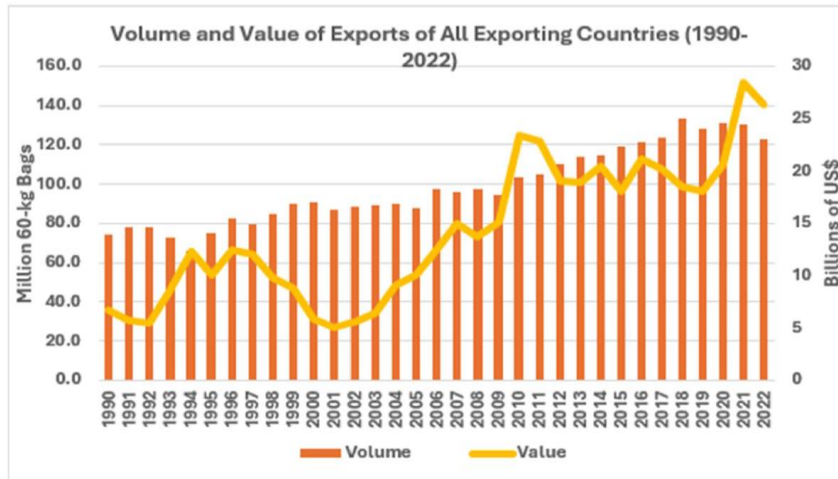


- Introduction
- Une grande diversité de systèmes de culture caféiers et de services écosystémiques dans le monde du café
- Principaux thèmes de recherche pour relever les défis climatiques et autres enjeux de durabilité de la production caféière mondiale
- Conclusion



# Introduction

Production mondiale augmente régulièrement...



Top 10 : 7.5 M ha et production of 8.5 M tonnes

Rank	Country	Area Harvested (ha)	Production (Tonnes)	Productivity (Ton/Ha)
1	Brazil	1 823 403	3 009 402	1,65
2	Indonesia	1 258 032	760 963	0,60
3	Colombia	853 700	885 120	1,04
4	Ethiopia	758 523	482 561	0,64
5	Mexico	629 300	165 712	0,26
6	Vietnam	622 637	1 683 971	2,70
7	Uganda	469 364	254 088	0,54
8	Honduras	420 957	476 345	1,13
9	India	416 741	319 500	0,77
10	Guatemala	308 217	225 000	0,73

FAO STATS

Grande disparité en termes de productivité moyenne nationale des principaux pays (~50) entre 2500 kg/ha/an (Vietnam) et moins de 100 kg/ha/an (Togo-Congo)

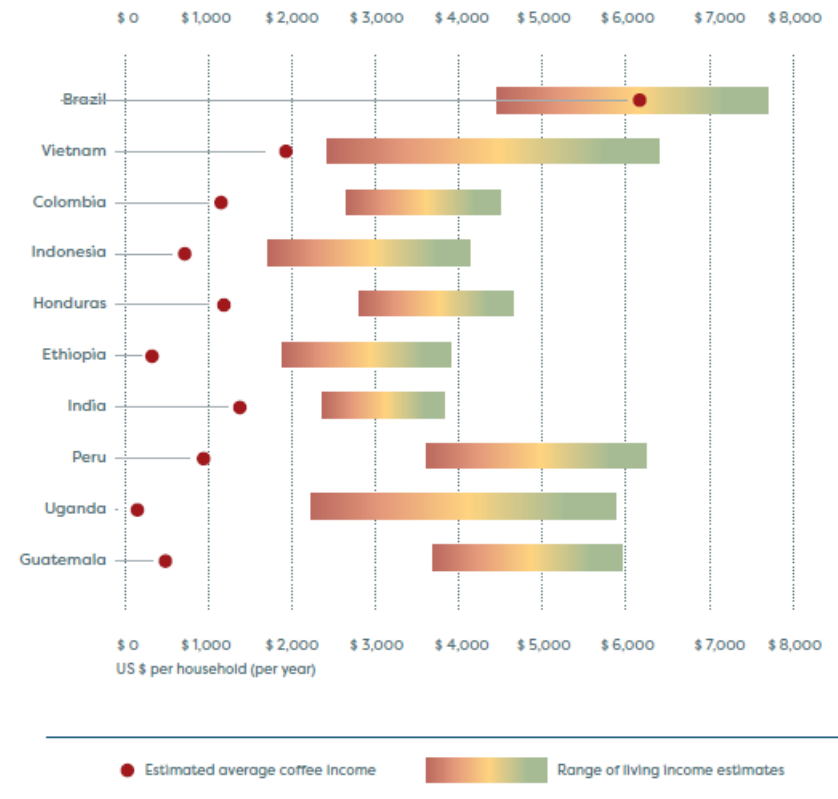
## Introduction

### Taille des exploitations caféières et moyens de subsistance des producteurs

- 21 % du café est produit dans de grandes plantations de plus de 50 ha.
- 19 % du café est produit dans des exploitations moyennes de 5 à 50 ha.
- 60 % est produit dans de petites exploitations de moins de 5 ha.
- On compte environ 12 millions de petits producteurs.
- 44 % des petits producteurs de café vivent dans la pauvreté, et 22 % dans l'extrême pauvreté (< 3,20 \$/jour pour pays PVD -BM).

Figure 4. Country overview living Income - coffee Income

Adapted from: Cordes, K. and Sagan, M. (2021). Responsible Coffee Sourcing: Towards a Living Income for Producers. p. 18. Columbia Center on Sustainable Investment



Source: Coffee Barometer 2023

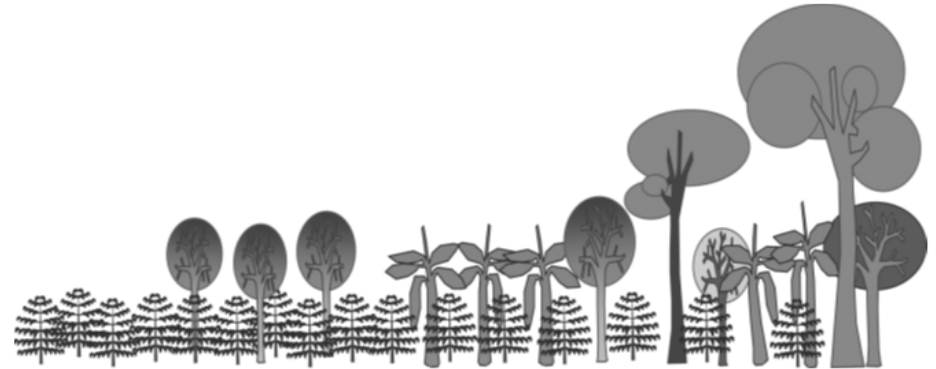
## Systèmes de culture et services éco-systémiques

Les services écosystémiques varient considérablement selon les systèmes de culture.

Les systèmes en plein soleil généralement intensives, avec forte utilisation d'engrais et de produits agrochimiques.

Les systèmes de type forestier, quasi naturels, biologiques par défaut, produisent peu mais fournissent d'importants services écosystémiques.

=> Il est nécessaire de trouver un juste milieu, par le biais de l'intensification agroécologique, agro-biologique ou de solutions fondées sur la nature et via des stratégies adaptées au contexte socio-économique local.



A l'échelle Parcelle	Monoculture Plein Soleil	Ombrage mono-spécifique	Polyculture Banana/fruitier	Polyculture diversifiée	Couvert Forestier aménagé
Production	Dark	Dark	Dark	Dark	Light
Qualité	Light	Light	Light	Light	Dark
Utilisation intrants	Dark	Dark	Dark	Dark	Light
Fertilité	Light	Light	Light	Light	Dark
Maladies et	Dark	Dark	Dark	Dark	Light
Risques de Production	Dark	Dark	Dark	Dark	Light
Longévité plantation	Light	Light	Light	Light	Dark
Sécurité alimentaire	Light	Light	Light	Light	Dark
Adaptation au CC	Light	Light	Light	Light	Dark
Séquestration Carbone	Light	Light	Light	Light	Dark
Biodiversité et services écologiques	Light	Light	Light	Light	Dark

gris clair = bas → gris foncé = élevé

Source: Vaast et al. unpublished



## Défis liés au changement climatique

À l'échelle mondiale, la superficie cultivée du café en conditions climatiques optimales devrait **diminuer de 20 à 60 % en 2050 (Bunn et al., 2015 ; Ovalle-Rivera et al., 2015) ;**

**diminution de la production mondiale (rendement < 10 à 30 % d'ici 2050) et de la qualité des cafés Arabica et Robusta**

**au moins 83 % de la superficie totale future resteraient bonnes pour Robusta, contre seulement 17 % pour l'Arabica (Magrath et Ghazoul, 2015).**

### Changements climatiques et variabilité,

- Températures extrêmes (basses ou élevées, amplitude thermique diurne),
- Variabilité des régimes pluviométriques (sécheresse et engorgement),
- Impact des changements climatiques sur les ravageurs et les maladies

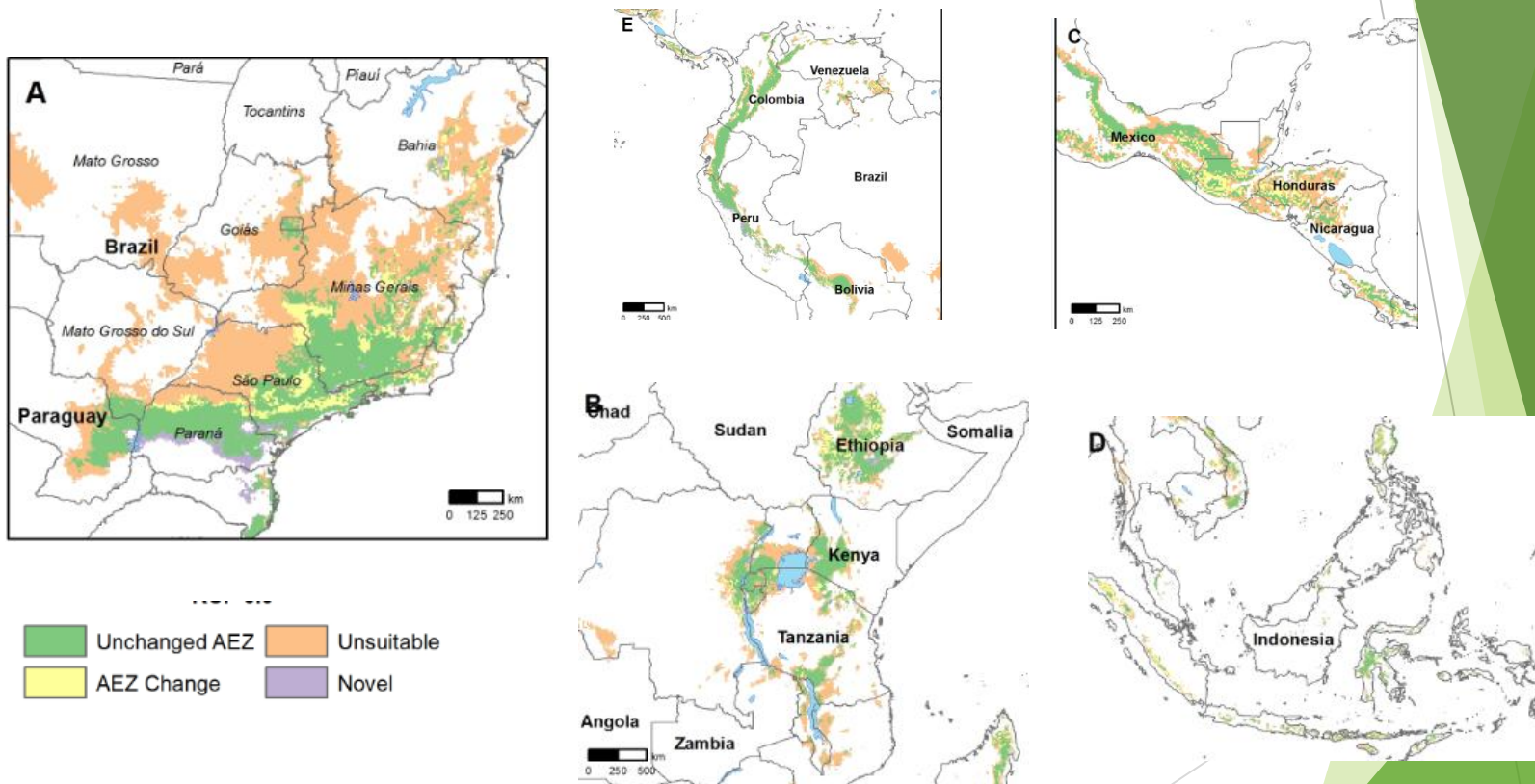
**Etudes de 2015 méritent de sensibiliser le secteur café, mais publications récentes (da Matta et al., 2019 ; Bilen et al., 2022 ; Koutouleas et al., 2022) sont moins alarmantes grâce à :**

- l'effet fertilisant du CO<sub>2</sub> (essai longue durée en plein champ au Brésil)
- Pratiques agroécologiques et agroforestières (régulation du microclimat)
- la gestion de l'irrigation
- de nouveaux cultivars plus tolérants aux stress biotiques et abiotiques

# Zones caféières Arabica en 2050

(RCP 6.0 scenario)

C. Bunn et al. 2015. Climatic Change 129: 89–101



## **Défis : Zéro déforestation, séquestration du carbone et empreinte carbone**

L'expansion historique de la culture du café est un facteur important de déforestation et de dégradation de l'environnement.

**10 millions d'hectares aujourd'hui dans le monde**

**130 000 hectares de terres forestières disparaissent annuellement au profit du café, soit environ 2,5 millions d'hectares déboisés depuis 2000.**

Déplacement vers nouvelles zones de haute altitude pour Arabica et remplacement par Robusta

**Règlement de l'UE sur la déforestation (EUDR) reportée 2 fois (30 décembre 2025).**

**L'EUDR vise à lutter contre la déforestation et la dégradation des forêts liées aux produits commercialisés sur le marché de l'UE.**

Produit sans déforestation ni dégradation des forêts après la date butoir du 31 décembre 2020

Les **entreprises doivent s'assurer** que les produits qu'elles mettent sur le marché de l'UE ou qu'elles exportent de celui-ci ne sont pas associés à la déforestation.

⇒ **Difficilement vérifiable, instauration d'un dialogue avec tous les acteurs de la chaîne de valeur**

⇒ **Traçabilité : NIRS.**



## Emission/Empreinte carbone

Ouganda, Inde et Vietnam (2, 5 et 14 kg CO<sub>2</sub>eq/kg de café vert) pour des rendements respectifs de 500, 900 et 2 500 kg de café vert/ha

Synthèse sur l’empreinte carbone du café vert; (Chéron-Bessou C. et al. 2023)

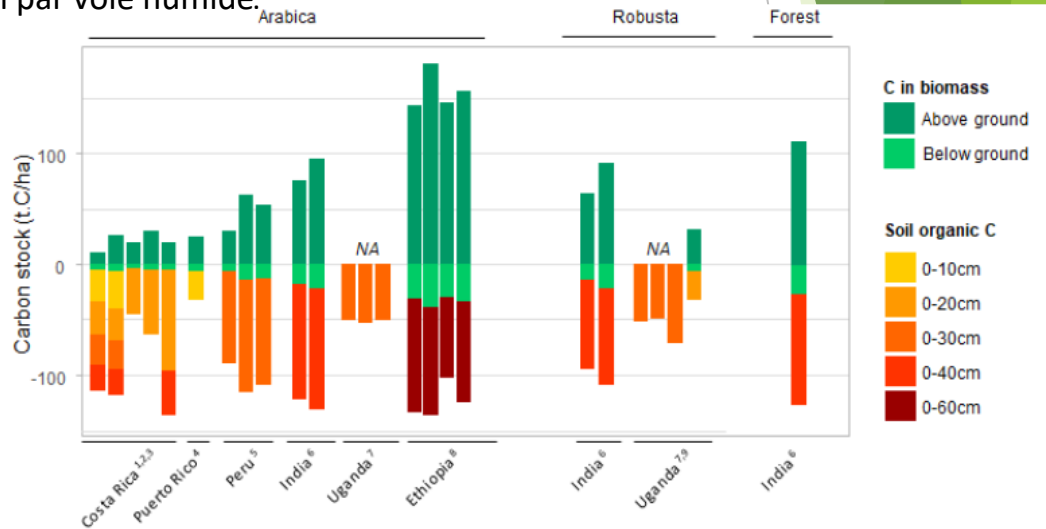
Sur 34 études, l’empreinte carbone médiane était de 3,6 kg CO<sub>2</sub>eq/kg de café vert (min : 0,15 kg CO<sub>2</sub>eq/kg de café vert ; max : 14,5 kg CO<sub>2</sub>eq/kg de café vert).

Cette grande variabilité due à la diversité des systèmes et par des incohérences méthodologiques.

**Principaux facteurs** : Changement d’affectation des terres, **engrais azotés, résidus de récolte et émissions** liées aux procédés de transformation par voie humide.

## Séquestration du carbone

Systèmes AF séquestrent beaucoup plus de carbone que les systèmes intensifs, non seulement dans la végétation, mais aussi dans les **sols** (MO et fertilité des sols)



### References

- Herguual'chet al. (2012)
- Hager et al. (2012)
- Birkenberg (2017)
- Lugo-Pérez et al. (2023)
- Ehrenbergerova et al. (2016)
- Guillemot et al. (2018)
- Tumwebaze & Byakagaba (2016)
- Niguse et al. (2022)
- Zake et al. (2015)

## Gestion de l'eau

irrigation pas réservée aux grandes plantations industrielles,  
utilisation généralisée de l'irrigation au Vietnam et en Inde

Deux principaux avantages :

- 1) Réduction du stress hydrique pendant la longue saison sèche
- 2) Synchronisation de la floraison du caféier

⇒ Augmentation du rendement de plus de 50 %

⇒ et forte diminution des coûts de main-d'œuvre liés à la récolte (>100 J/ha)

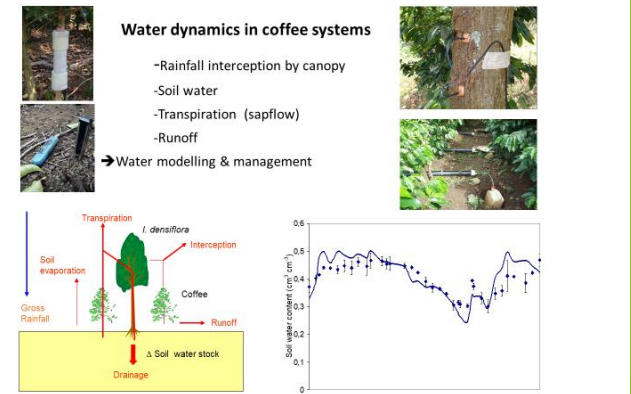
Recherche sur la dynamique de l'eau et la modélisation (Siles et al, 2017), amélioration l'efficacité de son utilisation et les **technologies d'économie d'eau** (micro-asperseurs, irrigation goutte à goutte, etc.) pour l'irrigation (et la transformation).  
Diffusion prévisions météorologiques pour une meilleure gestion de l'eau à la ferme.



Vietnam : gaspillage d'eau et épuisement des nappes phréatiques



Inde: irrigation par aspersion  
« Docteur de l'eau »



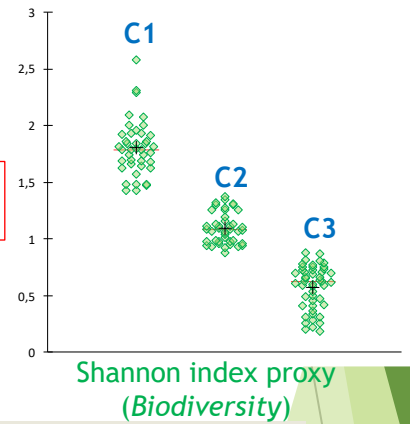
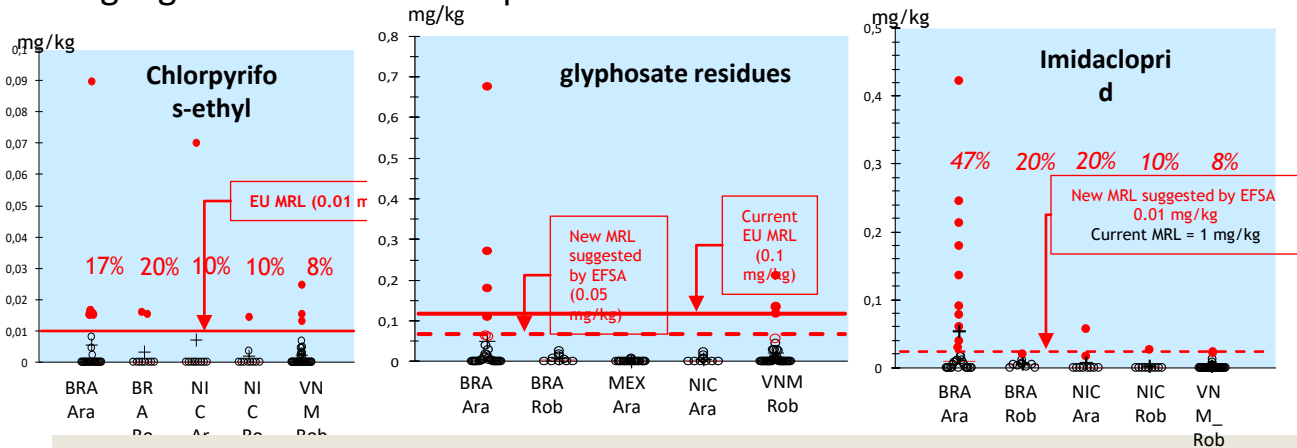
Modélisation de l'eau en système caféier

# Réduction de l'utilisation des pesticides et herbicides

## Phase 1 (2020-2023): Brésil, Vietnam, Nicaragua et Mexique

Collecte et traitement de 750 d'échantillons de sol et de cerises de café pour l'analyse des résidus de 590 pesticides

Piégeage d'insectes volants pour l'évaluation de la biodiversité locale



## Phase 2: 2023-2026: réseau expérimental dans conditions agroécologiques contrastées



Costa Rica



Brésil



Identification d'innovations les plus prometteuses pour des essais en plein champ

Évaluation agroécologique et économique des stratégies de réduction de l'utilisation des pesticides

Villain et al. 2025 Proceedings ASIC Lisbon



## Changement majeur de paradigme :

Des essais de fertilisation des années 1990 (> 500 N/ha/an) à une approche intégrée de la fertilité et à la santé des sols

Optimisation de la fixation de l'azote (légumineuses arborées ou de couverture; pH sol) et du devenir des engrais azotés (contamination nitrate des aquifères).

Modélisation sur cycle de l'azote et pertes d'azote.

=> Recommandations sur réduction et timing de la fertilisation azotée et de fréquence de taille des légumineuses (Snoeck et al. 2000).

Renverser la tendance générale à l'utilisation massive d'engrais engendrant appauvrissement des sols, acidification, nématodes et pourridiés racinaires

Amélioration de l'activité microbienne du sol grâce aux biofertilisants (biols en AL), au vermi-compost, symbiose mycorhizienne (phosphore et oligo-éléments et la tolérance aux nématodes (Vaast et al. 1995) et aux maladies racinaires.

Biochar (30 tonnes/ha) : amélioration des propriétés du sol.



Guatemala caféiers sous Inga

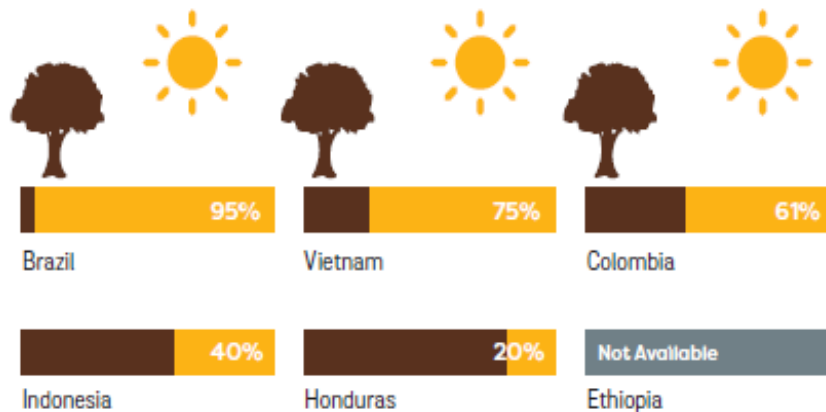


Inde: caféiers sous Erythrina



Costa Rica : caféiers sous Erythrina

## Promouvoir de bonnes pratiques agroécologiques/agroforestières adaptées au contexte local



% de café cultivé à l'ombre ou plein soleil par pays (Coffee Barometer 2023)

Ces dernières décennies, accent trop mis sur quelques espèces légumineuses (Inga, Erythrina, Gliricidia), et principalement avec gestion monospécifique de l'ombrage.

L'utilisation des connaissances locales permet de fournir un outil d'aide à la décision pour appuyer les agriculteurs à choisir la composition des essences d'arbres d'ombrage en fonction de leur contexte local, afin de fournir des services écosystémiques appropriés dans les plantations de café



# Promouvoir de bonnes pratiques agroforestières adaptées au contexte local

## ÉTUDE des espèces locales

- Inventaire des espèces d'arbres associées aux plantations de café
- ### ENTRETIEN ET CLASSEMENT des espèces d'arbres

- Les connaissances locales ainsi que les principaux services et « disservices » écosystémiques fournis par ces espèces d'arbres sont recueillis par le biais d'entretiens avec les agriculteurs/trices et les espèces font l'objet d'un classement.

Les données ont été analysées et classées

## Exemple Province du Yunnan, Chine

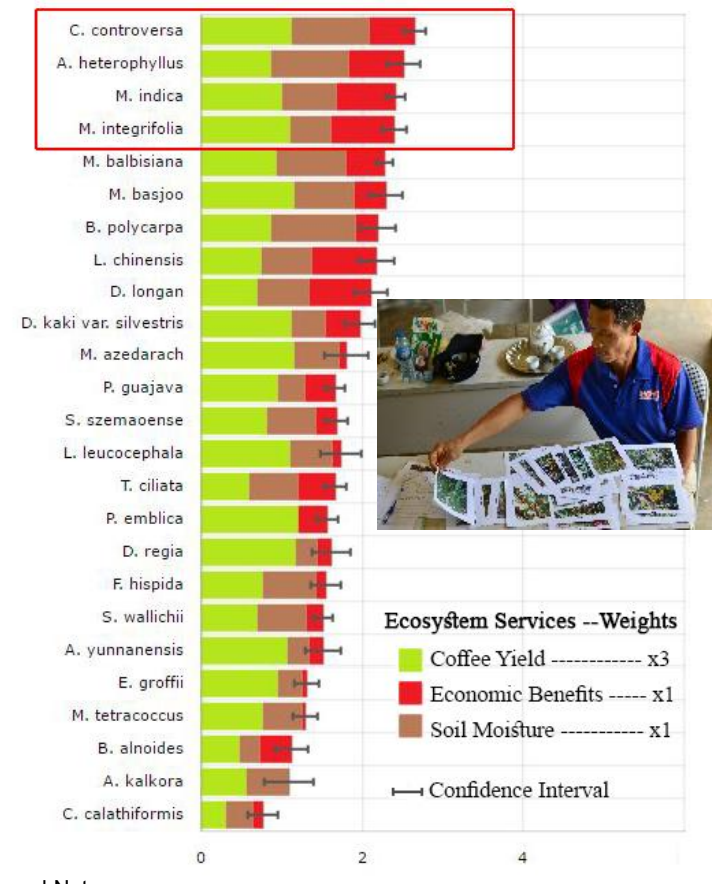
168 espèces d'arbres ont été recensées dans les plantations de café. La plupart étaient indigènes.

10 services/disservices écosystémiques clés fournis par les arbres d'ombrage aux communautés rurales :

- 1) protection contre la chaleur, 2) protection contre le froid, 3) lutte contre l'érosion des sols, 4) maintien de l'humidité du sol, 5) production de litière, 6) concurrence racinaire avec les caféiers, 7) protection contre le scolyte du café, 8) réduction du rendement du café, 9) lutte contre les adventices, et 10) avantages économiques

<https://www.shadetreeadvice.org/>

Rigal et al 2022. [ShadeTreeAdvice methodology: Guiding tree-species selection using local knowledge](#). People and Nature



**Différents systèmes nécessitent différentes voies de transition vers des systèmes de café plus résilients.**

## **Brésil** – le plus menacé par le changement climatique

États du Minas Gerais et de São Paulo, pourraient chuter de 70-75 % à 20-25 % d'ici 2050, et le rendement d'environ 25 %.

- Se départir de la mono-culture en plein soleil
- Adoption de pratiques agroécologiques
- Réduction des produits agrochimiques et recours accru aux biofertilisants
- Diversification des systèmes par l'adoption de cultures intercalaires d'arbres de rente, tels que le palmier macauba indigène, l'hévéa et le Macadamia
- Accroissement de la biodiversité favorable pour antagonismes des M&D
- Amélioration du microclimat (gelée et sécheresse)
- Amélioration de l'irrigation (sécheresse, groupement de la floraison)
- Amélioration la séquestration C et réduction empreinte C
- Favoriser les pratiques de mécanisation, notamment récolte
- Améliorer la qualité du café, en réduisant a minima le rendement



**Différents systèmes nécessitent différentes voies de transition vers des systèmes de café plus résilients.**

## **Vietnam** – le plus intensif aux effets néfastes sur l'environnement et santé des sols

- Réduction des produits agrochimiques et recours accru aux biofertilisants
- Amélioration des pratiques d'irrigation
- Amélioration de la fertilité des sols, notamment organique
- Diversification des systèmes par l'adoption de cultures intercalaires et de pratiques agroforestières dont espèces fruitières
- Augmentation de la présence d'« arbres de service » (légumineuses et microclimat)
- Accroissement de la biodiversité pour microclimat favorable au développement d'antagonismes
- Amélioration de la capacité d'adaptation aux fluctuations des prix
- Améliorer la séquestration du carbone et réduction de l'empreinte carbone
- Améliorer la qualité du café, sans réduire ou que légèrement le rendement



Différents systèmes nécessitent différentes voies de transition vers des systèmes de café plus résilients.

## **Ethiopie** – prédominance de petites exploitations, « jardins de case » à faibles intrants

- Intensification agroécologique par utilisation raisonnée d'intrants
- Augmentation du recours aux biofertilisants
- Renforcement de la résilience des systèmes caféiers aux chocs climatiques via diversification des génotypes
- Augmentation de la présence d'« arbres de service »
- Amélioration du microclimat favorable au développement d'antagonismes
- Amélioration de la sécurité alimentaire et la nutrition,
- Améliorer la capacité d'adaptation aux fluctuations des prix (coopératives, IG & certification, accès aux marchés)



## En conclusion

- Perspectives peu favorables aux petits caféiculteurs (~60%)
- Questions générationnelles : les femmes et les jeunes plus attirés par le café
- Pour les « producteurs intensifs » se départir de la monoculture Plein Soleil pour s'adapter au changement climatique
- investir dans la transition agroécologique et adapter la gestion de l'agriculture durable au contexte local.
- Rôle stratégique des coopératives et des organisations paysannes dans le processus de certification, sensibilisation, renforcement des capacités des producteurs et de co-innovation.
- Besoin de formation des producteurs : « facile application » de recettes techniques simples (fertilisation minérale, pulvérisation de fongicides ou d'insecticides) plus « compliqué » la lutte biologique, la taille des légumineuses arborées ou des cultures de couverture comme sources opportunes d'azote et d'autres macro et micronutriments.





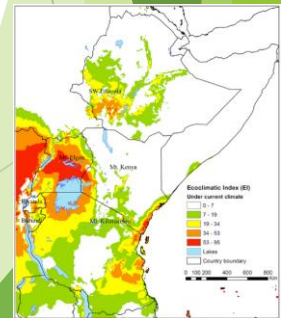
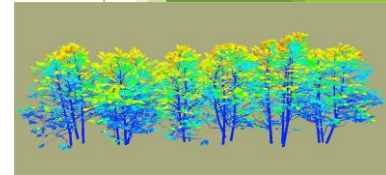
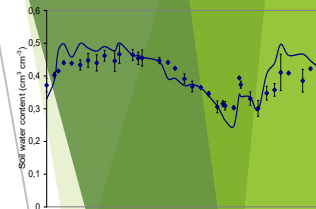
## En conclusion

- Le dialogue au niveau du secteur café doit aborder les inégalités commerciales, notamment le décalage entre les prix du marché et les coûts de production.
- Un prix décent pour les producteurs ; répartition plus équitable de la valeur ajoutée pour un revenu « décent » de producteurs
- Les entreprises doivent se montrer plus disposées à rémunérer les petits exploitants pour leurs pratiques durables en proposant des prix qui tiennent compte des coûts sociaux et environnementaux et en investissant dans des relations commerciales à long terme.
- Combiner la rémunération à la qualité (via le marché et les systèmes de certification), la séquestration du carbone (programmes nationaux et internationaux) et d'autres services locaux (eau potable et hydroélectricité, biodiversité, aménagement paysager, éco-tourisme, etc.).



## En conclusion pour Recherche

- Le secteur privé doit investir plus dans la recherche et le renforcement des capacités des producteurs (investissement recherche du privé très faible et surtout concentrés sur transformation et santé)
- Développement et validation de méthodologies scientifiques pour quantifier les impacts environnementaux des pratiques actuelles de culture du café (lessivage des nitrates, GES, séquestration du carbone et gestion de l'eau)
- Poursuite des travaux de modélisation pour anticiper le changement climatique, la durée de vie des plantations pouvant atteindre 25 à 30 ans.
- Généralisation des systèmes de prévention et alerte sur maladies et ravageurs, et conditions pluies via smartphones ,
- Des systèmes d'assurance sont nécessaires.





**ACADÉMIE**  
D'AGRICULTURE  
DE FRANCE

*Partageons les savoirs*

**Merci à l'Académie pour l'invitation**  
**Merci pour votre attention**  
**Philippe VAAST**



 **cirad**  
LA RECHERCHE AGRONOMIQUE  
POUR LE DÉVELOPPEMENT